



(10) **DE 10 2009 013 340 B4** 2011.06.01

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 013 340.2**
(22) Anmeldetag: **16.03.2009**
(43) Offenlegungstag: **30.09.2010**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.06.2011**

(51) Int Cl.: **F16H 61/40 (2010.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Sauer-Danfoss GmbH & Co OHG, 24539
Neumünster, DE**

(74) Vertreter:
**FROHWITTER Patent- und Rechtsanwälte, 81679
München**

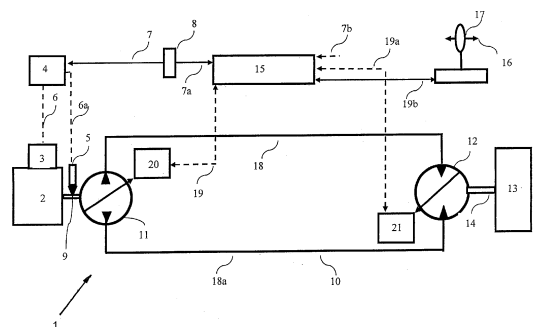
(72) Erfinder:
**Widemann, Axel, 24536 Neumünster, DE;
Martensen, Sven, 24211 Schellhorn, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	199 34 782	C2
DE	39 35 068	C2
DE	199 30 997	B4
EP	0 558 958	A1

(54) Bezeichnung: **Leistungsgeführter Konstantdruckregler**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Regelung des Fluid-
drucks in einem Antriebssystem (1) mit einem hydrostati-
schen Fahrtrieb (10), dessen druckerzeugende Verstell-
pumpe (11) von einem Verbrennungsmotor (2) mit einer
elektronischen Steuerung/Regelung (4) angetrieben wird,
und das eine Fahrelektronik (15) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
– von der elektronischen Steuerung/Regelung (4) des Ver-
brennungsmotors (2) ein dessen Auslastung entsprechen-
des Auslastungssignal erzeugt wird, wobei das Auslastungs-
signal des Verbrennungsmotors (2) bei einer gegebenen
Drehzahl aus dem Verhältnis des aktuellen Drehmoments
zu dem bei der selben Drehzahl möglichen maximalen Dreh-
moment ermittelt wird,
– das Auslastungssignal an die Fahrelektronik (15) übermit-
telt wird und
– die Fahrelektronik (15) den Hochdruckwert im Hochdruck-
kreis des hydrostatischen Fahrtriebs (10) nach Maßgabe
des Auslastungssignals einstellt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Fluiddrucks bei einem hydrostatischen Fahrtrieb nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie einen hydrostatischen Fahrtrieb, der eine solche Regelung aufweist.

[0002] Die Erfindung kommt vorzugsweise bei Arbeitsfahrzeugen zur Anwendung, wie bei Radladern, Baggern und Gabelstaplern. Solche Arbeitsfahrzeuge besitzen neben einer Arbeitshydraulik häufig ein hydrostatisches Getriebe, auch hydraulischer Fahrtrieb oder hydraulisches Antriebssystem genannt. Die Leistung für die Arbeitshydraulik und den Fahrtrieb zum Bewegen des Fahrzeugs wird üblicherweise von einem Verbrennungsmotor aufgebracht. Hierfür haben sich Dieselmotoren durchgesetzt.

[0003] Ein hydrostatisches Getriebe ist die Kombination einer Pumpe und eines Hydraulikmotors, wie sie beispielsweise aus DE 39 35 068 C2 bekannt ist. Die Arbeitsleistung des Dieselmotors wird von der Pumpe über einen hydraulischen Kreis auf den Hydromotor übertragen. Einer der beiden Anschlüsse für das Druckfluid, üblicherweise Hydrauliköl, am Hydromotor wird mit Hochdruck beaufschlagt, auch Arbeitsdruck oder Betriebsdruck genannt. Unter dem Begriff Hochdruck versteht man also im vorliegenden Zusammenhang den hydraulischen Systemdruck zwischen der Pumpe und dem Hydromotor. Am anderen Anschluss des Hydromotors steht das Hydrauliköl unter einem wesentlich niedrigeren Druck, dem sogenannten Fülldruck oder Speisedruck, der innerhalb der Pumpe gesondert erzeugt wird.

[0004] Bei der Pumpe handelt es sich um eine Verstellpumpe, also eine Hydraulikpumpe mit veränderlichem Fördervolumen. Die Verstellpumpe wird mit Hilfe eines Steuerblocks verstellt, wie er beispielsweise aus den DE 199 34 782 C2 und DE 199 30 997 B4 bekannt ist. Durch den Einsatz eines solchen Getriebes mit Fahrautomatik wird ein autokonformes oder automotives Fahren des Arbeitsfahrzeugs erreicht. Autokonformes Fahren heißt, dass die gewünschte Fahrgeschwindigkeit durch die Fahrpedalbetätigung des Dieselmotors vorgegeben wird. Die Fahrgeschwindigkeit stellt sich proportional zur Fahrpedalverstellung ein, solange der Hochdruck 80 bar nicht übersteigt. Bei weiter steigendem Hochdruck (Drückung des Antriebsmotors, beispielsweise des Dieselmotors) wird der feste Zusammenhang zwischen Fahrpedalstellung und Fahrgeschwindigkeit aufgelöst. Abhängig von der zur Verfügung stehenden Antriebsleistung des Dieselmotors und dem Fahrwiderstand wird die Fahrgeschwindigkeit so beeinflusst, dass der Antriebsmotor nicht unzulässig gedrückt und damit überlastet wird. Infolge der internen Rückstellkräfte wird der Förderstrom im Arbeitskreis bei steigendem Betriebsdruck verringert.

[0005] Der Förderstrom der Pumpe wird im Wesentlichen durch die Druckdifferenz zwischen einem Steuerdruck und dem bereits erwähnten Fülldruck bestimmt, der gewissermaßen als Bezugsdruck herangezogen wird. Diese Druckdifferenz bewirkt über einen oder mehrere Verstellzylinder die Verstellung einer Schwenkscheibe in der Pumpe. Die Differenz zwischen Steuerdruck und Speisedruck hängt von der Drehzahl der Welle ab, die den Dieselmotor mit der Verstellpumpe verbindet. Die Druckdifferenz beträgt etwa 2 bar für das Anfahren und etwa 15 bar für den maximalen Förderstrom der Pumpe, der bei einer mittleren Drehzahl erreicht wird. Ein richtig eingestellter Antrieb setzt das Fahrzeug bei einer Dieseldrehzahl von 1000 bis 1200 Umdrehungen pro Minute in Bewegung. Die Pumpe wird dann durch den wachsenden Steuerdruck zum maximalen Fördervolumen verstellt, wobei dieses bei noch relativ geringer Drehzahl passiert sein muss (1500 bis 1700 Umdrehungen pro Minute).

