



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.08.2001 Patentblatt 2001/33

(51) Int Cl.7: **F02M 37/20, F02M 37/10**

(21) Anmeldenummer: **01100782.0**

(22) Anmeldetag: **13.01.2001**

(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

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Lösch, Simon
85456 Wartenberg (DE)**
• **Treml, Christian
81475 München (DE)**

(30) Priorität: **08.02.2000 DE 10005471**

(54) **Kraftstoffversorgungsanlage für eine Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffversorgungsanlage für eine Brennkraftmaschine mit einer den Kraftstoff aus einem Tank über eine Förderleitung zur Brennkraftmaschine fördernden Kraftstoffpumpe sowie mit einem Druckregler, der den für die Brennkraftmaschine relevanten Kraftstoffdruck wahlweise auf unterschiedliche Druckniveaus einstellt. Um Heißstartprobleme oder generell Betriebsprobleme durch Dampfblasenbildung einfach und sicher zu vermeiden, kann der Druckregler als elektronisches Druckregelventil mit integriertem Drucksensor ausgebildet sein. Alternativ ist der Druckregler in der Förderleitung angeordnet und es ist in einer vom Druckregler zum Tank führenden Rückführleitung eine Drossel vorgesehen, wobei der in der Rückführleitung stromauf der Drossel herrschende Kraftstoffdruck anstelle des bislang üblichen Atmosphärendrucks als Eingangs-Steuerdruck für den Druckregler herangezogen wird.

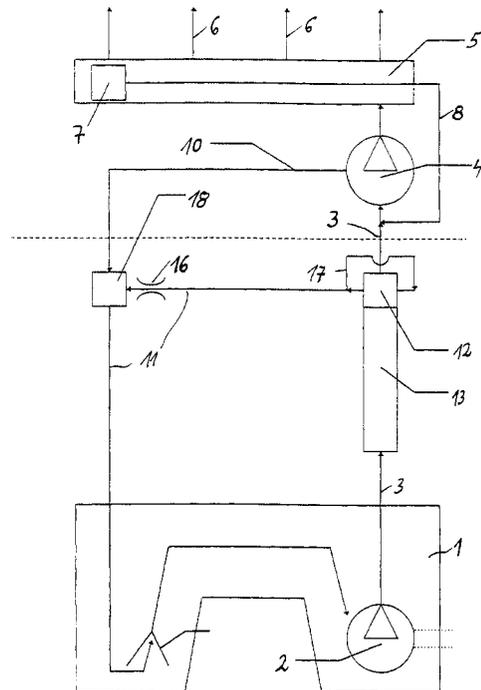


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffversorgungsanlage für eine Brennkraftmaschine mit einer den Kraftstoff aus einem Tank über eine Förderleitung zur Brennkraftmaschine fördernden Kraftstoffpumpe sowie mit einem Druckregler, der den für die Brennkraftmaschine relevanten Kraftstoffdruck wahlweise auf unterschiedliche Druckniveaus einstellt. Zum technischen Umfeld wird beispielshalber auf die DE 44 43 836 A1 verwiesen.

[0002] Generell, insbesondere jedoch bei in Kraftfahrzeugen eingebauten Brennkraftmaschinen besteht das Problem, daß bei einem sog. Heißstart der Brennkraftmaschine eine ausreichende Menge von flüssigem Kraftstoff zur Verfügung gestellt werden muß, und zwar auch dann, wenn die sich beim vorhergehenden Abstellen und dem darauffolgenden Stillstand der Brennkraftmaschine in deren Umgebung (d.h. insbesondere im Bereich des Kraftfahrzeug-Motorraumes) befindende Kraftstoffmenge aufgrund der hohen Umgebungstemperatur zumindest teilweise in den dampfförmigen Zustand übergegangen ist, so daß sich in der Brennkraftmaschine nahen Kraftstoffzuführsystem Dampfblasen bilden. Um dennoch einen sicheren Heißstart der Brennkraftmaschine zu ermöglichen, kann der Kraftstoffdruck unter diesen Umständen zumindest kurzzeitig erhöht werden, so wie dies in der eingangs genannten Schrift vorgeschlagen und beschrieben ist.

[0003] Grundsätzlich ließe sich die beschriebene Heißstart-Problematik, die im übrigen auch im Heißbetrieb bei geringem Kraftstoff-Bedarf der Brennkraftmaschine (also bspw. im Stop-and-Go-Betrieb des von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftfahrzeuges) auftreten kann, durch Einsatz einer entsprechend leistungsstärkeren Kraftstoffpumpe lösen, jedoch ist dies unter Wirtschaftlichkeits- und Wirkungsgrad-Aspekten unerwünscht. Bei hohem Kraftstoff-Bedarf der Brennkraftmaschine ist bspw. ein sog. für die Brennkraftmaschine relevanter Kraftstoffdruck von 3,5 bar ausreichend, während für den Heißstart und ggf. auch für den Heißbetrieb im Hinblick auf die beschriebene Dampfblasenbildung ein "relevanter" Kraftstoffdruck von bspw. 6 bar erwünscht wäre.

[0004] In der Erkenntnis, daß unter diesen genannten kritischen Betriebszuständen die von der Brennkraftmaschine benötigte Kraftstoffmenge zumeist relativ gering ist, kann daher auf relativ einfache Weise auch mit einer leistungsschwächeren Kraftstoffpumpe das Druckniveau von 6 bar erzeugt werden, wenn ein üblicherweise vorhandener Druckregler, der das üblicherweise geforderte Druckniveau von 3,5 bar (bspw.) einstellt, geeignet verstimmt wird. In der bereits genannten DE 44 43 836 A1 ist dieser Druckregler in einer von der Förderleitung der Kraftstoffpumpe abzweigenden und im Kraftstofftank mündenden Rücklaufleitung angeordnet. Wird nun diese Rücklaufleitung stromab des Druckreglers abgesperrt oder zumindest gedrosselt, so führt dies

aufgrund der geringeren in den Tank zurück geförderten Kraftstoffmenge zwangsläufig zu einem Druckaufbau bzw. zu einer Drucküberhöhung in der Förderleitung, so daß mit dieser einfachen Maßnahme in diesen zeitlich deutlich beschränkten Betriebszuständen ein überhöhter Kraftstoffdruck von bspw. 6 bar bereitgestellt werden kann.

