



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.03.2015 Patentblatt 2015/13**

(51) Int Cl.:  
**F04C 2/10** (2006.01) **F04C 14/04** (2006.01)  
**F04C 15/06** (2006.01) **F04C 2/08** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14182191.8**

(22) Anmeldetag: **26.08.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(30) Priorität: **20.09.2013 DE 102013110400**

(71) Anmelder: **GETRAG Getriebe- und Zahnradfabrik Hermann Hagenmeyer GmbH & Cie KG**  
**74199 Untergruppenbach (DE)**

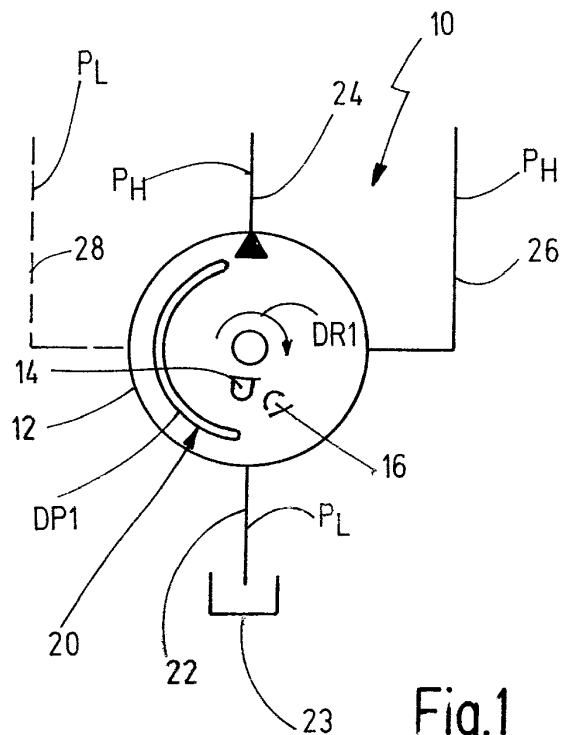
(72) Erfinder:  
• **Schweiher, Mark**  
**74348 Lauffen (DE)**  
• **Hoffmeister, Thomas**  
**70825 Korntal-Münchingen (DE)**  
• **Schuster, Sven**  
**74399 Walheim (DE)**  
• **Berg, Holger**  
**74078 Heilbronn (DE)**

(74) Vertreter: **Witte, Weller & Partner Patentanwälte mbB**  
**Postfach 10 54 62**  
**70047 Stuttgart (DE)**

(54) **Innenzahnradpumpe und Hydraulikkreis für Kraftfahrzeugantriebsstrang**

(57) Innenzahnradpumpe (10), insbesondere für einen Hydraulikkreis (74) eines Kraftfahrzeugantriebsstranges (60), mit einem Gehäuse (12), das einen ersten Fluidanschluss (22) und einen zweiten Fluidanschluss (24) aufweist, einem Innenrotor (14), der in dem Gehäuse (12) um eine Innenrotorachse (32) drehbar gelagert ist und eine Außenverzahnung aufweist, und einem Außenrotor (16), der in dem Gehäuse (12) um einen Außenrotorachse (36) drehbar ist und eine Innenverzahnung aufweist, die zur Erzielung einer Pumpwirkung mit der Außenverzahnung des Innenrotors (14) in Eingriff steht.

Dabei weist die Innenzahnradpumpe (10) ferner ein Ringelement (20) auf, das in dem Gehäuse (12) beweglich gelagert ist und zwischen einer ersten Position (DP1) und einer zweiten Position (DP2) verschwenkbar ist, wobei an dem Gehäuse (12) wenigstens ein dritter Fluidanschluss (26) ausgebildet ist, wobei der dritte Fluidanschluss (26) in Bezug auf das Ringelement (20) so angeordnet ist, dass der dritte Fluidanschluss (26) in der ersten Position (DP1) des Ringelementes (20) mit dem zweiten Fluidanschluss (24) verbunden ist und in der zweiten Position (DP2) von dem zweiten Fluidanschluss (24) getrennt ist (Fig. 1).



**Fig.1**

## Beschreibung

### Innenzahnradpumpe und Hydraulikkreis für Kraftfahrzeugantriebsstrang

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Innenzahnradpumpe, insbesondere für einen Hydraulikkreis eines Kraftfahrzeugantriebsstranges, mit einem Gehäuse, das einen ersten Fluidanschluss und einen zweiten Fluidanschluss aufweist, mit einem Innenrotor, der in dem Gehäuse um eine Innenrotorachse drehbar gelagert ist und eine Außenverzahnung aufweist, und mit einem Außenrotor, der in dem Gehäuse um eine Außenrotorachse drehbar ist und eine Innenverzahnung aufweist, die zur Erzielung einer Pumpwirkung mit der Außenverzahnung des Innenrotors in Eingriff steht.

**[0002]** Ferner betrifft die vorliegende Erfindung einen Hydraulikkreis, insbesondere für einen Kraftfahrzeugantriebsstrang, mit einer derartigen Innenzahnradpumpe.

**[0003]** Für Hydraulikkreise von Kraftfahrzeugantriebssträngen ist es bekannt, Hydropumpen in Form von Zahnradpumpen zu verwenden. Bei den Zahnradpumpen unterscheidet man generell zwischen Außenzahnradpumpen, Innenzahnradpumpen und Zahnringpumpen. Der Begriff der Innenzahnradpumpe soll vorliegend den Begriff der Zahnringpumpe beinhalten. Bei beiden Pumpentypen laufen ein Innenrotor und ein Außenrotor exzentrisch zueinander. Bei einer Zahnringpumpe weist die Innenverzahnung in der Regel genau einen Zahn mehr auf als die Außenverzahnung. Bei sonstigen Innenzahnradpumpen ist die Zahnzahl der Innenverzahnung deutlich größer als jene der Außenverzahnung, wobei die Zähne durch eine Sichel abgedichtet werden.

**[0004]** Derartige Pumpen sind allgemein bekannt. In Hydraulikkreisen von Kraftfahrzeugantriebssträngen können solche Pumpen elektrisch angetrieben werden, und zwar mittels eines Elektromotors, der beispielsweise den Innenrotor antreibt. Die Pumpen werden dabei beispielsweise zur Erzeugung eines Arbeitsdruckes für eine hydraulische Aktuatorik verwendet. Eine weitere Verwendung liegt in der Versorgung von Kupplungs- und Getriebekomponenten mit Schmier- und/oder Kühlöl.

**[0005]** In vielen Anwendungen gibt es mehrere zu versorgende Komponenten, die betriebs- oder strategieabhängig mit spezifischen Ölvolumenströmen versorgt werden sollen. Derartige Komponenten können jeweils als hydraulische Verbraucher angesehen werden. Beispielsweise kann ein hydraulischer Verbraucher zur Schmierung und/oder Kühlung eines Doppelkupplungsgetriebes verwendet werden, wohingegen ein anderer hydraulischer Verbraucher durch einen Kühlkreis eines Antriebsmotors gebildet ist, der beispielsweise in Form einer elektrischen Maschine zur Bereitstellung von Antriebsleistung für das Kraftfahrzeug ausgebildet sein kann.

**[0006]** Um einen Volumenstrom von Hydraulikfluid, der von einer solchen Pumpe bereitgestellt wird, auf zwei oder mehr derartige hydraulische Verbraucher zu vertei-

len, ist es bekannt, einen Druckausgang einer solchen Pumpe mit einem Ventil zu verbinden, insbesondere einem Wegeventil. Dieses Wegeventil wird dann in der Regel mittels einer übergeordneten Steuereinheit angesteuert. Bei einer Realisierung dieser Variante ist es problematisch, dass zur elektrischen Betätigung des Ventils Leitungen von einer zentralen Steuerung, die häufig außerhalb eines Getriebe- oder Kupplungsgehäuses angeordnet ist, hin zu einem Bereich der Pumpe verlegt werden müssen, die in der Regel im Inneren des Gehäuses angeordnet ist.

**[0007]** Eine weitere Möglichkeit, zwei hydraulische Verbraucher mittels einer Pumpe zu versorgen, besteht darin, die Pumpe bidirektional auszubilden. Je nach Drehrichtung ist dann einer der zwei Fluidanschlüsse der Pumpe ein Druckanschluss, und der andere ist dann jeweils ein Sauganschluss. Da auch hierbei in der Regel Fluid aus einem Sumpf gefördert werden muss, ist dann über eine aufwändige Rückschlagventil-Anordnung, die beispielsweise vier Rückschlagventile beinhaltet, dafür zu sorgen, dass in jeder Drehrichtung Fluid aus dem Fluidsumpf angesaugt wird und über den jeweiligen Druckanschluss abgegeben wird.