[0006] Der von der Pumpe erzeugte Förderstrom wird über den Hochdruckanschluss in den Hydromotor gedrückt und im geschlossenen Kreislauf zur Pumpe zurückgeführt. Als Hydromotor wird im Allgemeinen kein Konstantmotor, sondern ein Verstellmotor verwendet, also ein Hydraulikmotor mit veränderlichem Schluckvolumen. Ein derartiger Verstellmotor ist beispielsweise aus den DE 199 34 782 C2 und DE 199 30 997 B4 bekannt. Unter dem Schluckvolumen ist diejenige Menge Öl in cm³ zu verstehen, die der Verstellmotor bei einer Umdrehung seiner Welle aufnimmt. Die Verstellung des Schluckvolumens zwischen einem Minimalwert und einem Maximalwert geschieht mit Hilfe eines in einem Stellzylinder beweglichen Stellkolbens, der den Winkel zwischen dem Arbeitskolben und der Welle zwischen einer Minimalposition und einer Maximalposition verschwenkt. Der minimale Schwenkwinkel kann beispielsweise 8° betragen, während der maximale Schwenkwinkel 40° beträgt. Als Verstellbereich lässt sich beispielsweise der Faktor 4,6 zwischen dem maximalen und dem minimalen Schluckvolumen erreichen. Die Verstellung kann unter Last und mit kurzen Verstellzeiten vorgenommen werden.

[0007] Der Verstellmotor kann mit Regel- und Verstelleinrichtungen vielfältiger Art ausgestattet sein. Als Basisverstellung, auf der die Erfindung aufbaut, wird ein Verstellprinzip mit der Abkürzung RDM herangezogen, das auf einem Leistungsvergleich basiert. Mit RDM wird ein Konstantdruckregler bezeichnet, bei dem das Schluckvolumen durch eine hydraulische Proportionalverstellung stufenlos einstellbar ist. Der Arbeitsdruck am Verstellmotor, also der Hochdruck, liefert nicht nur den Stelldruck intern an den Stellzylinder, sondern bestimmt auch das Ausmaß der Verstellung. Der Regler wird werkseitig auf einen Regelbeginn und ein minimales Schluckvolumen eingestellt. Ab Regelbeginn, also sobald

der Hochdruck den eingestellten Regeldruck erreicht, sorgt der Regelkreis dafür, dass der eingestellte Druck konstant am Motor anliegt.

[0008] Im Unterschied dazu wird unter einer VMA-Regelung eine steuerdruck- und hochdruckabhängige Zweipunktverstellung des Schluckvolumens bei variablem Hochdruck verstanden. Der Regelbeginn ist derselbe wie bei der RDM-Regelung, d. h. der Regeldruck bewegt sich in der Praxis zwischen 170 und 250 bar je nach Anwendungsfall. Im Unterschied zu dem rein druckgeregelten Motor (RDM) wird bei VMA jedoch die Verstellung des Schluckvolumens zu kleineren Werten hin von einem externen Steuerdruck ausgelöst, und zwar von demjenigen Steuerdruck, der von der Verstellpumpe mit Fahrautomatik bereitgestellt wird. Dieser Steuerdruck wird von einer Füll- und Steuerpumpe erzeugt, die zusammen mit der Verstellpumpe auf der Antriebswelle des Dieselmotors sitzt. Die VMA-Verstellung bietet Vorteile beim Fahrkomfort und erlaubt feinfühliges Fahren sowie leichtes Rangieren. Die Hauptfaktoren, die hierzu beitragen, sind das Anfahren, das grundsätzlich auf großem Winkel des Hydraulikmotors geschieht, und die Umschaltung, die bei einer gewissen Drehzahl erfolgt.

[0009] Die Erfindung geht also von einem Verstellmotor in einem hydrostatischen Getriebe aus, bei dem der Steuerdruck, welcher in der Fahrautomatik der Verstellpumpe erzeugt wird und ein Maß für die Drehzahl n darstellt, auch zur Beeinflussung des Hochdrucks im Verstellmotor herangezogen wird.

[0010] Ein derartiges Getriebe und ein Verfahren zur Regelung des Fluiddrucks in dessen hydraulischen Fahrtrieb ist beispielsweise in der DE 39 35 068 C2 beschrieben.

[0011] Bei solchen Fahrtrieben ergibt sich das Problem, dass bei Schiebetrieb des Antriebs, also bei negativer Last etwa beim Bergabrollen, eine Umkehrung der Druckverhältnisse im Leitungssystem erfolgt. Dies bedeutet, dass die Hochdruckseiten im Hochdruckkreis wechseln, d. h. die Antriebsseite wird zur Bremsseite und umgekehrt. Die Druckregelung würde dies als Richtungsumkehr- und somit als Bremssignal auffassen und mit starker Bremswirkung auf den Fahrtrieb einwirken, was unerwünscht ist. Um diese Wirkung zu verhindern ist in den Hydraulikkreislauf üblicherweise ein Fahrtrichtungserkennungsventil eingebaut, das auf englisch als Brake-Pressure-Defeat-Valve (wörtlich Bremsdruckverhinderungsventil) bezeichnet wird. Dieses Ventil hat die Aufgabe das Hochdrucksignal nur aus der vorgeählten Fahrtrichtung durchzulassen.

[0012] Hierdurch wird vermieden, dass im Schiebetrieb der Konstantdruckregler aktiv wird und das Schluckvolumen des hydraulischen Motors ver-

größert wird. Dieses würde zu einer starken unerwünschten Abbremsung des Fahrzeugs führen. Der Einsatz eines Fahrtrichtungserkennungsventils in hydraulischen Fahrtrieben ist Stand der Technik.

[0013] In EP 0 558 958 A1 ist ein hydrostatischer Fahrtrieb für ein Fahrzeug mit einem primär und sekundär verstellbaren hydrostatischen Getriebe mit einem Antriebsmotor und einer Hydropumpe beschrieben. Beide sind bzgl. ihres jeweiligen Hubvolumens auf Basis eines Steuersignals verstellbar. Dieses Steuersignal wird an eine elektronische Steuereinheit geleitet, welche ein Programm zur Ermittlung der Drückung des Antriebsmotors aus den Steuersignalen entsprechender Sensoreinrichtungen aufweist. Die Regelung des Arbeitsdruckes in der Arbeitsleitung erfolgt lediglich auf Basis eines vorgegebenen maximalen Wertes, welcher nicht überschritten werden soll.