[0005] Die geschilderte Heißstart- und/oder Heißbetrieb-Problematik stellt sich im übrigen auch bei mit Kraftstoffdirekteinspritzung arbeitenden Brennkraftmaschinen ein, bei denen an oder nahe der Brennkraftmaschine (und somit im ggf. abermals sehr heißen Motorraum eines Kraftfahrzeuges) eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe angeordnet ist, für welche die bislang genannte und stromauf des besagten Druckreglers angeordnete Kraftstoffpumpe quasi eine Vorförderpumpe darstellt. Beim sog. für die Brennkraftmaschine relevanten Kraftstoffdruck handelt es sich dann um den an der Saugseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe anliegenden Kraftstoffdruck. Auch dieser Druck sollte unter üblichen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine bspw. in der Größenordnung von 3,5 bar liegen, in den genannten kritischen Heißstart- und/oder Heißbetrieb-Bedingungen jedoch abermals im Bereich von 6 bar, und bei einem Kaltstart der Brennkraftmaschine in der Größenordnung von 5 bar.

[0006] Eine mögliche Ausbildung einer Kraftstoffversorgungsanlage für einen derartigen Anwendungsfall, an welcher das aus der bereits mehrfach genannten DE 44 43 836 A1 bekannte Prinzip zur Erhöhung des für die Brennkraftmaschine relevanten bzw. an der Saugseite einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe anliegenden Druckniveaus in deutlich abgewandelter Weise umgesetzt ist, ist in der beigefügten **Figur 4** dargestellt und wird im folgenden erläutert:

[0007] Mit der Bezugsziffer 1 ist der Kraftstoff-Tank eines Kraftfahrzeuges bezeichnet, in welchem eine Kraftstoffpumpe 2 angeordnet ist, die über eine Förderleitung 3 einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe 4 den von einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine benötigten Kraftstoff zur Verfügung stellt. Die bspw. mechanisch von der Brennkraftmaschine angetriebene Hochdruckpumpe 4 fördert dabei den von der Kraftstoffpumpe 2 bereitgestellten Kraftstoff unter sehr hohem Druck (bspw. in der Größenordnung von 130 bar) in eine an der Brennkraftmaschine vorgesehene Einspritzleiste 5, von welcher aus die den einzelnen Brennkraftmaschinen-Zylindern zugeordneten, lediglich symbolisch dargestellten Kraftstoff-Einspritzventile 6 versorgt werden.

[0008] In der Einspritzleiste 5 ist ein als Sicherheitsventil wirkendes Druckbegrenzungsventil 7 angeordnet, das in einem Fehlerfall überschüssige Kraftstoffmenge über eine Absteuerleitung 8 zur Saugseite der Hochdruckpumpe 4 zurückführt. Von der Hochdruckpumpe 4 zweigt ferner unter Zwischenschaltung eines Absperrventiles 9 eine Leckageleitung 10 ab, die in einer in den Tank 1 führenden Rückführleitung 11 mündet, und über die geringe Kraftstoff-Leckmengen der Hochdruckpumpe

pe 4 abgeführt werden.

[0009] In der Förderleitung 3 ist stromauf der Hochdruckpumpe 4 ein Druckregler 12 angeordnet, von dem die bereits genannte Rückführleitung 11 abzweigt, so daß der Druckregler 12 lediglich eine solche Kraftstoffmenge über die Förderleitung 3 der Hochdruckpumpe 4 zur Verfügung stellt, daß sich unter normalen Betriebsbedingungen dort, d.h. an deren Saugseite der sog. für die Brennkraftmaschine relevante Druck von bspw. 3,5 bar (gemessen als Differenzdruck gegenüber der Umgebung) einstellt. Die für die Erreichung dieses relevanten Druckes überschüssige, von der Kraftstoffpumpe 2 geförderte und daher nicht benötigte Kraftstoffmenge wird vom Druckregler 12 über die Rückführleitung 11 in den Tank 1 zurückgeführt.

[0010] Dem Druckregler 12 ist ein Kraftstoff-Filter 13 vorgeschaltet, jedoch ist dies unwesentlich. Ferner ist zwischen der Kraftstoffpumpe 2 und dem Filter 13 ein Rückschlagventil (nicht gezeigt) vorgesehen, so daß es bei einem Abstellen der Brennkraftmaschine nurmehr erforderlich ist, gleichzeitig das bereits genannte Absperrventil 9 zu schließen, um sicherzustellen, daß auch bei einem Stillstand der Brennkraftmaschine zumindest für einen gewissen Zeitraum stromauf der Hochdruckpumpe 4 der sog. für die Brennkraftmaschine relevante Kraftstoffdruck (von bspw. 3,5 bar als Differenzdruck) aufrecht erhalten wird bzw. bleibt.

[0011] Wie eingangs bereits erläutert, kann dieses Druckniveau von bspw. 3,5 bar in kritischen Betriebszuständen, so bspw. beim Starten oder auch im Heißbetrieb der Brennkraftmaschine nicht ausreichend hoch sein, um einer möglichen Dampfblasenbildung auf der Saugseite der Hochdruckpumpe 4 entgegen zu wirken. Wenn nun in diesen Betriebszuständen von der Brennkraftmaschine eine ggf. erheblich geringere Kraftstoffmenge benötigt wird, als die Kraftstoffpumpe 2 zu fördern in der Lage ist, so kann in diesen Betriebszuständen das stromab des Druckreglers 12 in der Förderleitung 3 herrschende Druckniveau zumindest kurzzeitig dadurch erhöht werden, daß die vom Druckregler 12 in die Rückführleitung 11 abgezweigte Kraftstoffmenge erheblich reduziert wird.