**[0008]** Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Innenzahnradpumpe sowie einen verbesserten Hydraulikkreis anzugeben, wobei insbesondere mehr als ein hydraulischer Verbraucher mittels nur einer solchen Pumpe mit Fluid versorgt werden kann.

**[0009]** Diese Aufgabe wird bei der eingangs genannten Innenzahnradpumpe dadurch gelöst, dass diese ferner ein Ringelement aufweist, das in dem Gehäuse beweglich gelagert ist und zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position verschwenkbar ist, wobei an dem Gehäuse wenigstens ein dritter Fluidanschluss ausgebildet ist, wobei der dritte Fluidanschluss in Bezug auf das Ringelement so angeordnet ist, dass der dritte Fluidanschluss in der ersten Position des Ringelementes mit dem zweiten Fluidanschluss verbunden ist und in der zweiten Position des Ringelementes von dem zweiten Fluidanschluss getrennt ist.

**[0010]** Ferner wird die obige Aufgabe gelöst durch einen Hydraulikkreis mit einer erfindungsgemäßen Innenzahnradpumpe oder mit einer eingangs genannten Innenzahnradpumpe.

**[0011]** Der Begriff der Innenzahnradpumpe soll vorliegend sowohl Innenzahnradpumpen als auch Zahnringpumpen (= Gerotor-Pumpen) beinhalten. Insbesondere betrifft die vorliegende Anmeldung Zahnringpumpen.

**[0012]** In jedem Fall sind die Innenrotorachse und die Außenrotorachse exzentrisch versetzt. Der Innenrotor (oder der Außenrotor) wird angetrieben, und zwar vorzugsweise mittels eines elektrischen Motors, der der Pumpe unmittelbar zugeordnet ist und folglich nicht zum Bereitstellen von Antriebsleistung für ein Kraftfahrzeug dient.

**[0013]** Der erste Fluidanschluss kann beispielsweise mit einem Tank bzw. einem Reservoir für Hydraulikfluid

verbunden sein. Der zweite Fluidanschluss kann beispielsweise als Druckanschluss ausgebildet sein.

**[0014]** Auf dem Gebiet der Gerotor-Pumpen ist es bekannt, den Außenrotor in einem Ringelement zu lagern, das in dem Gehäuse zwischen zwei Positionen verschwenkbar bzw. verdrehbar ist. Eine derartige Rotorpumpe ist beispielsweise bekannt aus dem Dokument DE 10 2011 122 642 A1 (= US-B-8,444,401). Hierbei ist das Ringelement als Offset-Ring bzw. Umlenkring ausgebildet. Durch die Verdrehbarkeit bzw. Verschwenkbarkeit des Ringelementes innerhalb des Gehäuses kann die Außenrotorachse versetzt werden, wodurch sich generell die Förderrichtung der Pumpe ändert. Der Offset-Ring ist dabei so ausgebildet, dass er in Abhängigkeit von der Antriebsrichtung des angetriebenen Rotorelementes seine Drehposition ändert. Hierdurch kann eine gleichbleibende Förderrichtung bei wechselnder Drehrichtung des angetriebenen Rotorelementes erzielt werden.

**[0015]** Eine ähnliche Art von Innenzahnradpumpe ist aus dem Dokument EP 0 330 315 B1 bekannt. Hierbei ist ein derartiges Ringelement, innerhalb dessen ein Außenrotor drehbar gelagert ist, zwischen zwei Positionen verschwenkbar innerhalb eines Gehäusehohlraumes gelagert, und zwar um einen exzentrisch zu einer zentralen Drehachse herum angeordneten Stift.

**[0016]** Während es aus dem Stand der Technik generell bekannt ist, in eine solche Innenzahnradpumpe ein Ringelement zu integrieren, wird mit der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dieses Ringelement als eine Art Ventilschieber zu verwenden, der in einer Position einen weiteren Fluidanschluss mit dem zweiten Fluidanschluss verbindet, und in einer zweiten Position des Ringelementes den dritten Fluidanschluss von dem zweiten Fluidanschluss trennt.

**[0017]** Bei dieser Ausführungsform kann folglich durch wechselnde Drehrichtung der Innenzahnradpumpe eingestellt werden, ob beispielsweise nur der zweite Fluidanschluss als Druckanschluss ausgebildet wird, oder sowohl der zweite als auch der dritte Fluidanschluss.

**[0018]** Dies führt zu einer höheren Versatilität der Innenzahnradpumpe, so dass der Hydraulikkreis mit wenigen und einfachen Komponenten realisiert werden kann.

**[0019]** Die Aufgabe wird somit vollkommen gelöst.

**[0020]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Innenzahnradpumpe ist an dem Gehäuse wenigstens ein vierter Fluidanschluss ausgebildet, wobei der vierte Fluidanschluss in Bezug auf das Ringelement so angeordnet ist, dass der vierte Fluidanschluss in der zweiten Position des Ringelementes mit dem zweiten Fluidanschluss verbunden ist und in der ersten Position des Ringelementes von dem zweiten Fluidanschluss getrennt ist.

**[0021]** Bei dieser Variante ist folglich vorgesehen, dass je nach Position des Ringelementes entweder der dritte oder der vierte Fluidanschluss mit dem zweiten Fluidanschluss verbunden ist. Hierdurch kann die Innen-

zahnradpumpe vielseitig in einem Hydraulikkreis verwendet werden.

**[0022]** Generell ist es denkbar, dass das Ringelement innerhalb des Gehäuses um eine zu der Innenrotorachse exzentrische Achse verschwenkt wird.

**[0023]** Von besonderem Vorzug ist es jedoch, wenn das Ringelement in dem Gehäuse um eine Ringelementachse drehbar zwischen einer ersten Drehposition und einer zweiten Drehposition gelagert ist und eine Rotoraufnahme zur drehbaren Aufnahme des Außenrotors aufweist, wobei die Rotoraufnahme exzentrisch zu der Ringelementachse ausgebildet ist.

**[0024]** Dabei ist die Ringelementachse vorzugsweise gleich der Innenrotorachse.

**[0025]** Ferner ist es insbesondere vorteilhaft, wenn der erste Fluidanschluss unabhängig von der Drehrichtung des Innenrotors als Sauganschluss ausgebildet ist und wenn der zweite Fluidanschluss unabhängig von der Drehrichtung des Innenrotors als Druckanschluss ausgebildet ist.

**[0026]** Bei dem erfindungsgemäßen Hydraulikkreis ist es in einer Variante von Vorzug, wenn der dritte Fluidanschluss und/oder der vierte Fluidanschluss mit einem Verbraucherabschnitt des Hydraulikkreises verbunden ist.

**[0027]** Durch diese Maßnahme kann beispielsweise in einer Variante über den zweiten Fluidanschluss ein hydraulischer Verbraucherabschnitt ständig mit unter Druck stehendem Hydraulikfluid versorgt werden. Ferner kann ein mit dem dritten Fluidanschluss verbundener hydraulischer Verbraucher in Abhängigkeit von der Drehrichtung des angetriebenen Ringelementes mit unter Druck stehendem Hydraulikfluid versorgt werden. Gegebenenfalls kann ein weiterer hydraulischer Verbraucherabschnitt in Abhängigkeit von der Drehrichtung über den vierten Fluidanschluss versorgt werden.

**[0028]** In einer weiteren Variante beinhaltet der Hydraulikkreis ein Ventil, das mit dem ersten oder mit dem zweiten Fluidanschluss der Innenzahnradpumpe verbunden ist, wobei das Ventil in Abhängigkeit von der Position des Ringelementes oder in Abhängigkeit von einer Drehrichtung des Innenrotors betätigbar ist.

**[0029]** Bei dieser Ausführungsform ist es von besonderem Vorteil, dass ein derartiges Ventil in räumlicher Nachbarschaft zu der Pumpe und/oder innerhalb eines Antriebsstranggehäuses angeordnet werden kann, und dass das Ventil vorzugsweise nicht über eine Steuerleitung von einer zentralen Steuereinrichtung zu betätigen ist. Demzufolge kann eine bedarfsgerechte Umschaltung eines Volumenstroms an Hydraulikfluid mit einer minimalen Anzahl an Komponenten realisiert werden, und dies bei geringem Platzbedarf und bei geringen Bauteil- und Montagekosten.

**[0030]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Ventil dabei mittels einer direkt oder indirekt wirkenden Betätigungseinrichtung betätigbar, wobei die Betätigungseinrichtung mit dem dritten Fluidanschluss und/oder mit dem vierten Fluidanschluss verbunden ist.