[0014] Im Hinblick auf immer strenger werdende Abgasnormen und auf eine Verringerung des Treibstoffverbrauchs bei Verbrennungsmotoren haben sich insbesondere bei neueren Dieselmotoren elektronisch gesteuerte Einspritzsysteme durchgesetzt. Der Steuerrechner dieser Einspritzsysteme erfasst unter anderem auch die aktuelle Drehzahl und den dazu gehörigen, lastabhängigen Auslastungsgrad des Verbrennungsmotors. Als Auslastungsgrad ist das Verhältnis von aktuellem Drehmoment bei der gegebenen Drehzahl zu dem maximal möglichen Drehmoment bei derselben Drehzahl definiert. Dieser Wert wird von dem Motorsteuergerät des Dieselmotors anhand von vorgegebenen Kennfeldern des Motors und der über einen Drehzahlsensor ermittelten Drehzahl bestimmt. Er wird üblicherweise als Prozentwert angegeben.

[0015] Die Drehzahl und der Auslastungsgrad eines Dieselmotors neuerer Bauart werden also serienmäßig und kontinuierlich erfasst und sind über eine Schnittstelle der des Motorsteuergeräts abgreifbar. Die Schnittstelle kann hierbei als Steckverbindung eines Signalbusses, etwa eines CAN-Busses (Controller Area Network) ausgebildet sein. Hiervon geht die Erfindung aus.

[0016] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Regelung des Fluiddrucks in einem hydrostatischen Fahrtrieb, dessen Hydropumpe von einem Dieselmotor mit elektronischer Einspritzung betrieben wird, vorzuschlagen, das eine Reduzierung von Bauteilen erlaubt und eine flexible, sichere und zuverlässige Betriebsweise des Fahrtriebs gewährleistet und einen hydrostatischen Fahrtrieb anzugeben, bei dem ein derartiges Verfahren eingesetzt ist.

[0017] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 da-

durch, dass der Auslastungsgrad des Verbrennungsmotors ermittelt wird, wobei der Auslastungsgrad aus dem Verhältnis eines maximalen Drehmoments des Verbrennungsmotors bei einer vorgegebenen Drehzahl zu einem aktuell ermittelten Drehmoment bei dieser Drehzahl bestimmt wird und dass die Drehzahl des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von dem Auslastungsgrad des Verbrennungsmotors geführt wird.

[0018] Die Erfindung macht sich zu Nutze, das bei modernen Dieselmotoren mit elektronisch gesteuerten Einspritzung ein Motorsteuergerät vorhanden ist, welches über einen CAN (Controler Area Network) Bus die Ausgabe von Signalen ermöglicht, die der aktuellen Motordrehzahl und dem aktuellen Auslastungsgrad entsprechen. Diese Daten werden ständig von der Motorsteuerung ermittelt und sind über eine Schnittstelle des CAN-Busses, etwa in Form einer Steckverbindung; an weitere elektronische Steuer- oder Regelungssysteme übermittelbar. Damit ist die Möglichkeit gegeben, diese ständig bereitgestellten und routinemäßig ermittelten Daten für die Regelung der Drehzahl heranzuziehen, ohne dass weitere Sensoren oder Einrichtungen erforderlich sind.

[0019] Der CAN-Bus ist auch dazu geeignet, externe Signale oder Daten dem Motorsteuergerät des Dieselmotors zu übermitteln. Hierdurch ist ein Einwirken von derartigen Signalen, die beispielsweise im Fahrtriebsrechner eines nachgeordneten Hydrogetriebes erzeugt werden, auf das Motorsteuergerät möglich. Dieses kann somit dazu veranlasst werden, die Einspritzung von Kraftstoff zur Erzielung einer gewünschten Drehzahl des Motors zu steuern, wobei zur Optimierung auch Daten über den Wirkungsgrad des Dieselmotors und des hydraulischen Getriebes sowie über Abgas- und Geräuschemissionen des Dieselmotors herangezogen werden können. Diese Daten können nach der Erfindung aus Motorkennfeldern entnommen werden, die in dem jeweiligen Rechner des Motorsteuergeräts und/oder der Fahrelektronik des Nutzfahrzeugs gespeichert sind.

[0020] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 dadurch, dass von der elektronischen Steuerung/Regelung des Verbrennungsmotors ein dessen Auslastung entsprechendes Auslastungssignal erzeugt wird, wobei das Auslastungssignal des Verbrennungsmotors, der bevorzugt als Dieselmotor ausgebildet ist, bei einer gegebenen Drehzahl aus dem Verhältnis des aktuellen Drehmoments zu dem bei der selben Drehzahl möglichen maximalen Drehmoment ermittelt wird, das Auslastungssignal an die Fahrelektronik übermittel wird und die Fahrelektronik den Hochdruckwert im Hochdruckkreis des hydrostatischen Fahrtriebs nach Maßgabe des Auslastungssignals einstellt.

[0021] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens kann darin bestehen, dass die Hydropumpe in einem weiten Betriebsbereich auf maximalen Schwenkwinkel betrieben wird und der hydraulische Motor in seinem Schluckvolumen über den Hochdruck geregelt wird, wobei die Vorgabe des Drucksignals aus dem Auslastungsgrad des Dieselmotors ermittelt wird.

[0022] Hierbei kann gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführung die Hydropumpe in einem weiten Betriebsbereich auf maximalen Schwenkwinkel betrieben werden und der hydraulische Motor in seinem Schluckvolumen nach Maßgabe des Fahrgeschwindigkeitwunsches und des Auslastungsgrades des Dieselmotors über eine elektrisch proportionale Verstellung verstellt werden.

[0023] Zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe wird im Hinblick auf die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ein Antriebssystem mit einem Dieselmotor und einem hydrostatischen Getriebe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 7 vorgesehen, dass die elektronische Regelung/Steuerung des Verbrennungsmotors ein Auslastungssignal erzeugt, dass das Auslastungssignal über eine Datenleitung an die Fahrelektronik übermittelbar ist und dass die Fahrelektronik die Druckregel-einrichtung der Konstantdruckregelung nach Maßgabe des Auslastungssignals einstellt.

[0024] Durch die erfindungsgemäße Steuerung des Einstelldrucks des Hydrogetriebes unter Berücksichtigung des Auslastungsgrads des die Verstellpumpe antreibenden Dieselmotors ist es möglich gemäß Anspruch 3 auf ein Fahrtrichtungserkennungsventil (Brake-Pressure-Defeat-Valve) völlig zu verzichten, ohne dass die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Fahrbetriebs gefährdet ist. Der Einsatz eines solchen Ventils mit zugehörigen Leitungen und Anschlüssen ist ein erheblicher Kostenfaktor, der einen nicht unerheblichen Teil der Gesamtkosten der Bauteile des Hydrogetriebes betragen kann. Dieser Posten entfällt bei Anwendung des Verfahrens nach der Erfindung, was folglich als Ersatz von Hardware durch Software gesehen werden kann.