[0012] Zur Umsetzung dieses Prinzips ist in der bereits mehrfach genannten DE 44 43 836 A1 vorgeschlagen, in der (dortigen) Rückführleitung ein Sperrventil und parallel hierzu einen gedrosselten Bypass vorzusehen, wobei dort der Druckregler in der Rückführleitung selbst stromauf dieses Sperrventiles mit Bypass angeordnet ist. Dieser bekannte Stand der Technik ist jedoch insofern unbefriedigend, als praktisch nur zwei konkrete unterschiedliche Druckniveaus einstellbar sind. Neben dem für die laufende Brennkraftmaschine geltenden Druckniveau ist somit nur noch ein weiteres für einen Heißstart der Brennkraftmaschine relevantes Druckniveau einstellbar.

[0013] Demgegenüber Verbesserungen aufzuzeigen, ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung. Eine Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeich-

net, daß der Druckregler als elektronisches Druckregelventil mit integriertem Drucksensor ausgebildet ist (= unabhängiger Anspruch 8).

[0014] Eine weitere Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, daß der Druckregler in der Förderleitung angeordnet und in einer vom Druckregler zum Tank führenden Rückführleitung eine Drossel vorgesehen ist, und wobei der in der Rückführleitung stromauf der Drossel herrschende Kraftstoffdruck anstelle des bislang üblichen Atmosphärendrucks als Eingangs-Steuerdruck für den Druckregler herangezogen wird (= Anspruch 1). Vorteilhafte Weiterbildungen hierzu sind Inhalt der Unteransprüche 2 bis 7.

[0015] Zurückkommend auf die beigefügte und bereits im wesentlichen erläuterte **Figur 4** ist nach einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung der Druckregler 12 als vollständig variabel ansteuerbares elektronisches Druckregelventil mit integriertem Drucksensor ausgebildet. Ein derartiges Druckregelventil erlaubt bedarfsabhängig die Einstellung unterschiedlicher Druckniveaus in der Förderleitung 3 vor der Saugseite der Hochdruckpumpe 4, d.h. allgemein unterschiedlichster Werte des für die Brennkraftmaschine relevanten Kraftstoffdruckes. Bevorzugt ist - wie dargestellt - dieser Druckregler 12 bzw. dieses elektronische Druckregelventil (12) direkt in der Förderleitung 3 (und nicht wie im bekannten Stand der Technik in der Rückführleitung 11) angeordnet, da hierdurch der Regelverzug so gering als möglich gehalten wird.

[0016] Elektronisch ist dieser Druckregler 12 über ein Taktmodul 14 mit einem auch die gesamte elektronische Brennkraftmaschinen-Steuerung übernehmenden elektronischen Steuergerät 15 verbunden, so daß in Abhängigkeit von den jeweils vorliegenden Randbedingungen für jeden möglichen Betriebszustand gezielt der optimale Kraftstoffdruck in der Förderleitung 3 stromab dieses Druckreglers 12 eingestellt werden kann. Neben dem Startfall der Brennkraftmaschine können bei deren Betrieb insbesondere deren Drehzahl und Lastpunkt (niedere Last, mittlere Last, Hochlast) berücksichtigt werden, ferner die aktuell tatsächlich benötigte Kraftstoffmenge und weiterhin selbstverständlich relevante Temperatur-Werte, die im Steuergerät 15 zu anderen Zwecken ggf. bereits vorliegen. Aufgrund des integrierten Drucksensors kann dabei dieser elektronisch gesteuerte Druckregler 12 die jeweils als idealsten Druckwerte festgelegten Kraftstoffdrücke (bspw. 6 bar Überdruck gegenüber der Atmosphäre, aber auch andere Werte) sicher, einfach und schnell einstellen.

[0017] Für einfachere Anwendungsfälle werden im folgenden weitere Ausgestaltungen des Druckreglers 12 vorgeschlagen, die die grundsätzlich vorteilhafte, dabei jedoch möglicherweise etwas aufwendige und daher teure Ausführungsform als elektronisches Druckregelventil ohne nennenswerte Funktionseinbußen ersetzen können. Diese Ausgestaltungen, die Inhalt der Patentansprüche 1 bis 7 sind, werden im folgenden anhand der **Figuren 1 - 3** näher erläutert, in welchen drei ver-

schiedene Ausführungsbeispiele jeweils einer erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage in einer Prinzipdarstellung analog Figur 4 dargestellt sind und wobei gleiche Bauelemente jeweils mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet sind.

[0018] Beim sämtlichen dieser Ausführungsbeispiele nach den **Figuren 1 - 3** ist der Druckregler 12 in der Förderleitung 3 angeordnet und es ist in einer vom Druckregler 12 zum Tank 1 führenden Rückführleitung 11 eine Drossel 16 vorgesehen. Beim Druckregler 12 handelt es sich dabei um einen an sich üblichen mechanischen Druckregler, der durch Absteuerung einer gewissen Fluid- bzw. hier Kraftstoffmenge in die Rückführleitung 11 in der Förderleitung 3 stromab dieses Druckreglers 12 ein bestimmtes Druckniveau einstellt. Üblicherweise wird dieses Druckniveau gegenüber dem Atmosphärendruck definiert, d.h. ein üblicher Druckregler erhält als sog. Eingangs-Steuerdruck den Atmosphärendruck, so daß der eingeregelt Fluid-Druck stromab des Druckreglers als Differenzdruck gegenüber dem Atmosphärendruck bestimmt ist.

[0019] Bei einer erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage nach den Ausführungsbeispielen gemäß den **Figuren 1 - 3** kann nun jedoch der in der Rückführleitung 11 stromauf der Drossel 16 herrschende Kraftstoffdruck anstelle des bislang üblichen Atmosphärendrucks als Eingangs-Steuerdruck für den Druckregler 12 herangezogen werden. Sobald also vom Druckregler 12 eine Teilmenge der über die Förderleitung 3 herangeführten Kraftstoffmenge in die Rückführleitung 11 abgezweigt wird, wird sich in dieser aufgrund der Drossel 16, die einen gegenüber den anderen Leitungsquerschnitten erheblich verengten Strömungsquerschnitt aufweist, Überdruck, d.h. ein gegenüber der Atmosphäre erheblich erhöhter Druck einstellen. Dieser erhöhte Druck wird über eine von der Rückführleitung 11 stromauf der Drossel 16 abzweigenden Zweigleitung 17 dem Druckregler 12 als Eingangs-Steuerdruck zur Verfügung gestellt, wonach dieser auf seiner Ausgangsseite, d.h. in der Förderleitung 3 stromab des Druckreglers 12 bzw. stromauf der Hochdruckpumpe 4 ein dementsprechend höheres Druckniveau einstellt.