**[0031]** Sofern das Ventil in eine Betätigungsstellung mittels einer Feder vorgespannt ist, ist es hinreichend, wenn die Betätigungseinrichtung mit einem von drittem und viertem Fluidanschluss verbunden ist. Alternativ kann das Ventil mit in entgegengesetzten Richtungen wirkenden Betätigungseinrichtungen ausgestattet sein, wobei die eine Betätigungseinrichtung mit dem dritten Fluidanschluss und die andere Betätigungseinrichtung mit dem vierten Fluidanschluss verbunden ist.

**[0032]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Ventil mittels einer elektrischen Betätigungseinrichtung betätigbar, wobei der Innenzahnpumpe eine Drehpositions-Sensoranordnung zugeordnet ist, die die Drehposition des Ringelementes erfasst und ein Drehpositionssignal ausgibt, und wobei die elektrische Betätigungseinrichtung auf der Grundlage des Drehpositionssignals angesteuert wird.

**[0033]** Auch bei dieser Art von Hydraulikkreis kann das Ventil über Mittel betätigt werden, die in unmittelbarer Nähe bzw. Nachbarschaft zu der Innenzahnpumpe angeordnet sind.

**[0034]** In einer Variante kann die Drehpositions-Sensoranordnung dabei mit einem Schalter, beispielsweise einem Schalter-Relais, verbunden sein. In einer Alternative beinhaltet die Drehpositions-Sensoranordnung einen Verstärker, um die elektrische Betätigungseinrichtung auf der Grundlage eines derart verstärkten Signals anzusteuern.

**[0035]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Ventil mittels einer elektrischen Betätigungseinrichtung betätigbar, wobei der Hydraulikkreis einen elektrischen Motor aufweist, der den Innenrotor antreibt, wobei dem Motor eine Drehrichtungs-Sensoranordnung zugeordnet ist, die die Drehrichtung des Motors erfasst und ein Drehrichtungssignal ausgibt, und wobei die elektrische Betätigungseinrichtung auf der Grundlage des Drehrichtungssignals angesteuert wird.

**[0036]** Auch hierbei kann die Umschaltung des Volumenstromes über Mittel erreicht werden, die in enger örtlicher Zuordnung zu der Innenzahnpumpe angeordnet sind.

**[0037]** In einer Ausführungsform ist die Drehrichtungs-Sensoranordnung dazu ausgebildet, die Drehrichtung des Motors auf der Grundlage einer Kommutierungsreihenfolge von elektrischen Anschlussphasen des Motors zu erfassen.

**[0038]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Drehrichtungs-Sensoranordnung dazu ausgebildet, die Drehrichtung des Motors auf der Grundlage von Signalen eines Lagegebersystems des Motors zu erfassen.

**[0039]** Insgesamt kann mit der vorliegenden Erfindung je nach Ausführungsform wenigstens einer der folgenden Vorteile erreicht werden.

**[0040]** Die Innenzahnpumpe kann einen geförderten Volumenstrom in zwei verschiedene Zweige eines Hydraulikkreises fördern, je nach Drehrichtung der Pumpe bzw. des die Pumpe antreibenden Motors (insbeson-

dere Elektromotor). Zum Umschalten des Förderstroms wird hierbei vorzugsweise kein gesondertes Element und/oder keine gesonderte Ansteuerung (Strom-Ausgang an einem zentralen Steuergerät) benötigt.

**[0041]** So ist es möglich, eine Umschaltung zu realisieren, ohne einen gesonderten Schaltkanal in einem zentralen elektrischen Steuergerät vorzusehen. Ferner ist es nicht notwendig, ein aufwändiges passives hydraulisches Umschaltssystem mit Rückschlagventilen und entsprechend großem Platzbedarf bereitzustellen.

**[0042]** Eine bedarfsgerechte Umschaltung des Volumenstroms ist vorzugsweise mit einer minimalen Anzahl an Komponenten realisierbar, bei dadurch geringerem Platzbedarf und bei geringen Bauteile- und Montagekosten.

**[0043]** Die Innenzahnpumpe ist vorzugsweise eine Innenzahnpumpe ohne Sichel (z.B. Gerotor-Pumpe), bei der der Außenrotor nicht direkt in dem Gehäuse läuft, sondern in einem Umkehrring, der je nach Drehrichtung des Pumpenantriebs zwei verschiedene Winkellagen (Drehpositionen) einnimmt. Der Umkehrring (Ringelement) stellt die notwendige Exzentrizität des Außenrotors gegenüber dem Innenrotor (= vorzugsweise der Elektromotor-Achse) dar, und wird bei einer Drehrichtungsänderung des Innenrotors vorzugsweise durch Fluid-Reibung über den Außenrotor mitgenommen, bis er vorzugsweise auf einen Anschlag trifft.

**[0044]** Die prinzipielle Funktionsweise eines Umkehrrings ist aus dem Stand der Technik bekannt, wie oben genannt, wobei eine Pumpe bei gleichbleibender Drehrichtung die Förderrichtung ändern kann, oder aber trotz Umkehrung der Drehrichtung die Förderrichtung beibehalten kann.

**[0045]** Bei der vorliegenden Erfindung wird ein solcher Umkehrring vorzugsweise direkt oder indirekt als Schieberelement benutzt, um den geförderten Volumenstrom des Hydraulikfluids verschieden zu leiten.

**[0046]** In einer Ausführungsform kann der Volumenstrom an einem Teil des Gehäuses zugeführt werden, der jeweils nur teilweise von dem Umkehrring verdeckt ist, während ein um den Umkehrring befindlicher Halbring-Kanal jeweils eine Kanalöffnung freigibt.

**[0047]** In einer weiteren Ausführungsvariante kann der Pumpen-Fördervolumenstrom an zwei räumlich getrennten Abschnitten zugeführt werden, von denen bei jeder Betriebsdrehrichtung dann eine komplett von dem als Steuerschieber wirkenden Umkehrring verschlossen wird.

**[0048]** In einer Alternative kann mit dem Umkehrring auch nur ein Steuer-Volumenstrom geschaltet werden, der dann einen hydraulisch betätigten Ventilschieber umsteuert.

**[0049]** Sofern ein Drehpositions-Sensor vorgesehen wird, der die jeweilige Drehposition des Ringelements (Umkehrrings) erfasst, kann ein elektrisches Umschaltventil über einen derartigen Sensor angesteuert werden. Auch bei dieser Ansteuer-Variante ist dann kein gesonderter Ausgang eines zentralen Steuergerätes für das

Umschaltventil notwendig. Ein derartiger Sensor kann dabei passiv auf ein Magnetfeld reagieren, er kann als magnetisch vorgespannter aktiver Magnetfeldsensor auf das Vorhandensein des Umkehrings reagieren. Prinzipiell sind auch kapazitive, resistive oder optische Sensorsysteme denkbar.

**[0050]** Generell ist es von Vorteil, dass ein einfacher mechanischer Aufbau realisiert wird, der mit wenigen Komponenten auf kleinem Bauraum eine einfache Umschaltung eines durch den Elektromotor vorzugsweise stufenlos variierbaren Volumenstroms auf zwei Pfade darstellt. Da in einem zentralen Steuergerät (Getriebe-steuergerät) kein Schaltausgang für ein Magnetventil vorgesehen werden muss, kann ohne Änderung einer Getriebesteuerungs-Hardware eine Umschaltmöglichkeit des geförderten Volumenstroms realisiert werden. Ein derartiges Ventil kann nahezu beliebig auch an einer von der Pumpe entfernten Position im Getriebe platziert werden. Damit wird die kritische Bauraum-/Packagesituation im Bereich der Pumpen entschärft.

**[0051]** Ferner kann insgesamt die Umschaltsicherheit des Nutzvolumenstroms durch Umsteuern eines Schaltventils über eine hydraulische Vorsteuerung oder ein elektrisches Signal erhöht werden.

**[0052]** Bei den Varianten, bei denen ein Sensor eine Drehrichtungs-Erkennung realisiert oder eine Drehpositions-Erkennung, kann eine hierzu verwendete elektrische Schaltung Teil eines Getriebesteuergerätes sein, Teil des Elektromotors, Teil des Schaltventils oder Teil des elektrischen Kabelbaums, der beispielsweise den Elektromotor mit Ansteuersignalen und Energie versorgt.

**[0053]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0054]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Innenzahnradpumpe mit einem Ringelement in einer ersten Drehposition;
- Fig. 2 die Innenzahnradpumpe der Fig. 1 mit dem Ringelement in einer zweiten Drehposition;
- Fig. 3 eine schematische Querschnittsansicht durch eine Innenzahnradpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, und zwar mit einem Ringelement in einer ersten Drehposition;
- Fig. 4 die Innenzahnradpumpe der Fig. 3 mit dem Ringelement in einer zweiten Drehposition;
- Fig. 5 eine schematische perspektivische Ansicht

einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Innenzahnradpumpe mit einem Ringelement in einer ersten Drehposition;

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Innenzahnradpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wobei ein Ringelement konzentrisch zur Drehachse eines Innenrotors verdrehbar gelagert und in einer ersten Drehposition dargestellt ist;

Fig. 7 die Innenzahnradpumpe der Fig. 6 mit dem Ringelement in einer zweiten Drehposition;

Fig. 8 einen Kraftfahrzeugantriebsstrang mit einem erfindungsgemäßen Hydraulikkreis in schematischer Form;

Fig. 9 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Hydraulikkreises;

Fig. 10 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Hydraulikkreises; und

Fig. 11 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Hydraulikkreises.