[0025] Im Schiebebetrieb, der beispielsweise beim Ausrollen des Fahrzeugs oder bei einem Gefälle des Fahrwegs auftreten kann, verringert sich die Last am Hydromotor und damit auch die Last an der Hydropumpe, was sich wiederum als Entlastung des antreibenden Dieselmotors äußert. Diese Entlastung führt zu einer entsprechenden Änderung des Auslastungsgrades des Dieselmotors, der im Schiebebetrieb sehr klein oder gleich null ist. Dieser geringe Wert wird von dem Motorsteuergerät erfasst wird und in geeigneter Form an der hierfür vorgesehenen Schnittstelle zur Verfügung gestellt. Dieses Auslastungssignal wird über eine Datenleitung, die beispielsweise

se/bevorzugt als Teil eines CAN-Busses ausgebildet ist, an den Fahrbetriebsrechner des Hydrogetriebes übermittelt. Dieser Rechner erkennt anhand des niedrigen Auslastungsgrades, dass ein Schiebebetrieb vorliegt und steuert demgemäß die Druckeinstellung des Konstantdruckreglers. Der hierbei eingestellte Druckwert ist so gewählt, dass er höher ist, als der im System erreichbare. Damit ist sichergestellt, dass der Konstantdruckregler nicht anspricht und somit auch keine unerwünschte Bremswirkung hervorruft.

[0026] Die Erfindung wird anschließend an Hand von Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, noch näher erläutert. Es zeigen:

[0027] **Fig. 1** Eine schematische Darstellung eines Antriebssystems für Nutzfahrzeugs mit Dieselmotor und Hydrogetriebe, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar ist,

[0028] **Fig. 2** eine schematische Darstellung eines Hydrogetriebes nach dem Stand der Technik,

[0029] **Fig. 3** eine schematische Darstellung eines Hydrogetriebes nach der Erfindung, gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel

[0030] **Fig. 4** eine schematische Darstellung eines Hydrogetriebes nach der Erfindung, gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0031] Die **Fig. 1** zeigt in schematischer Darstellung ein Antriebssystem **1** für eine fahrbare Arbeitsmaschine mit einem Dieselmotor **2** und einem Hydrogetriebe, hier als hydrostatischer Fahrtrieb **10** mit weiterem Arbeitsgerät **13** dargestellt, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar ist. Der Dieselmotor **2** ist mit einem elektronischen Einspritzsystem versehen, das eine Einspritzpumpe **3** für den Kraftstoff aufweist, die von einem Motorsteuergerät **4** angesteuert wird. Das Motorsteuergerät **4** ist über elektrische Leitungen **6**, **6a** mit dem Einspritzsystem sowie mit einem Drehzahlsensor **5** verbunden, der hier an der Abtriebswelle **9** des Dieselmotors **2** angeordnet ist. Das Motorsteuergerät **4** ist zudem mit einem bidirektionalen Datenbus **7** verbunden, wobei die Leitungen **6** und **6a** ebenfalls Teil des Datenbusses **7** sein können. Als Datenbus **7** ist bevorzugt ein CAN-Bus (Controller Area Network) einsetzbar. Der zum üblichen Lieferumfang eines Dieselmotors **2** moderner Bauart gehörende Datenbus **7** des Motorsteuergeräts **4** verfügt über eine Schnittstelle **8**, die bevorzugt als Steckverbindung ausgeführt ist. An dieser Schnittstelle **8** sind bestimmte Signale und Daten, die von dem Motorsteuergerät **4** ermittelt werden, an weitere Steuereinheiten, wie den Fahrtriebsrechner **15** des hydrostatischen Fahrtriebs **10** übergebbar. Sie sind über zugehörige Leitungen **7a**, die ebenfalls als Teil des Datenbusses **7** sein können, an den

Fahrtriebsrechner **15** übermittelbar. Nach der Erfindung betreffen die über die Schnittstelle **8** bzw. einen Datenbus **7** übermittelten Daten die Drehzahl und den Auslastungsgrad des Dieselmotors **2**. Über den Datenbus **7** und die Leitungen **7a** kann der Fahrtriebsrechner **15** auch mit dem Motorsteuergerät **4** kommunizieren und bei Bedarf auf dieses einwirken, wie noch erläutert wird.

[0032] Die von dem Dieselmotor **2** mittels dessen Abtriebswelle **9** angetriebene hydrostatische Fahrtrieb **10** weist eine Verstellpumpe **11** auf, deren Fördervolumen über eine elektrisch ansteuerbare Pumpenverstellereinrichtung **20** einstellbar ist. Die Verstellpumpe **11** fördert das Druckfluid über Leitungen **18**, **18a** zu bzw. von einem Hydromotor, der hier als Verstellmotor **12** ausgebildet ist. Im Rahmen der Erfindung ist jedoch auch ein nicht verstellbarer Hydromotor einsetzbar, wobei dann die Steuerung der Druckverhältnisse im Hochdruckkreis allein über die Verstellpumpe erfolgt. Die Verstellung des Verstellmotors **12** erfolgt hierbei über eine elektrisch ansteuerbare Motorverstellereinrichtung **21**, welche das Schluckvolumen des Verstellmotors **12** nach Maßgabe von Steuersignalen des Fahrtriebsrechners **15** steuert. Der Fahrtriebsrechner **15** ist zu diesem Zweck programmiert und über elektrische Leitungen **19** bzw. **19a** mit der Pumpenverstellereinrichtung **20** und der Motorverstellereinrichtung **21** verbunden. Die Abtriebswelle des Verstellmotors **12** ist mit der hier als Antriebswelle **14** eines Arbeitsgeräts **13** dargestellten Verbrauchers gekoppelt. Bei dem Verbraucher kann es sich im Rahmen der Erfindung sowohl um ein Getriebe handeln, welches die Räder eines Fahrtriebs antreibt, als auch um Arbeitsgeräte **13** im eigentlichen Sinne, wie Seiltrommeln von Kränen oder Baggern.

[0033] Der Fahrtriebsrechner **15** weist mehrere Eingänge auf, die zum einen von den Bedienelementen **16** der Hydromaschine **10** ausgehen und hier als verschwenkbarer Fahrhebel **17** dargestellt sind. Die Bedienelemente können ein hier nicht gezeigtes Fahrpedal umfassen und sind über eine oder mehrere Leitungen **7b**, **19b** mit dem Fahrtriebsrechner **15** verbunden. Auch diese Leitungen **7b**, von denen nur eine in **Fig. 1** angedeutet ist, können bevorzugt Teil des Datenbusses **7** sein.