[0020] Beispielsweise liege der Regeldruck des Druckreglers 12 bei 3,5 bar, d.h. bei Anliegen von Atmosphärendruck am Druckregler 12 (als Eingangs-Steuerdruck) stelle dieser in der Förderleitung 3 einen Überdruck von 3,5 bar ein. Wird nun anstelle des Atmosphärendrucks ein Überdruck von bspw. 2,5 bar als Eingangs-Steuerdruck an den Druckregler 12 angelegt, so regelt dieser den Kraftstoff-Überdruck in der Förderleitung 3 auf ca. 6 bar. Mit dieser äußerst einfachen Maßnahme, nämlich im wesentlichen nur der Zweigleitung 17 bei Anordnung des Druckreglers 12 in der Förderleitung 3 kann somit der Kraftstoff-Druck stromab des Druckreglers 12 bzw. stromauf der Brennkraftmaschine, genauer hier der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 4, wie gewünscht erhöht werden.

[0021] Vorteilhafterweise erfolgt diese Druckerhö-

hung quasi selbsttätig genau in denjenigen Betriebszuständen bzw. unter denjenigen Randbedingungen, bei denen diese Druckerhöhung erforderlich ist. Wie eingangs erläutert wurde, ist diese besagte Druckerhöhung nur dann erforderlich, wenn relativ geringe Kraftstoffmengen von der Brennkraftmaschine angefordert werden, da nur dann die Gefahr der Dampfblasenbildung besteht. Und nur in diesem Fall wird vom Druckregler 12 eine größere Kraftstoffmenge in die Rückführleitung 11 abgezweigt, so daß sich dort aufgrund der Drossel 16 ein nennenswerter Überdruck einstellt, der über die besagte Zweigleitung 17 als Eingangs-Steuerdruck den Druckregler 12 veranlaßt, in der Förderleitung 3 stromauf der Hochdruckpumpe 4 bzw. stromauf der Brennkraftmaschine einen erhöhten Kraftstoff-Druck einzustellen. Liegt hingegen ein relativ hoher Kraftstoff-Durchsatz durch den Druckregler 12 vor, d.h. benötigt die Brennkraftmaschine eine relativ große Kraftstoffmenge, so besteht zum einen keine Gefahr durch Dampfblasenbildung, so daß stromauf der Hochdruckpumpe 4 kein erhöhtes Druckniveau benötigt wird. Zum anderen kann der Druckregler 12 dann dort auch kein überhöhtes Druckniveau einstellen, da allenfalls geringe Kraftstoffmengen in die Rückführleitung 11 abgesteuert werden, so daß sich dort die Drossel 16 kaum auswirkt und sich somit dort kein höherer Druck einstellt, der als gegenüber dem Atmosphärendruck nennenswert erhöhter Eingangs-Steuerdruck für den Druckregler 12 herangezogen werden könnte.

[0022] Beim Ausführungsbeispiel nach **Figur 1** ist in der Rückführleitung 11 stromab der Drossel 16 ein schaltbares Druckbegrenzungsventil 18 mit einem zumindest in der Höhe des oberen gewünschten Druckniveaus des für die Brennkraftmaschine relevanten Kraftstoffdruckes liegenden Grenzwert vorgesehen, wobei auch die bereits genannte Leckageleitung 10 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 4 stromauf dieses Druckbegrenzungsventiles 18 in der Rückführleitung 11 mündet. Dieses schaltbare Druckbegrenzungsventil 18 stellt sicher, daß sich bei jedem Startvorgang und bei stillstehender Brennkraftmaschine stromauf der Drossel 16 ein erhöhter Druck einstellt, worauf - wie bereits erläutert - über den Druckregler 12 stromauf der Hochdruckpumpe 4 der gewünschte höhere Druck von bspw. 6 bar eingestellt wird.

[0023] Als besonderer Vorteil zu erwähnen ist, daß bei den beiden bislang beschriebenen Kraftstoffversorgungsanlagen an die Kraftstoffpumpe 2 keine besonders erhöhten Anforderungen gestellt werden, auch wenn zeitweise das Druckniveau stromab des Druckreglers 12 auf erhöhte Werte angehoben wird. Tatsächlich sind die Betriebszeiten, in denen dieses erhöhte Druckniveau zur Sicherstellung der Funktion der Kraftstoffversorgungsanlage benötigt wird, derart gering, daß eine übliche Kraftstoffpumpe 2, die normalerweise nur gegen das niedrigere Druckniveau (von bspw. 3,5 bar) fördern muß, auch den erhöhten für die Brennkraftmaschine bzw. für die Hochdruckpumpe 4 relevanten

Druckwert (von bspw. 6 bar) problemlos bereitstellen kann, insbesondere da - wie bereits erwähnt - bei Nachfrage nach diesem erhöhtem Druckwert lediglich relativ geringe Kraftstoffmengen bereitgestellt werden müssen.

[0024] Im übrigen sei darauf hingewiesen, daß anstelle einer einfachen Kraftstoffpumpe 2 mit einer fixen Förderleistung im Sinne einer vorteilhaften Weiterbildung auch eine bedarfsgeregelte (insbesondere elektromotorisch angetriebene und demzufolge bevorzugt elektronisch geregelte) Kraftstoffpumpe 2 zum Einsatz kommen kann, da hiermit relativ exakt ein gewünschter Druckwert im System eingestellt werden kann.

[0025] Beim Ausführungsbeispiel nach **Figur 2** ist dem mit dem Kraftstoffdruck in der Rückführleitung 11 als Eingangs-Steuerdruck beaufschlagten ersten Druckregler 12 in der Förderleitung 3 der Kraftstoffpumpe 2 ein zweiter Druckregler 19 vorgeschaltet, dessen Druck-Regelwert annähernd doppelt so groß wie derjenige des ersten Druckreglers 12 bei Beaufschlagung mit Atmosphärendruck als Steuerdruck ist. Dieser zweite Druckregler 19 wird mit dem Atmosphärendruck als Eingangs-Steuerdruck beaufschlagt. Vorgesehen ist hier ein insbesondere als Elektromagnetventil ausgebildetes 3/2-Wege-Ventil 20, mit Hilfe dessen wahlweise der erste Druckregler 12 oder der zweite Druckregler 19 mit der Rückführleitung 11 stromauf der Drossel 16 verbindbar ist.