**[0055]** In Fig. 1 ist eine Innenzahnradpumpe 10 schematisch dargestellt. Die Innenzahnradpumpe 10 beinhaltet ein Gehäuse 12 mit einem schematisch angedeuteten Innenrotor 14 und einem schematisch angedeuteten Außenrotor 16. Die Innenzahnradpumpe 10 ist vorzugsweise als Zahnringpumpe bzw. Gerotor-Pumpe ausgebildet, so dass eine nicht näher dargestellte Innenverzahnung des Außenrotors 16 einen Zahn mehr aufweist als die Außenverzahnung des Innenrotors 14. Eine Pumpwirkung wird durch Eingriff der Verzahnungen realisiert. Vorzugsweise wird der Innenrotor 14 angetrieben, insbesondere mittels eines elektrischen Motors. In dem Gehäuse 12 ist ein Ringelement 20 nach der Art eines Umkehrings gelagert. Das Ringelement 20 ist konzentrisch zu einer Achse des Innenrotors 14 zwischen zwei Drehpositionen verschwenkbar, von denen eine in Fig. 1 bei DP1 dargestellt ist. Das Ringelement 20 weist ferner eine nicht näher bezeichnete Außenrotoraufnahme auf, die exzentrisch in Bezug auf die Innenrotorachse ausgebildet ist.

**[0056]** An dem Gehäuse 12 ist ein erster Fluidanschluss 22 ausgebildet, der vorzugsweise als Sauganschluss ausgebildet ist und mit einem Tank 23 verbunden ist. Ferner weist das Gehäuse 12 einen zweiten Fluidanschluss 24 auf, der vorzugsweise als Druckanschluss ausgebildet ist. In Fig. 1 wird die Innenzahnradpumpe 10 mit einer ersten Drehrichtung DR1 angetrieben. Das Druckniveau an dem ersten Fluidanschluss 22 ist mit  $P_L$  bezeichnet. Das Druckniveau an dem zweiten Fluidanschluss 24 ist mit  $P_H$  bezeichnet, wobei  $P_H > P_L$ .

**[0057]** In der dargestellten Drehposition DP1 des Ringelementes 20 ist ein dritter Fluidanschluss 26 des Gehäuses 12 mit dem zweiten Fluidanschluss 24 verbunden, so dass dort ebenfalls ein Druckniveau  $P_H$  vorhanden ist. Optional weist das Gehäuse 12 einen vierten Fluidanschluss 28 auf, der in der dargestellten Drehposition DP1 des Ringelementes 20 nicht mit dem zweiten Fluidanschluss 24 verbunden ist, so dass dort ein Druckniveau  $P_L$  herrscht, das jedoch nicht notwendig gleich dem Druckniveau  $P_L$  in dem ersten Fluidanschluss 22 sein muss.

**[0058]** Fig. 2 zeigt die Innenzahnradpumpe 10 der Fig. 1, wobei das Ringelement 20 sich in der zweiten Drehposition DP2 befindet. Ferner wird der Innenrotor 14 in einer entgegengesetzten Drehrichtung DR2 angetrieben. In diesem Fall herrscht nach wie vor an dem ersten Fluidanschluss 22 ein Druckniveau  $P_L$ , und an dem zweiten Fluidanschluss 24 ein Druckniveau  $P_H$ . Der dritte Fluidanschluss 26 ist über das Ringelement 20 von dem zweiten Fluidanschluss 24 getrennt, so dass dort ein Druckniveau  $P_L$  vorherrscht. Sofern ein vierter Fluidanschluss 28 vorgesehen ist, ist dieser in der zweiten Drehposition DP2 des Ringelementes 20 vorzugsweise mit dem zweiten Fluidanschluss 24 verbunden, so dass dort ein Druckniveau  $P_H$  herrscht.

**[0059]** In den Fig. 3 und 4 ist eine Innenzahnradpumpe 10' dargestellt, die hinsichtlich Aufbau und Funktionsweise generell der Innenzahnradpumpe 10 der Fig. 1 und 2 entspricht. Gleiche Elemente sind mit denselben Bezugsziffern gekennzeichnet.

**[0060]** Es ist zu erkennen, dass in dem Gehäuse 12 ein Innenrotor 14 über eine Innenrotorachse 32 drehbar gelagert ist. Das Ringelement 20 weist eine Rotoraufnahme 34 auf, die exzentrisch in Bezug auf die Innenrotorachse 32 ausgebildet ist. Der Außenrotor 16 ist innerhalb der Rotoraufnahme 34 aufgenommen und drehbar hierin gelagert. Die Außenrotorachse 36 ist aufgrund der Exzentrizität der Rotoraufnahme 34 exzentrisch in Bezug auf die Innenrotorachse 32 angeordnet. In der in Fig. 3 gezeigten ersten Drehposition DP1 des Ringelementes 20 bildet dieses zwischen einem Außenumfangsabschnitt des Ringelementes 20 und einem Innenumfangsabschnitt des Gehäuses 12, innerhalb dessen das Ringelement 20 drehbar gelagert ist, einen Ringraum 38, der sich vorliegend über einen Winkelbereich von etwa 180° erstreckt.

**[0061]** In Fig. 3 ist ferner dargestellt, dass die Innenzahnradpumpe 10 in an sich bekannter Weise eine Saugniete 40 aufweist, die mit dem ersten Fluidanschluss 22 verbunden ist. Ferner weist die Fluidpumpe 10' der Fig. 3 eine Druckniete 42 auf, die in an sich bekannter Weise mit dem zweiten Fluidanschluss 24 verbunden ist.

**[0062]** In dem Gehäuse 12 ist ferner eine schematisch dargestellte erste Verbindung 44 zwischen der Druckniete 42 und dem in Fig. 3 dargestellten Ringraum 38 dargestellt, wobei der Ringraum 38 in Fig. 3 mit 38-1 bezeichnet ist und vorliegend mit dem dritten Fluidanschluss 26 verbunden ist.

**[0063]** Die Innenzahnradpumpe 10' beinhaltet ferner eine zweite Verbindung 46 zwischen der Druckniete 42 und einem anderen Innenumfangsabschnitt des Gehäuses 12, der vorliegend durch das Ringelement 20 abgedeckt ist. Das Ringelement 20 wirkt folglich als Steuerschieber, der den zweiten Fluidanschluss 24 in der in Fig. 3 gezeigten ersten Drehposition DP1 mit dem dritten Fluidanschluss 26 verbindet.

**[0064]** Fig. 4 zeigt die Innenzahnradpumpe 10' der Fig. 3, wobei das Ringelement 20 sich in der zweiten Drehposition DP2 befindet. Hierbei überdeckt das Ringelement 20 nun die erste Verbindung 44, wohingegen die Druckniete 42 über die zweite Verbindung 46 mit dem nun mit 38-2' bezeichneten Ringraum verbunden ist und folglich mit dem vierten Fluidanschluss 28.

**[0065]** Die gezeigten Darstellungen der Verbindungen 44, 46 sind lediglich schematischer Natur und sollen andeuten, dass je nach Drehposition des Ringelementes 20 entweder der dritte Fluidanschluss 26 oder der vierte Fluidanschluss 28 mit dem zweiten Fluidanschluss 24 verbunden ist, so dass die Funktionalität erzielt wird, die in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist.

**[0066]** Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Innenzahnradpumpe 10'', die hinsichtlich Aufbau und Funktionsweise generell der Innenzahnradpumpe 10' der Fig. 3 und 4 entspricht. Gleiche Elemente sind daher mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Im Folgenden werden im Wesentlichen die Unterschiede erläutert.

**[0067]** So weist das Gehäuse 12 der Innenzahnradpumpe 10'' einen Anschlag 50 auf, mittels dessen das Ringelement 20 in den jeweiligen Drehpositionen DP1, DP2 (in Fig. 5 ist DP1 gezeigt) gehalten werden kann. Der Anschlag 50 ist vorliegend der Einfachheit halber durch einen Stift 52 gebildet, der eine Wand des Gehäuses 12 durchsetzt und je nach Drehposition an einer ersten Schulter 54 oder an einer zweiten Schulter 56 des Ringelementes 20 angreift. Die Schultern 54, 56 schließen in Umfangsrichtung zwischen sich den Ringraum 38 ein.