[0034] Die **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines von einem Dieselmotor **2** angetriebenes Hydrogetriebes nach dem Stand der Technik, bei dem ein Fahrtrichtungserkennungsventil **25** vorhanden ist. Ein solches Hydrogetriebe und die Funktion des hier „Druckregelventil **13**“ bezeichneten Fahrtrichtungserkennungsventils ist beispielsweise in der DE 199 30 997 B4 beschrieben.

[0035] Die Bedeutung der Bezugszeichen in der **Fig. 2**, sowie in allen weiteren Figuren stimmen mit

derjenigen von [Fig. 1](#) überein, genauso wie die Funktionen der zugehörigen Bauteile oder Systeme. Aus diesem Grund und um Wiederholungen zu vermeiden beschränken sich die folgenden Figurenbeschreibungen zum großen Teil auf die wesentlichen Unterschiede.

[0036] Als Zusatz zu der in [Fig. 1](#) gezeigten Anordnung der Hydromaschine weist der in [Fig. 2](#) gezeigte Hydromaschine, d. h. der hydrostatische Fahrtrieb **10**, ein Fahrtrichtungserkennungsventil **25** auf, welches zwischen den Leitungen **18** und **18a** für das Druckfluid liegt. Seine Funktion ist die folgende: Bei Schiebetrieb der über den Verstellmotor **12** angetriebenen hydrostatischen Fahrtrieb **10** wird dem Verstellmotor **12** über die Antriebswelle **14** mechanische Leistung zugeführt. Der Verstellmotor **12** arbeitet somit als Pumpe, wodurch sich die Druckverhältnisse in den Leitungen **18** und **18a** umdrehen. Das Fahrtrichtungserkennungsventil **25** leitet den für den Zugbetrieb vorhandenen Druck, den höheren der beiden Drücke in den Leitungen **18** bzw. **18a** für das Druckfluid, an die Motorverstelleinrichtung **21**. Ohne Fahrtrichtungserkennung, die nur die Zugbetriebsseite auf die Motorverstelleinrichtung **21** leitet, würde der sich aufbauende Hochdruck im Schiebetrieb auf die Motorverstelleinrichtung **21** wirken und das Fördervolumen des Verstellmotors **12** in Richtung auf den Maximalwert verstellen. Dies führt zu einer ungewollt hohen Verzögerung oder Abbremsung des vom hydrostatischen Fahrtrieb **10** angetriebenen Fahrzeugs. Die Durchfluss bzw. die Sperrichtung für den Druck in den Leitungen **18**, **18a** zur Verstelleinrichtung **21** des Fahrtrichtungserkennungsventils **25** wird durch die Fahrelektronik, hier den Fahrtrichtungsrechner **15**, vorgegeben.

[0037] Die [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung eines Hydrogetriebes nach der Erfindung in einer weiteren Ausführungsform, bei der das Fahrtrichtungserkennungsventil **25** nicht vorhanden ist, da dessen Funktion von der Fahrelektronik **15** unter Auswertung des vom Motorsteuergerät **4** bereitgestellten Auslastungsgradsignals übernommen ist. Hierbei ist davon ausgegangen, dass der hydrostatische Fahrtrieb **10** eine Konstantdruckregelung aufweist, deren Druckregeleinrichtung einen Einstellwert für den Druck im Hochdruckzweig vorgibt, d. h. bei dem eingestellten Hochdruck beginnt der Verstellmotor **12** sein Schluckvolumen zu verändern. Bei normalem Fahrbetrieb werden die Pumpenverstelleinrichtung **20** und die Motorverstelleinrichtung **21** derart angesteuert, dass dieser Einstellwert erreicht wird. Ein einsetzender Schiebetrieb des vom hydrostatischen Fahrtrieb **10** angetriebenen Fahrzeugs äußert sich in einem Absinken des Auslastungsgrads des Dieselmotors **2**, da die an dessen Abtriebswelle abgenommene Leistung geringer ist. Dies wird von dem Motorsteuergerät **4** erfasst und über den Bus **7**, **7a** und ggfs. über die Schnittstelle **8** an den Fahrtrichtungs-

rechner **15** übermittelt. Dieser erkennt anhand des niedrigen Werts des Auslastungsgrads den Schiebetrieb und wirkt auf den Konstantdruckregler derart ein, dass der sich einstellende Hochdruck den vorgegebenen Wert nicht erreicht. Damit ist die unerwünschte Auswirkung des Schiebetriebs neutralisiert. Für diese Funktion sind keine weiteren Sensoren, Leitungen oder konstruktive Maßnahmen erforderlich. Hier ist lediglich ein einfaches Wechselventil erforderlich, welches immer nur den Hochdruck auf die Verstellung wirken lässt.

[0038] Die [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Darstellung eines hydrostatischen Fahrtriebs **10** nach der Erfindung in einer wiederum anderen Ausführungsform, bei welcher der Fahrtrichtungsrechner **15** unmittelbar auf die proportionale Verstelleinrichtung, hier eine Schwenkwinkelverstelleinrichtung **22** mit elektromechanischen Aktoren **23** des Verstellmotors **12** einwirkt. Bei dieser konstruktiven Ausbildung des Antriebssystems **1** wirken von der Fahrelektronik **15** erzeugte Steuersignale auf die Aktoren **23** der Schwenkwinkelverstelleinrichtung **22** des Verstellmotors **12** ein. Der Betrieb derartiger proportionaler Verstelleinrichtungen ist dem Fachmann geläufig und muss deshalb hier nicht weiter erläutert werden.

[0039] Zu beachten ist, dass bei allen gezeigten Ausführungsbeispielen der Erfindung auf ein Fahrtrichtungserkennungsventil **25** oder ein Bauteil mit ähnlicher Funktion, wie es beim Stand der Technik zwingend vorhanden sein muss, verzichtet ist, da dessen Funktion nach der Erfindung von der Fahrelektronik **15** übernommen ist. Diese ermittelt anhand des von dem Motorsteuergerät **4** ausgegebenen Auslastungsgradsignals ob ein normaler Fahrbetrieb oder ob ein Schiebetrieb vorliegt und steuert entsprechend die Verstellung der Verstellpumpe **11** und des Verstellmotors **12**. Hierdurch ergibt sich eine deutliche Reduktion von Bauteilen des Antriebs der Hydromaschine **10** gegenüber dem Stand der Technik, ohne dass die Funktion, Sicherheit und Zuverlässigkeit der Hydromaschine **10** beeinträchtigt sind.