[0026] Unter der Bezugsziffer 20 ist dieses 3/2-Wege-Ventil dabei in derjenigen Schaltposition dargestellt, die bei laufender Brennkraftmaschine relevant ist. Wie aus einem Vergleich der **Figur 2** mit der bereits erläuterten **Figur 1** ersichtlich wird, führt diese Schaltposition im wesentlichen zu der in **Figur 1** erläuterten Anordnung, da der zweite Druckregler 19 aufgrund seiner gesperrten, d.h. nicht mit der Rückführleitung 11 verbundenen Absteuerleitung nicht wirksam ist. Nicht beeinflusst wird die erfindungsgemäße Funktion, nämlich daß der Druckregler 12 mit einem erhöhten Eingangs-Steuerdruck (in der Größenordnung von maximal 1,5 bar) beaufschlagt werden kann, dadurch, daß die Zweigleitung an einer etwas anderen Stelle von der Rückführleitung 11 abzweigt, da dieser Abzweig weiterhin stromauf der Drossel 16 liegt. Aufgrund des reduzierten Eingangs-Steuerdruckes kann hier die Leckageleitung 10 der Hochdruckpumpe 4 bereits stromauf der Drossel 16 in die Rückführleitung 11 münden.

[0027] Unter der Bezugsziffer 20' ist in **Figur 2** das 3/2-Wege-Ventil in derjenigen Schaltposition dargestellt, die beim Abstellen der Brennkraftmaschine sowie bei deren Start relevant ist. Für diese Betriebszustände, d.h. für einen Neustart der Brennkraftmaschine ist somit aufgrund des dann aktiven zweiten Druckreglers 19, der bspw. auf ein Druckniveau in der Größenordnung von 6 bar regeln kann, ein absolut sicherer Brennkraftmaschinen-Start gewährleistet.

[0028] Beim Ausführungsbeispiel nach **Figur 3** ist in einer in der Rückführleitung 11 mündenden Spülleitung

21 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 4 ein zweiter Druckregler 19 vorgesehen, dessen Druck-Regelwert annähernd doppelt so groß wie derjenige des ersten Druckreglers 12 bei Beaufschlagung mit Atmosphärendruck als Steuerdruck ist, wobei alternativ der erste Druckregler 12 oder der zweite Druckregler 19 mit der Rückführleitung 11 verbindbar ist. Zur Realisierung dieser wahlweisen Verbindungsfunktion ist -analog **Figur 2**- ein 3/2-Wege-Ventil 20 in der Rückführleitung 11 (und zwar sowohl stromab der Absteuerleitung des ersten Druckreglers 12 als auch stromab des zweiten Druckreglers 19) vorgesehen, wobei dieses 3/2-Wege-Ventil nicht nur elektromagnetisch arbeiten kann, sondern bspw. unter Zuhilfenahme des Thermo-Bimetall-Effektes auch thermisch angesteuert werden kann.

[0029] Dieses Ausführungsbeispiel ist somit relativ ähnlich demjenigen nach der bereits erläuterten **Figur 2**, wobei quasi ergänzend die bereits genannte Spülleitung 21 integriert bzw. vorgesehen ist, mit Hilfe derer die Hochdruckpumpe 4 mit vom Kraftstoff-Tank 1 geförderten Kraftstoff zur Wärmeabfuhr gespült werden kann. Während somit unter der Bezugsziffer 20 das 3/2-Wege-Ventil in seiner üblichen Schaltposition, d.h. bei laufender Brennkraftmaschine, dargestellt ist, ist unter der Bezugsziffer 20' die Schaltposition dieses 3/2-Wege-Ventiles beim Start der Brennkraftmaschine gezeigt, wobei dann die Kraftstoff-Hochdruckpumpe 4 zusätzlich über die Spülleitung 21 gespült wird.

[0030] Eine solche Spülleitung kann im übrigen in geeigneter Weise auch in den anderen Ausführungsbeispielen vorgesehen sein, wie überhaupt eine Vielzahl von Details insbesondere konstruktiver Art durchaus abweichend von den gezeigten Ausführungsbeispielen gestaltet sein können, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen. Stets erhält man mit den relevanten Merkmalen eine Kraftstoffversorgungsanlage, die sich auch bei hohen Umgebungstemperaturen und somit bei der Gefahr von Dampfblasenbildung im Kraftstoffsystem mit relativ einfachen Mitteln durch höchste Funktionssicherheit auszeichnet.

Bezugszeichenliste:

[0031]

- 1 Kraftstoff-Tank
- 2 Kraftstoffpumpe
- 3 Förderleitung
- 4 (Kraftstoff-) Hochdruckpumpe
- 5 Einspritzleiste
- 6 Kraftstoff-Einspritzventil
- 7 Druckbegrenzungsventil (in 5)
- 8 Absteuerleitung
- 9 Absperrventil
- 10 Leckageleitung
- 11 Rückführleitung
- 12 (erster) Druckregler
- 13 Kraftstoff-Filter

- 14 Taktmodul
- 15 elektronisches Steuergerät
- 16 Drossel
- 17 Zweigleitung
- 18 Druckbegrenzungsventil
- 19 zweiter Druckregler
- 20 3/2-Wege-Ventil
- 21 Spülleitung

Patentansprüche

1. Kraftstoffversorgungsanlage für eine Brennkraftmaschine mit einer den Kraftstoff aus einem Tank (1) über eine Förderleitung (3) zur Brennkraftmaschine fördernden Kraftstoffpumpe (2) sowie mit einem Druckregler (12), der den für die Brennkraftmaschine relevanten Kraftstoffdruck wahlweise auf unterschiedliche Druckniveaus einstellt, wobei der Druckregler (12) in der Förderleitung (3) angeordnet ist und in einer vom Druckregler (12) zum Tank (1) führenden Rückführleitung (11) eine Drossel (16) vorgesehen ist, und wobei der in der Rückführleitung (11) stromauf der Drossel (16) herrschende Kraftstoffdruck anstelle des bislang üblichen Atmosphärendrucks als Eingangs-Steuerdruck für den Druckregler (12) herangezogen wird.

2. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1, wobei die Förderleitung (3) stromab des Druckreglers (12) an der Saugseite einer für die Kraftstoff-Direkteinspritzung vorgesehenen Hochdruckpumpe (4) mündet und an dieser Stelle Kraftstoff unter dem für die Brennkraftmaschine relevanten Druck bereitstellt und eine von der Hochdruckpumpe (4) wegführende Leckageleitung (10) in der Rückführleitung (11) mündet.

3. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Rückführleitung (11) stromab der Drossel (16) ein schaltbares Druckbegrenzungsventil (18) mit einem zumindest in der Höhe des oberen gewünschten Druckniveaus des für die Brennkraftmaschine relevanten Kraftstoffdruckes liegenden Grenzwert vorgesehen ist.

4. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Leckageleitung (10) stromauf des Druckbegrenzungsventiles (18) in der Rückführleitung (11) mündet.

5. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß dem mit dem Kraftstoffdruck in der Rückführleitung (11) als Eingangs-Steuerdruck beaufschlagten ersten Druckregler (12) in der Förderleitung (3) ein zweiter Druckregler

(19) vorgeschaltet ist, dessen Druck-Regelwert annähernd doppelt so groß wie derjenige des ersten Druckreglers (12) bei Beaufschlagung mit Atmosphärendruck als Steuerdruck ist.

6. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß alternativ der erste Druckregler (12) oder der zweite Druckregler (19) mit der Rückführleitung (11) stromauf der Drossel (16) verbindbar ist.

7. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß in einer in der Rückführleitung (11) mündenden Spülleitung (21) der Hochdruckpumpe (4) ein zweiter Druckregler (19) vorgesehen ist, dessen Druck-Regelwert annähernd doppelt so groß ist wie derjenige des ersten Druckreglers (12) bei Beaufschlagung mit Atmosphärendruck als Steuerdruck, wobei alternativ der erste Druckregler (12) oder der zweite Druckregler (19) mit der Rückführleitung (11) verbindbar ist.

8. Kraftstoffversorgungsanlage für eine Brennkraftmaschine mit einer den Kraftstoff aus einem Tank (1) über eine Förderleitung (3) zur Brennkraftmaschine fördernden Kraftstoffpumpe (2) sowie mit einem Druckregler (12), der den für die Brennkraftmaschine relevanten Kraftstoffdruck wahlweise auf unterschiedliche Druckniveaus einstellt, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckregler (12) als elektronisches Druckregelventil mit integriertem Drucksensor ausgebildet ist.