**[0068]** In Fig. 5 ist ferner gezeigt, dass der dritte Fluidanschluss 26 und der vierte Fluidanschluss 28 an einer gemeinsamen Außenfläche des Gehäuses 12 ausgebildet sein können, vorzugsweise an einer Außenfläche, an der auch der zweite Fluidanschluss 24 ausgebildet ist. Der erste Fluidanschluss 22 ist auf der axial gegenüberliegenden Seite ausgebildet und in Fig. 5 lediglich schematisch angedeutet.

**[0069]** In den Fig. 6 und 7 ist eine alternative Ausführungsform einer Innenzahnradpumpe 10''' gezeigt, die hinsichtlich Aufbau und Funktionsweise generell der Innenzahnradpumpe 10 der Fig. 1 und 2 entspricht. Gleiche Elemente sind daher durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet. Im Folgenden werden im Wesentlichen die Unterschiede erläutert.

**[0070]** Bei der Innenzahnradpumpe 10''' der Fig. 6 und 7 ist das Ringelement 20 nicht als Umkehrherring ausgebildet sondern lediglich als Steuerschieber. Folglich ist in der einen Drehrichtung DR1 der erste Fluidanschluss 22

als Sauganschluss und der zweite Fluidanschluss 24 als Druckanschluss ausgebildet, wohingegen in der zweiten Drehrichtung DR2 (Fig. 7) der zweite Fluidanschluss 24 als Sauganschluss und der erste Fluidanschluss 22 als Druckanschluss ausgebildet ist. Durch die Ausbildung des Ringelementes 20 als Steuerschieber ist der dritte Fluidanschluss 26 in der ersten Drehposition DP1 des Ringelementes 20 mit dem zweiten Fluidanschluss 24 verbunden, wohingegen in der zweiten Drehposition DP2 der vierte Fluidanschluss 28 mit dem nun als Druckanschluss wirkenden ersten Fluidanschluss 22 verbunden ist. Da das Ringelement 20 bei dieser Ausführungsform lediglich als Steuerschieber und nicht als Umkehrherring wirkt, ist es jedoch in weiten Grenzen frei wählbar, mit welchem Fluidanschluss der dritte und der vierte Fluidanschluss 26, 28 in den jeweiligen Drehpositionen DP1, DP2 zu verbinden sind. Alternativ könnte bei der Konstellation der Fig. 6 der dritte Fluidanschluss 26 auch mit dem ersten Fluidanschluss 22 verbunden sein, und der vierte Fluidanschluss 28 mit dem zweiten Fluidanschluss 24, so dass sich in Fig. 7 eine entsprechend umgekehrte Fluidanschlussverbindung ergibt.

**[0071]** In Fig. 8 ist in schematischer Form ein Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug dargestellt und generell mit 60 bezeichnet. Der Antriebsstrang 60 beinhaltet einen Antriebsmotor 62. Der Antriebsmotor 62 kann ein Verbrennungsmotor sein, kann jedoch auch ein elektrischer Antriebsmotor zur Bereitstellung von Antriebsleistung sein. Der Antriebsstrang 60 beinhaltet ferner eine Kupplungsanordnung 64, bei der es sich um eine einfache Kupplung oder um eine Doppelkupplungsanordnung handeln kann. Ferner beinhaltet der Antriebsstrang 60 eine Getriebearordnung 66, die ein einstufiges oder mehrstufiges Getriebe beinhalten kann, sowie ein nicht-schaltbares oder ein schaltbares Getriebe. Im Falle eines schaltbaren Getriebes kann es sich bei der Getriebearordnung 66 um ein Doppelkupplungsgetriebe handeln. Schließlich beinhaltet der Antriebsstrang 60 ein Differential 68, mittels dessen Antriebsleistung auf zwei angetriebene Räder 70L, 70R des Kraftfahrzeuges verteilbar ist.

**[0072]** Der Antriebsstrang 60 beinhaltet ferner einen Hydraulikkreis 74. In dem Hydraulikkreis 74 ist eine Innenzahnradpumpe 10 vorgesehen, die vorzugsweise von der Funktionalität her ausgebildet ist wie eine der Innenzahnradpumpen 10, 10', 10" der Fig. 1 bis 5. Die Innenzahnradpumpe 10 wird mittels eines elektrischen Motors 76 angetrieben, wobei der elektrische Motor 76 in beiden Drehrichtungen angesteuert werden kann, wie es in Fig. 8 schematisch durch einen Doppelpfeil angedeutet ist.

**[0073]** Der zweite Fluidanschluss 24 und der dritte Fluidanschluss 26 sowie gegebenenfalls ein vierter Fluidanschluss 28 der Innenzahnradpumpe 10 können direkt mit hydraulischen Verbraucherabschnitten verbunden sein, wie es nachstehend noch erörtert werden wird.

**[0074]** Vorliegend beinhaltet der Hydraulikkreis 74 jedoch ein Ventil 80, das vorliegend als 3/2-Wegeventil

ausgebildet ist. Das Ventil 80 beinhaltet eine erste hydraulische Betätigungseinrichtung 82, um das Ventil 80 in eine erste Schaltstellung zu bringen. Ferner kann das Ventil 80 eine Rückstellfeder 84 aufweisen, die der ersten hydraulischen Betätigungseinrichtung 82 entgegenwirkt. Die erste hydraulische Betätigungseinrichtung 82 kann beispielsweise mit dem dritten Fluidanschluss 26 verbunden sein.

**[0075]** Ferner ist es möglich, dass das Ventil 80 eine zweite hydraulische Betätigungseinrichtung 86 aufweist. In diesem Fall ist die zweite hydraulische Betätigungseinrichtung 86 vorzugsweise mit dem vierten Fluidanschluss 28 verbunden.

**[0076]** Ein Eingang des Ventils 80 ist mit dem zweiten Fluidanschluss 24 verbunden. Ein erster Ausgang des Ventils 80 ist mit einem ersten hydraulischen Verbraucherabschnitt 90 verbunden, der beispielsweise der Kupplungsanordnung 64 zugeordnet sein kann. Ein zweiter Ausgang des Ventils 80 ist vorliegend mit einem zweiten hydraulischen Verbraucherabschnitt 92 verbunden, der beispielsweise der Getriebearordnung 66 oder dem Antriebsmotor 62 zugeordnet sein kann.

**[0077]** In manchen Ausführungsformen des Hydraulikkreises 74 ist eine zentrale Steuereinrichtung 94 (Getriebe-steuergerät) vorgesehen, die die Verbraucherabschnitte 90, 92 ansteuert.

**[0078]** Wie es in Fig. 8 schematisch angedeutet ist, kann der dritte Fluidanschluss 26 auch direkt mit einem Verbraucherabschnitt verbunden sein, wie es vorliegend durch einen dritten hydraulischen Verbraucherabschnitt 98 gezeigt ist.

**[0079]** Ferner kann auch der zweite und/oder der vierte Fluidanschluss 24 direkt mit einem solchen hydraulischen Verbraucherabschnitt verbunden sein.

**[0080]** Die Verbraucherabschnitte sind generell dazu ausgebildet, bestimmte Komponenten des Antriebsstranges 60 mit Fluid zu versorgen. Die Verbraucherabschnitte können jeweils Aktuatoreinrichtungen beinhalten, um bestimmte Komponenten des Antriebsstranges 60 zu betätigen, wie beispielsweise Kupplungen der Kupplungsanordnung 64 und/oder Schaltkupplungen der Getriebearordnung 66. Ferner können die Verbraucherabschnitte jeweils alternativ oder zusätzlich als reine Schmier- und/oder Kühlabschnitte ausgebildet sein.

**[0081]** Die Fig. 9 bis 11 zeigen weitere Ausführungsformen von Hydraulikkreisen, die hinsichtlich Aufbau und Funktionsweise generell dem Hydraulikkreis 74 der Fig. 8 entsprechen können. Gleiche Elemente sind daher durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet. Im Folgenden werden im Wesentlichen die Unterschiede erläutert.

**[0082]** Bei dem Hydraulikkreis 74' der Fig. 9 weist ein Ventil 80' eine elektrische Betätigungseinrichtung 102 auf, wobei das Ventil 80' mittels einer Rückstellfeder 84 vorgespannt ist. Ferner beinhaltet der Hydraulikkreis 74' vorliegend eine Drehpositions-Sensoranordnung 104, die einen Drehpositions-Sensor 106 beinhaltet, der die Drehposition DP des Ringelementes 20 der Pumpe 10

erkennen kann, beispielsweise auf induktive, optische, kapazitive, resistive oder sonstige Art und Weise.