Bezugszeichenliste

1	Antriebssystem
2	Dieselmotor
3	Einspritzpumpe
4	Motorsteuergerät
5	Drehzahlsensor
6, 6a	elektrische Leitungen
7, 7a, 7b	Datenbus
8	Schnittstelle
9	Abtriebswelle des Dieselmotors
10	hydrostatischer Fahrtrieb
11	Verstellpumpe
12	Verstellmotor
13	Arbeitsgerät

14	Antriebswelle des Arbeitsgeräts
15	Fahrtriebsrechner
16	Bedienelemente
17	Fahrhebel
18, 18a	Leitungen für Druckfluid
19, 19a	elektrische Leitungen
20	Pumpenverstelleinrichtung
21	Motorverstelleinrichtung
22	Schwenkwinkelverstelleinrichtung
23	Aktor
25	Fahrtrichtungserkennungsventil

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Fluiddrucks in einem Antriebssystem (1) mit einem hydrostatischen Fahrtrieb (10), dessen druckerzeugende Verstellpumpe (11) von einem Verbrennungsmotor (2) mit einer elektronischen Steuerung/Regelung (4) angetrieben wird, und das eine Fahrelektronik (15) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- von der elektronischen Steuerung/Regelung (4) des Verbrennungsmotors (2) ein dessen Auslastung entsprechendes Auslastungssignal erzeugt wird, wobei das Auslastungssignal des Verbrennungsmotors (2) bei einer gegebenen Drehzahl aus dem Verhältnis des aktuellen Drehmoments zu dem bei der selben Drehzahl möglichen maximalen Drehmoment ermittelt wird,
- das Auslastungssignal an die Fahrelektronik (15) übermittelt wird und
- die Fahrelektronik (15) den Hochdruckwert im Hochdruckkreis des hydrostatischen Fahrtriebs (10) nach Maßgabe des Auslastungssignals einstellt.

2. Verfahren zur Regelung des Fluiddrucks nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Steuerung/Regelung (4) des Verbrennungsmotors (2) und der Fahrtrieb (10) wechselseitig aufeinander einwirken können.

3. Verfahren zur Regelung des Fluiddrucks nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrelektronik (15) zur Einstellung des Hochdruckwerts auf Verstellorgane (20) der Verstellpumpe (11) und/oder eines hydraulischen Verstellmotors (12) einwirkt.

4. Verfahren zur Regelung des Fluiddrucks nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrelektronik (15) Signale an die Steuerung/Regelung (4) des Verbrennungsmotors (2) übermittelt, um dessen Drehzahl zu beeinflussen.

5. Verfahren zur Regelung des Fluiddrucks nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Festlegung der Drehzahl des Verbrennungsmotors (2) und des Hochdrucks im Hochdruckkreis des Fahrtriebs (10) vorgegebene Kenn-

daten der Komponenten des Antriebssystems, wie Leistungs-, Drehmoment-, Wirkungsgrad- oder Emissionsdaten berücksichtigt werden.

6. Verfahren zur Regelung des Fluiddrucks nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der hydrostatische Fahrtrieb eine Konstantdruckregelung mit einem Konstantdruckregler aufweist und dass die Fahrelektronik (15) im Schiebetrieb, d. h. bei negativer Last, den Konstantdruckregler des hydrostatischen Fahrtriebs (10) derart verstellt, dass der sich einstellende Hochdruck einen vorgegebenen Einstellwert des Konstantdruckreglers nicht erreicht.

7. Antriebssystem mit einem hydrostatischen Fahrtrieb (10), dessen druckerzeugende Verstellpumpe (11) von einem Verbrennungsmotor, bevorzugt einem Dieselmotor (2), mit einer elektronischen Steuerung/Regelungseinrichtung (4) angetrieben wird und dessen hydrostatischer Fahrtrieb (10) mit einer Konstantdruckregelung, die eine Druckregeleinrichtung aufweist, versehen ist und die von einer Fahrelektronik (15) ansteuerbar ist, zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

- dass die elektronische Regelung/Steuerung (4) des Verbrennungsmotors (2) ein Auslastungssignal erzeugt,
- dass das Auslastungssignal über eine Datenleitung (7, 7a, 8) an die Fahrelektronik (15) übermittelbar ist und
- dass die Fahrelektronik (15) die Druckregeleinrichtung der Konstantdruckregelung nach Maßgabe des Auslastungssignals einstellt.

8. Antriebssystem mit einem hydrostatischen Fahrtrieb nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung der Regelung/Steuerungseinrichtung (4) mit der Fahrelektronik (15) über einen CAN (Control Area Network)-Bus (7, 7a) erfolgt.

9. Antriebssystem mit einem hydrostatischen Fahrtrieb nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass er kein Fahrtrichtungserkennungsventil (25) enthält.

10. Antriebssystem mit einem hydrostatischen Fahrtrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 7–9, dadurch gekennzeichnet, dass der hydrostatische Fahrtrieb (10) einen Verstellmotor (12) aufweist und dass die Fahrelektronik (15) mit einer elektrisch proportionalen Verstelleinrichtung (22, 23, 23a) des Verstellmotors (12) wirkverbunden ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