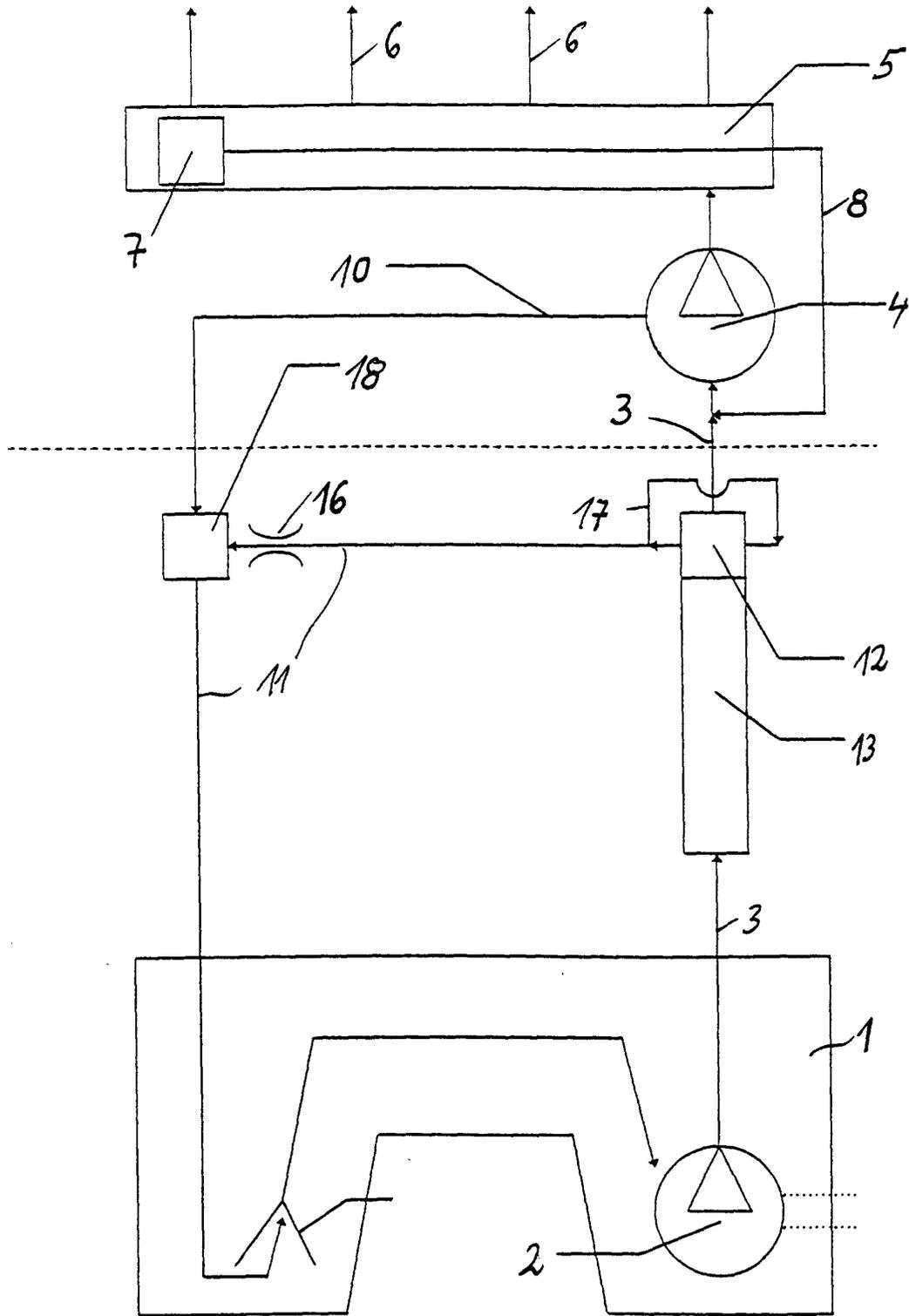


Fig. 1

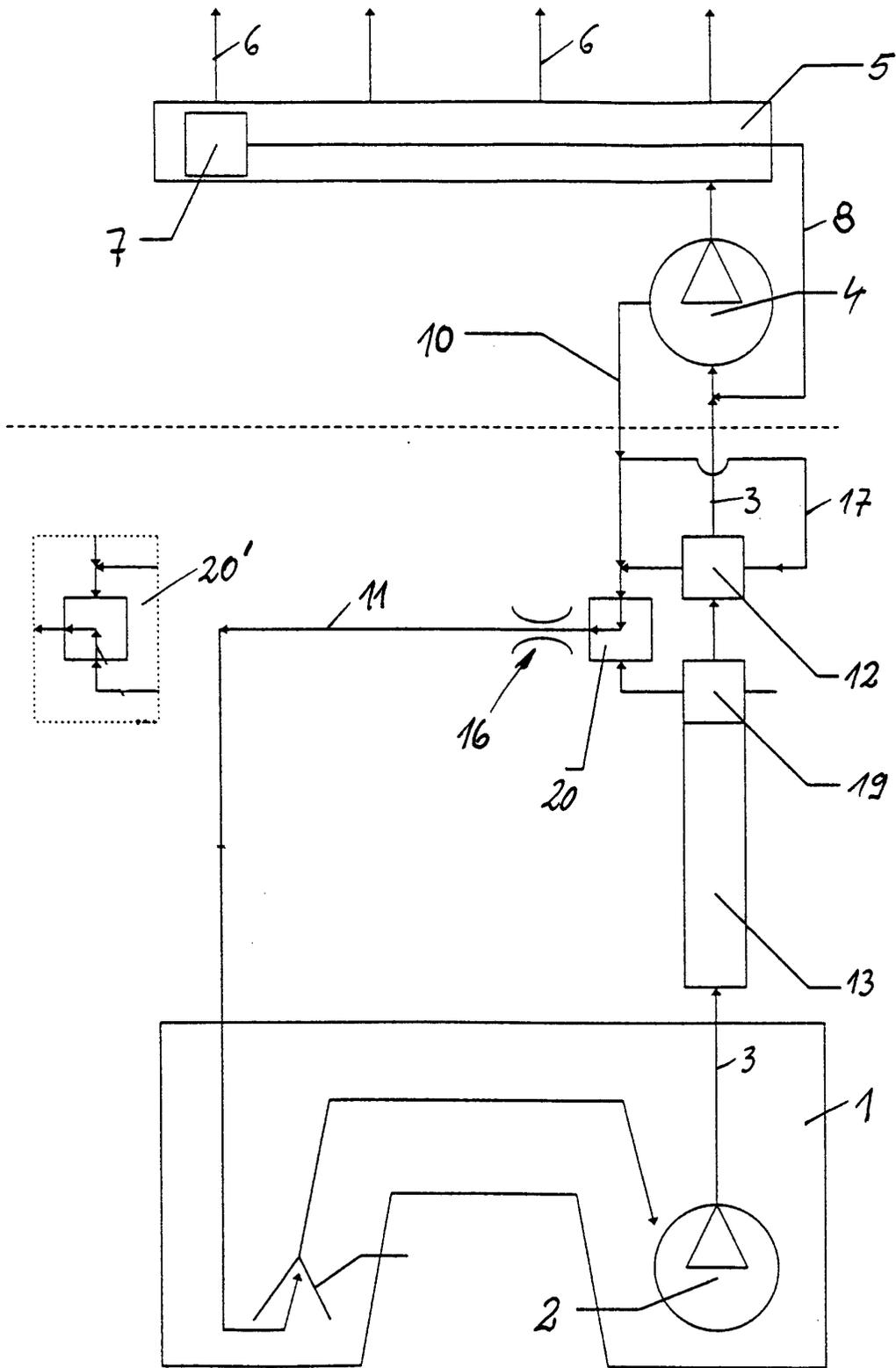


Fig. 2