**[0083]** Die Drehpositions-Sensoranordnung 104 beinhaltet vorliegend ferner einen Schalter 108, der eine Spannungsquelle 110 mit der elektrischen Betätigungseinrichtung 102 verbindet. Der Schalter 108 ist über ein Signal des Drehpositions-Sensors 106 betätigbar.

**[0084]** In einer Variante kann der Drehpositions-Sensor 106 auch mit einem Verstärker 112 verbunden sein, um auch ohne Schalter 108 die elektrische Betätigungseinrichtung 102 anzusteuern.

**[0085]** Bei der in Fig. 10 gezeigten Variante 74" ist das gleiche Ventil 80' vorgesehen, wobei eine Drehrichtungs-Sensoranordnung 116 vorgesehen ist, die die Drehrichtung der Pumpe 10 bzw. des elektrischen Motors 76 erfasst. Vorliegend erfolgt die Erfassung der Drehrichtung DR des elektrischen Motors 76 über einen Sensor 120, der die Kommutierungsreihenfolge von Anschlussphasen 118 des elektrischen Motors 76 erfasst und hieraus die Drehrichtung ableitet. Ein hieraus abgeleitetes Drehrichtungssignal wird mittels eines Verstärkers 112 verstärkt und verwendet, um die elektrische Betätigungseinrichtung 102 anzusteuern.

**[0086]** Fig. 11 zeigt eine Abwandlung der Ausführungsform der Fig. 10, wobei ein Hydraulikkreis 74" einen elektrischen Motor 76 aufweist, der ein Lagegebersystem 122 beinhaltet, mittels dessen die Drehposition und/oder Drehrichtung des elektrischen Motors 76 erfassbar ist. Vorliegend ist das Lagegebersystem 122 mit einem Sensor 124 verbunden, der die Drehrichtung DR erfasst und einen Verstärker 112 beinhalten kann, über den die elektrische Betätigungseinrichtung 102 direkt angesteuert werden kann.

## Patentansprüche

1. Innenzahnradpumpe (10), insbesondere für einen Hydraulikkreis (74) eines Kraftfahrzeugantriebsstranges (60), mit

- einem Gehäuse (12), das einen ersten Fluidanschluss (22) und einen zweiten Fluidanschluss (24) aufweist,
- einem Innenrotor (14), der in dem Gehäuse (12) um eine Innenrotorachse (32) drehbar gelagert ist und eine Außenverzahnung aufweist, und
- einem Außenrotor (16), der in dem Gehäuse (12) um einen Außenrotorachse (36) drehbar ist und eine Innenverzahnung aufweist, die zur Erzielung einer Pumpwirkung mit der Außenverzahnung des Innenrotors (14) in Eingriff steht, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenzahnradpumpe (10) ferner ein Ringelement (20) aufweist, das in dem Gehäuse (12) beweglich gelagert ist und zwischen einer ersten Position (DP1) und einer zweiten Position

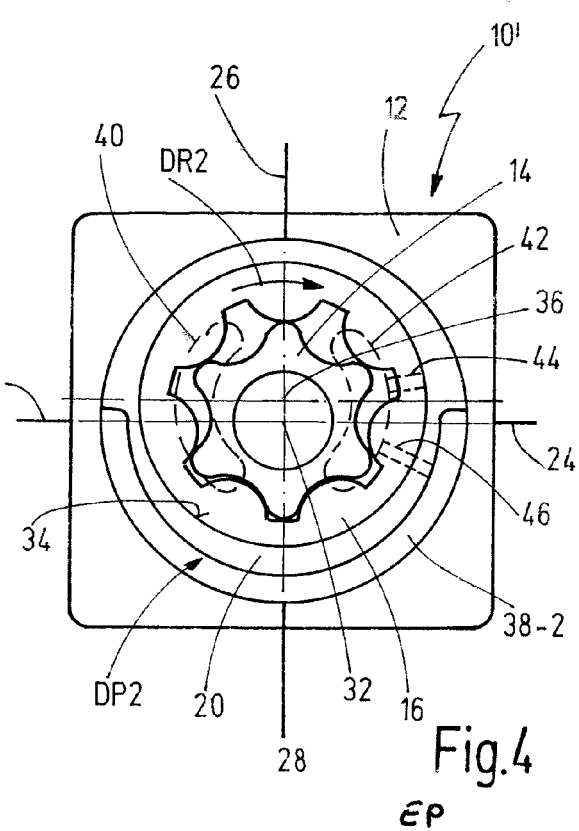
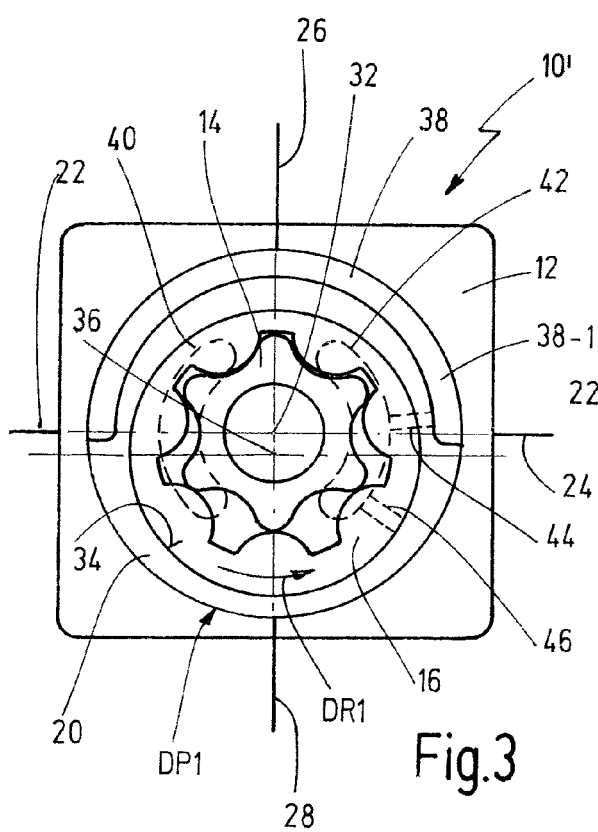
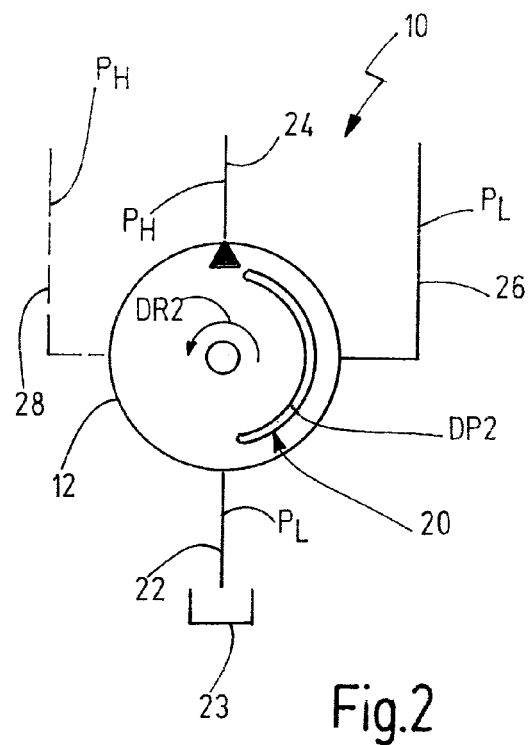
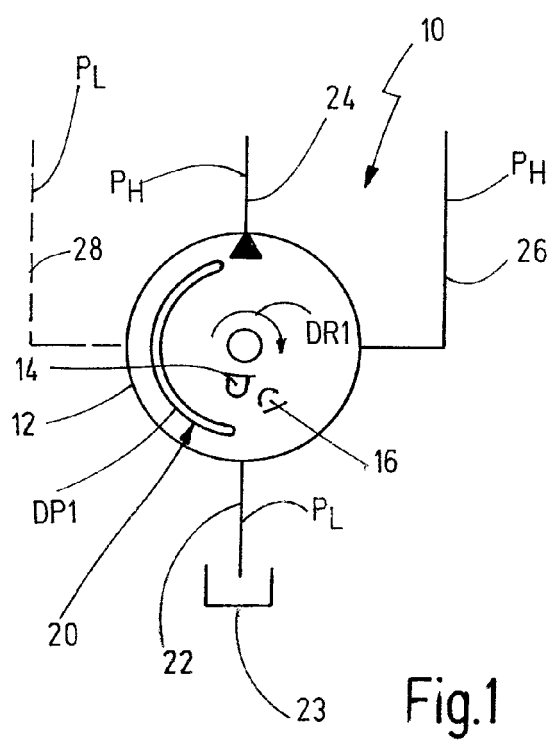
(DP2) verschwenkbar ist, wobei an dem Gehäuse (12) wenigstens ein dritter Fluidanschluss (26) ausgebildet ist, wobei der dritte Fluidanschluss (26) in Bezug auf das Ringelement (20) so angeordnet ist, dass der dritte Fluidanschluss (26) in der ersten Position (DP1) des Ringelementes (20) mit dem zweiten Fluidanschluss (24) verbunden ist und in der zweiten Position (DP2) von dem zweiten Fluidanschluss (24) getrennt ist.

2. Innenzahnradpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Gehäuse (12) wenigstens ein vierter Fluidanschluss (28) ausgebildet ist, wobei der vierte Fluidanschluss (28) in Bezug auf das Ringelement (20) so angeordnet ist, dass der vierte Fluidanschluss (28) in der zweiten Position (DP2) des Ringelementes (20) mit dem zweiten Fluidanschluss (24) verbunden ist und in der ersten Position (DP2) von dem zweiten Fluidanschluss (24) getrennt ist.
3. Innenzahnradpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ringelement (20) in dem Gehäuse (12) um eine Ringelementachse (32) drehbar zwischen einer ersten Drehposition (DP1) und einer zweiten Drehposition (DP2) gelagert ist und eine Rotoraufnahme (34) zur drehbaren Aufnahme des Außenrotors (16) aufweist, wobei die die Rotoraufnahme (34) exzentrisch zu der Ringelementachse (32) ausgebildet ist.
4. Innenzahnradpumpe nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Fluidanschluss (22) unabhängig von der Drehrichtung des Innenrotors (14) als Sauganschluss ausgebildet ist und der zweite Fluidanschluss (24) unabhängig von der Drehrichtung des Innenrotors (14) als Druckanschluss ausgebildet ist.
5. Hydraulikkreis (74), insbesondere für einen Kraftfahrzeugantriebsstrang (60), mit einer Innenzahnradpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 - 4 oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.
6. Hydraulikkreis nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Fluidanschluss (26) und/oder der vierte Fluidanschluss (28) mit einem Verbraucherabschnitt (98) des Hydraulikkreises (74) verbunden ist.
7. Hydraulikkreis nach Anspruch 5 oder 6, mit einem Ventil (80), das mit dem ersten oder mit dem zweiten Fluidanschluss (22, 24) der Innenzahnradpumpe (10) verbunden ist, wobei das Ventil (80) in Abhängigkeit von der Position (DP1, DP2) des Ringelementes (20) oder in Abhängigkeit von einer Drehrichtung (DR1, DR2) des Innenrotors (14) betätigbar



ist.

8. Hydraulikkreis nach Anspruch 7, wobei das Ventil (80) mittels einer direkt oder indirekt wirkenden Betätigungseinrichtung (82, 86) betätigbar ist und wobei die Betätigungseinrichtung (82, 86) mit dem dritten Fluidanschluss (26) und/oder mit dem vierten Fluidanschluss (28) verbunden ist. 5
  
9. Hydraulikkreis nach Anspruch 7 oder 8, wobei das Ventil (80) mittels einer elektrischen Betätigungseinrichtung (102) betätigbar ist, wobei der Innenzahnradpumpe (10) eine Drehpositions-Sensoranordnung (104) zugeordnet ist, die die Drehposition (DP1, DP2) des Ringelementes (20) erfasst und ein Drehpositionssignal ausgibt, und wobei die elektrische Betätigungseinrichtung (102) auf der Grundlage des Drehpositionssignals angesteuert wird. 10  
15
  
10. Hydraulikkreis nach einem der Ansprüche 7 - 9, wobei das Ventil (80) mittels einer elektrischen Betätigungseinrichtung (102) betätigbar ist, wobei der Hydraulikkreis (74) einen elektrischen Motor (76) aufweist, der den Innenrotor (14) antreibt, wobei dem Motor (76) eine Drehrichtungs-Sensoranordnung (116) zugeordnet ist, die die Drehrichtung (DR1, DR2) des Motors (76) erfasst und ein Drehrichtungssignal ausgibt, und wobei die elektrische Betätigungseinrichtung (102) auf der Grundlage des Drehrichtungssignals angesteuert wird. 20  
25  
30
  
11. Hydraulikkreis nach Anspruch 10, wobei die Drehrichtungs-Sensoranordnung (116) dazu ausgebildet ist, die Drehrichtung (DR1, DR2) des Motors (76) auf der Grundlage einer Kommutierungsreihenfolge von elektrischen Anschlussphasen (118) des Motors (76) zu erfassen. 35
  
12. Hydraulikkreis nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Drehrichtungs-Sensoranordnung (116') dazu ausgebildet ist, die Drehrichtung (DR1, DR2) des Motors (76) auf der Grundlage von Signalen eines Lagegebersystems (122) des Motors (76) zu erfassen. 40  
45  
50  
55