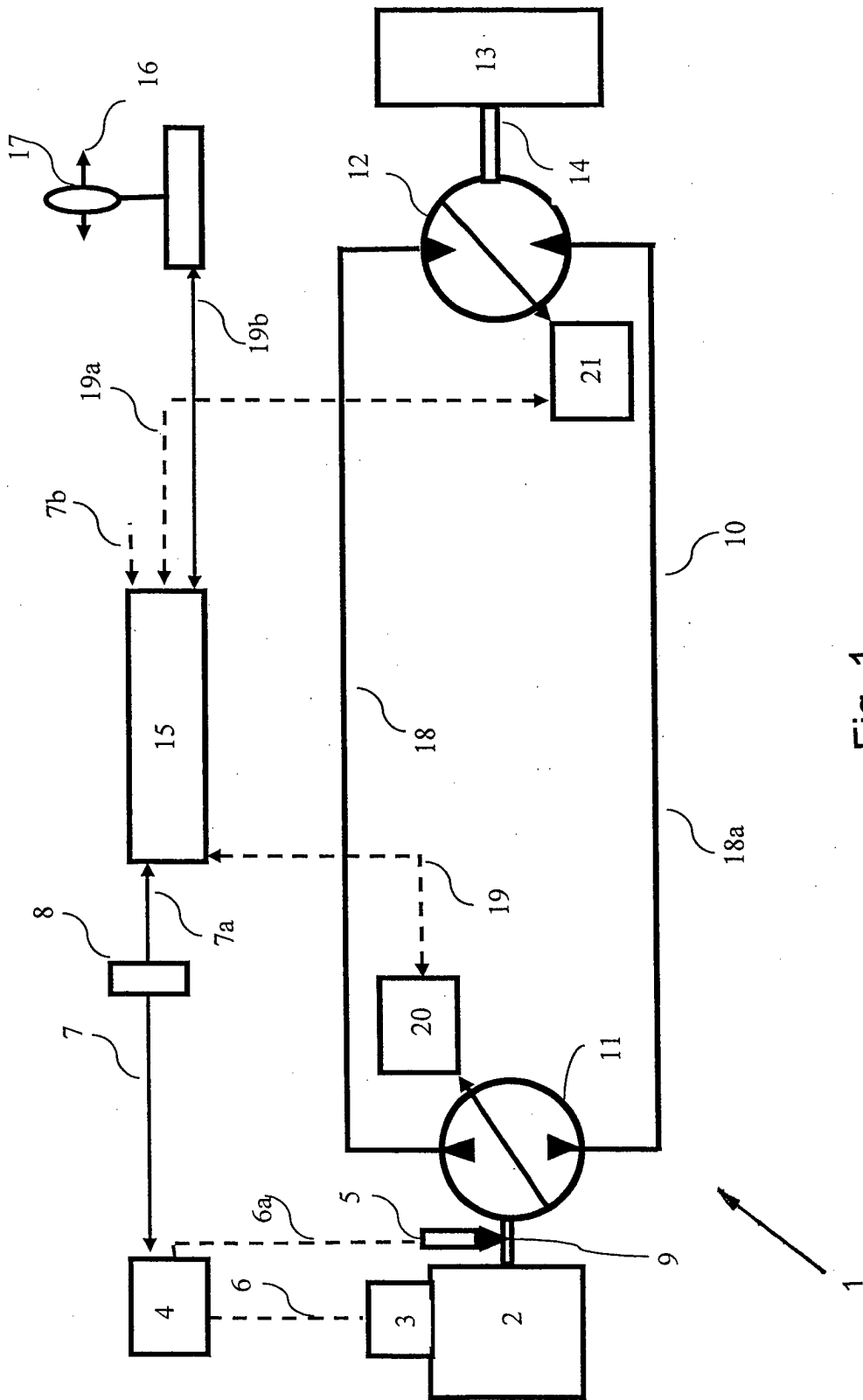
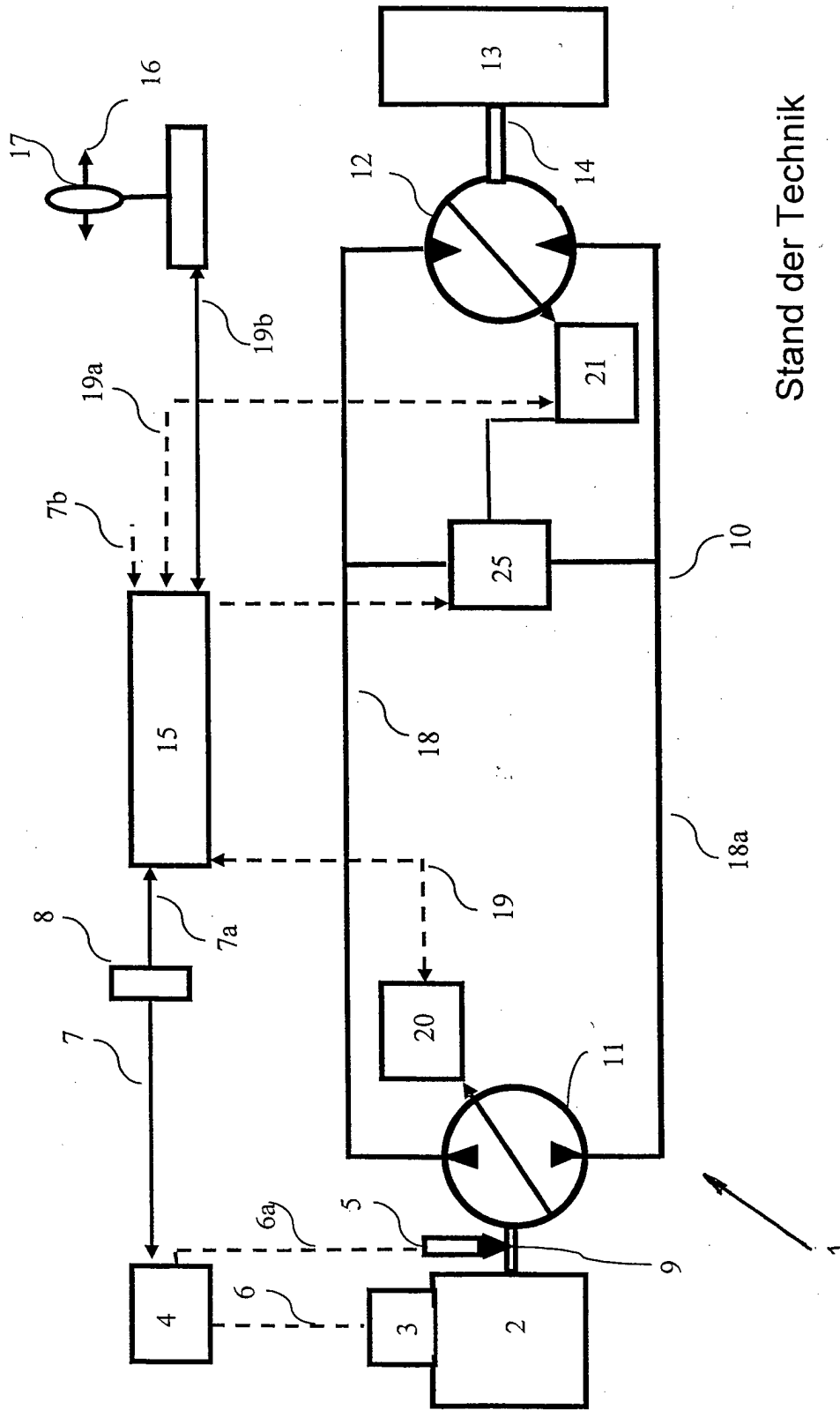