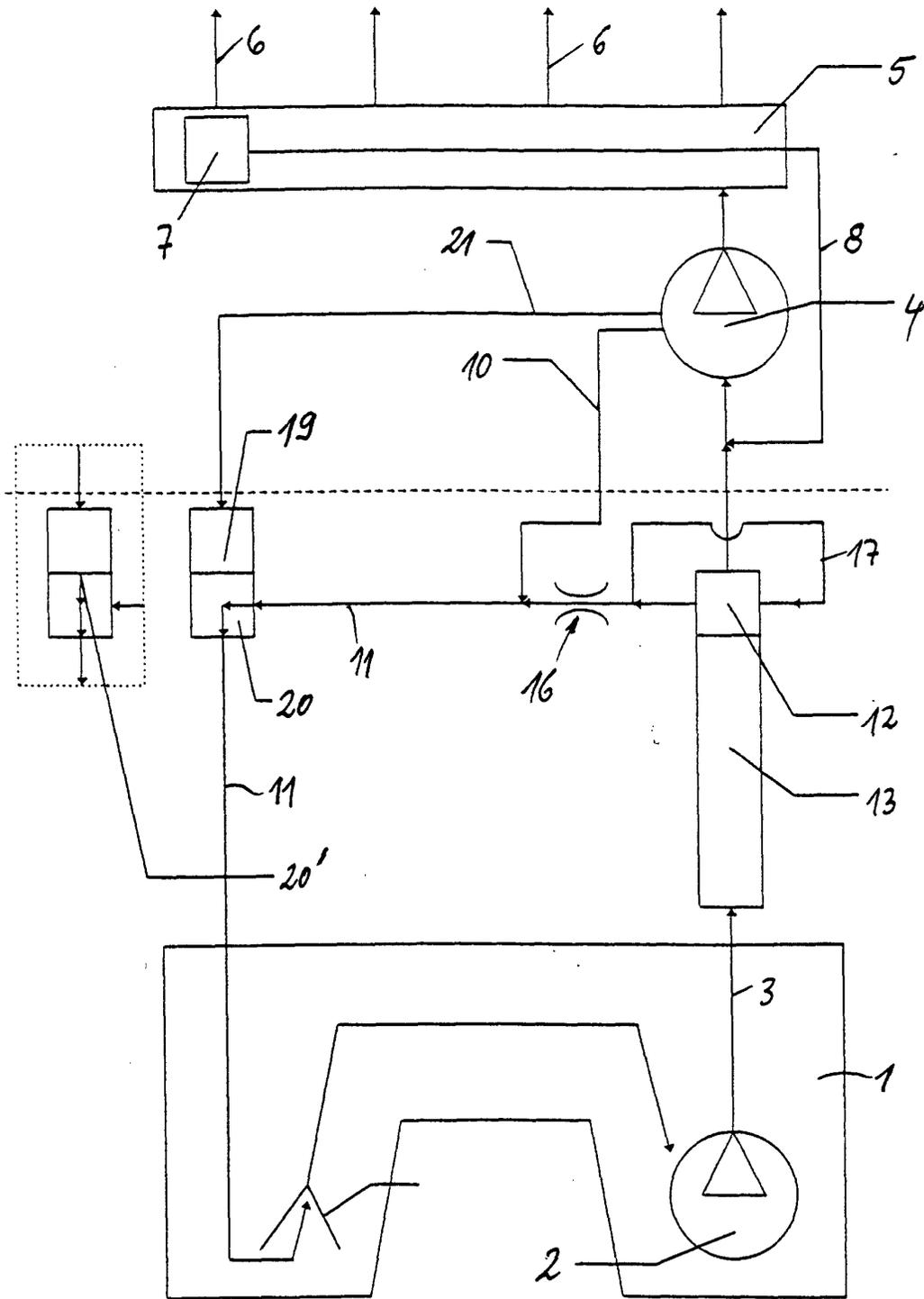


Fig. 3

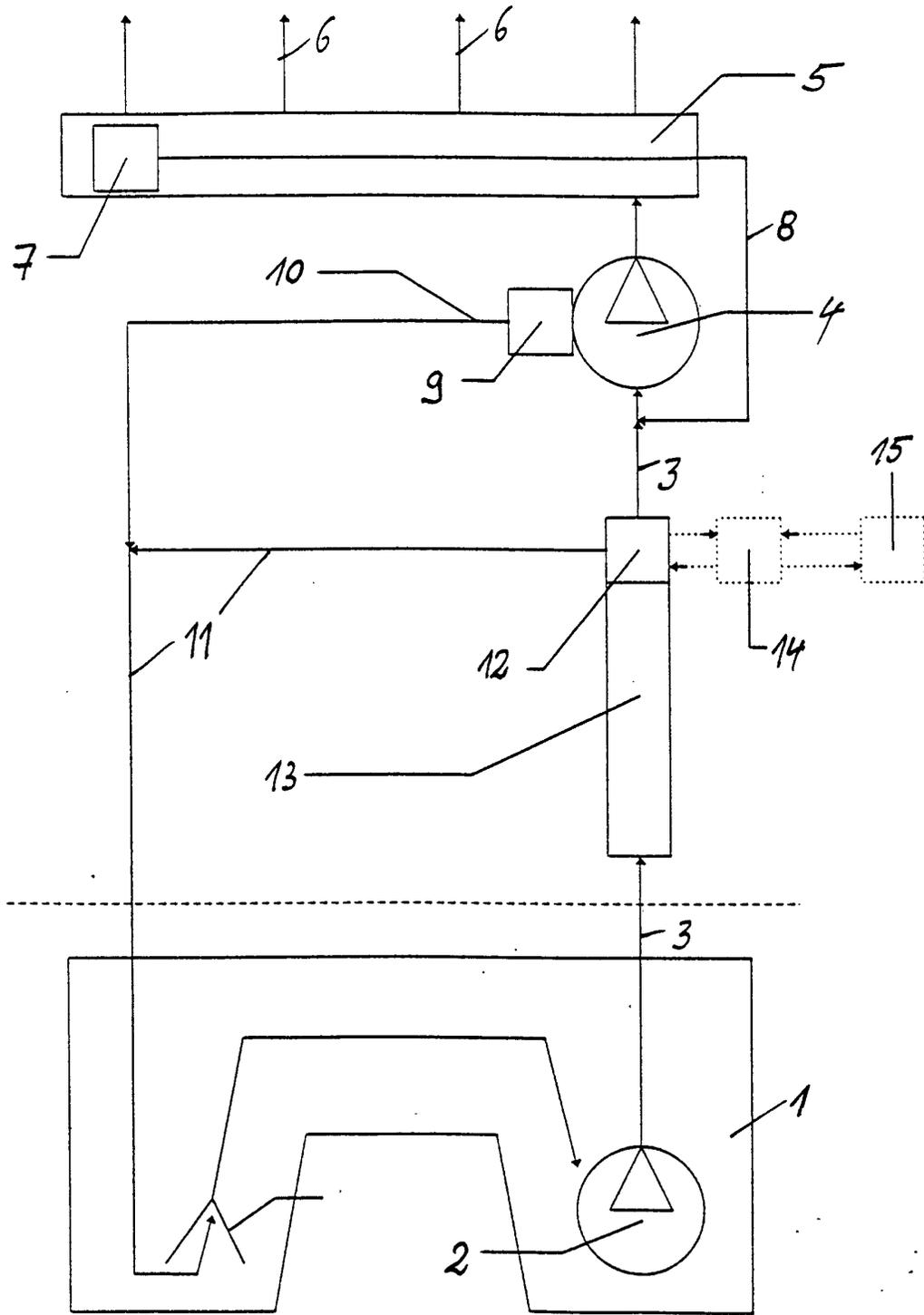


Fig. 4