Fig. 1



Stand der Technik

Fig. 2

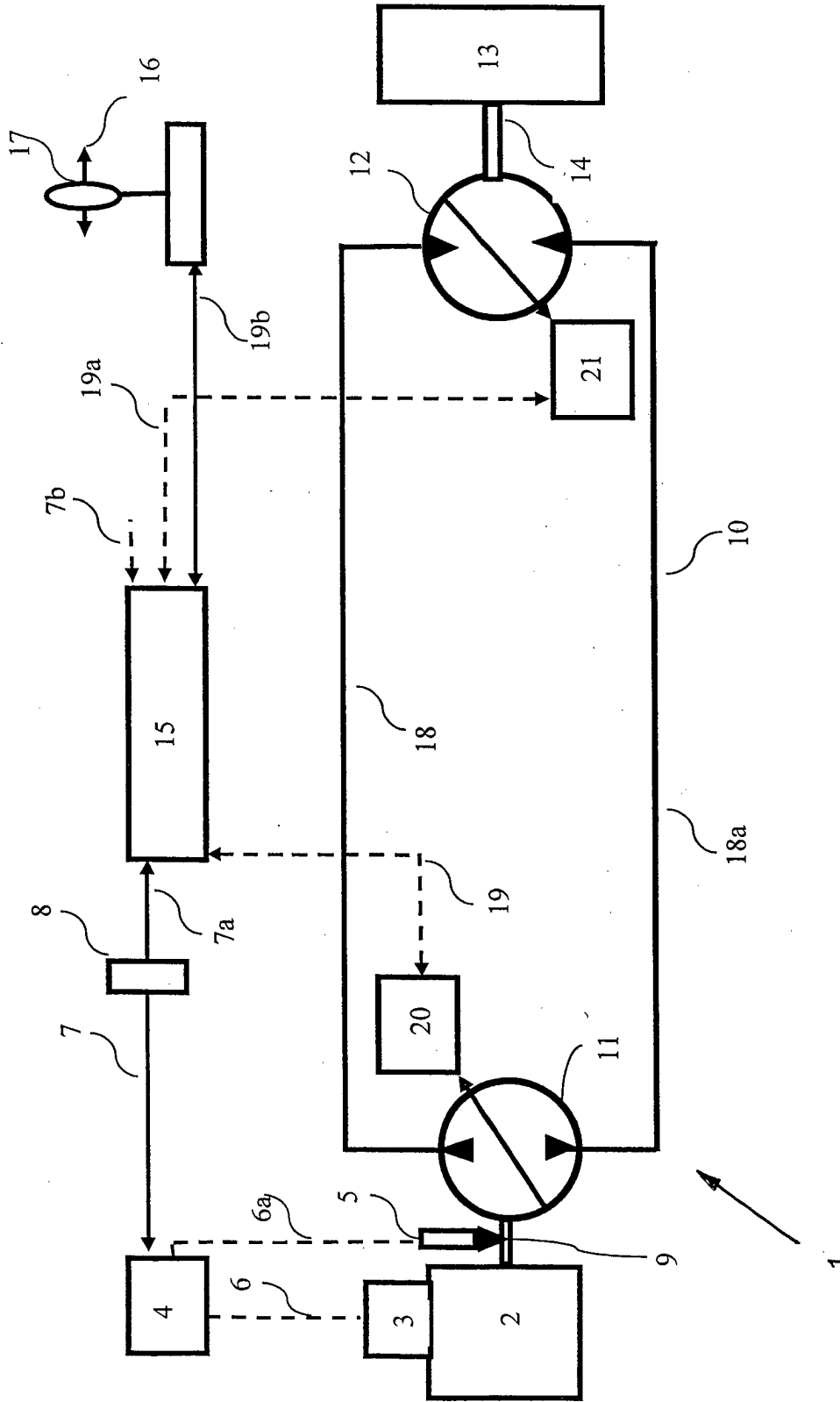


Fig. 3

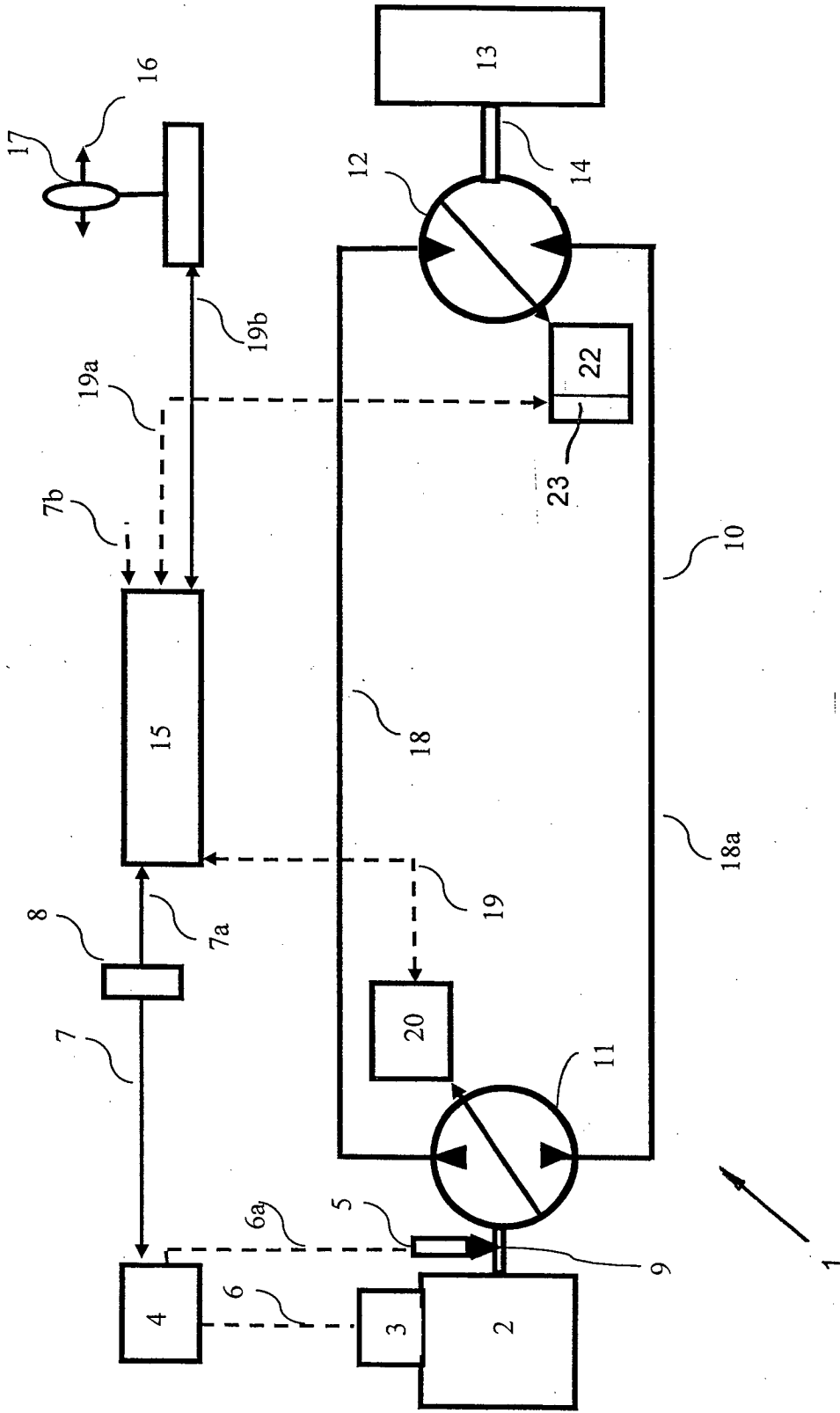


Fig. 4