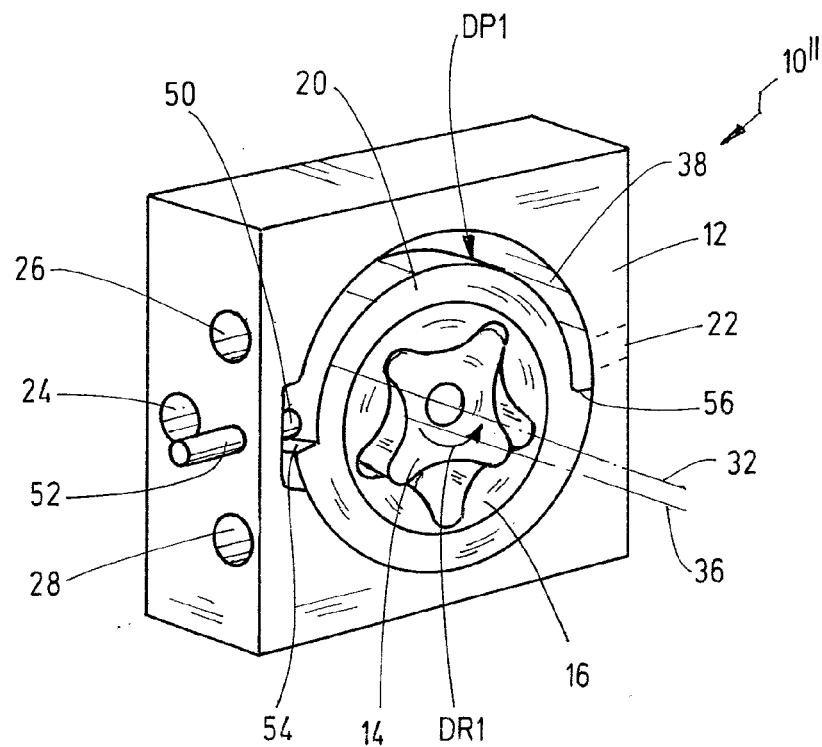


Fig. 5

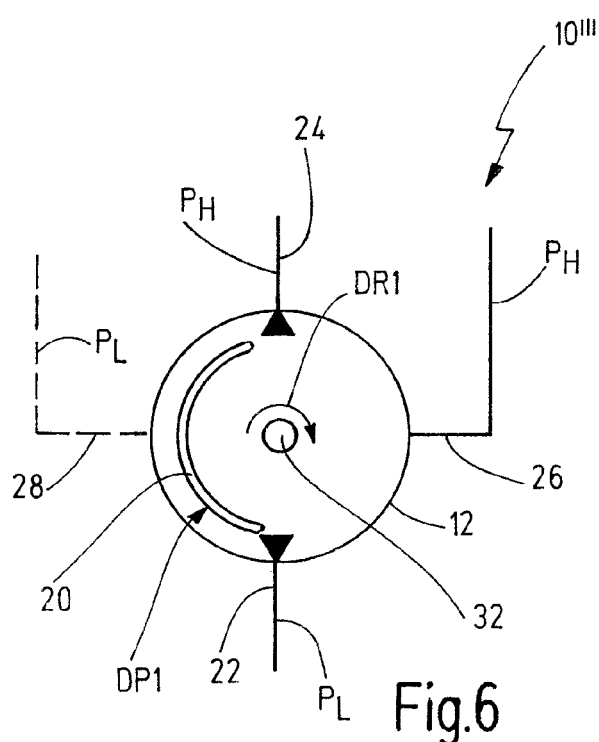


Fig. 6

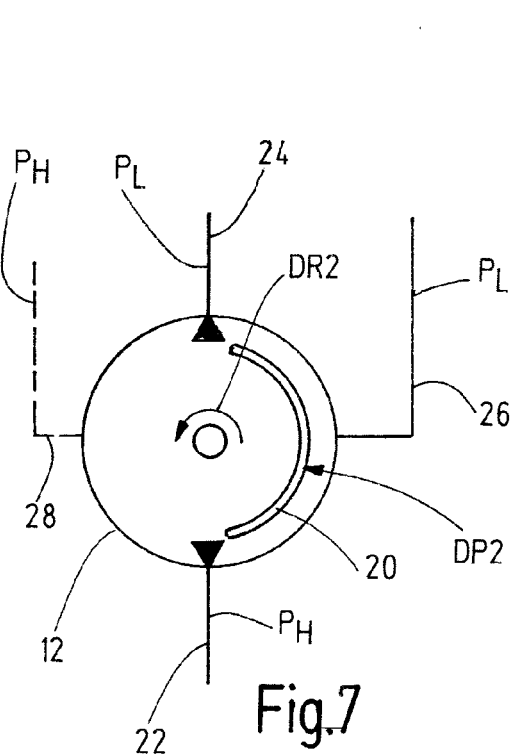


Fig. 7

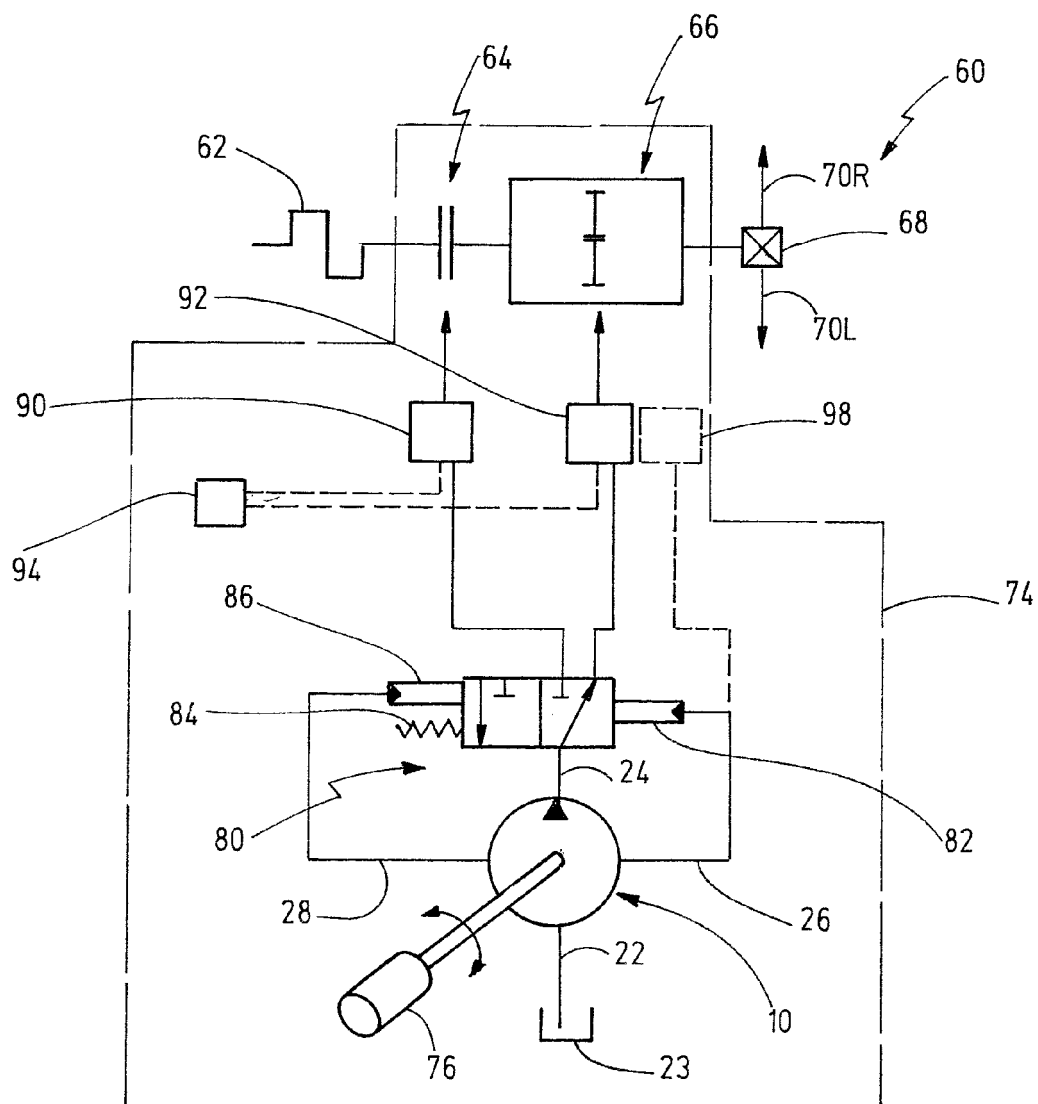


Fig.8

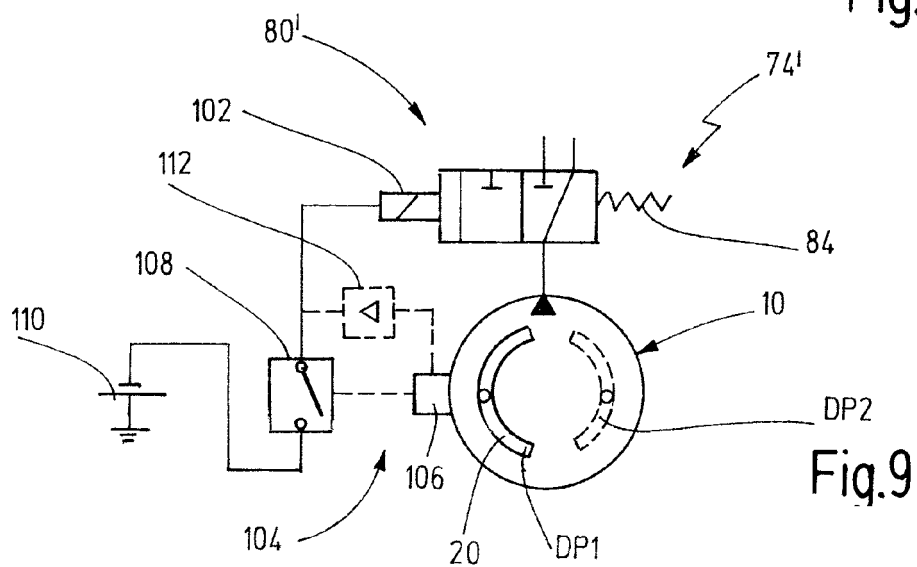
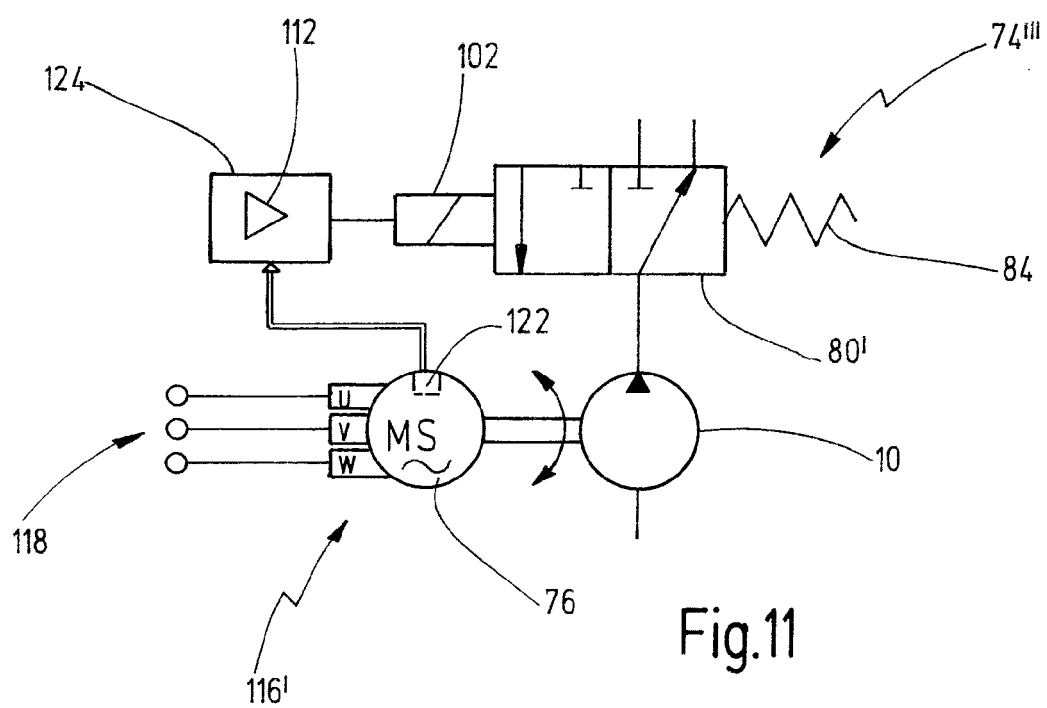
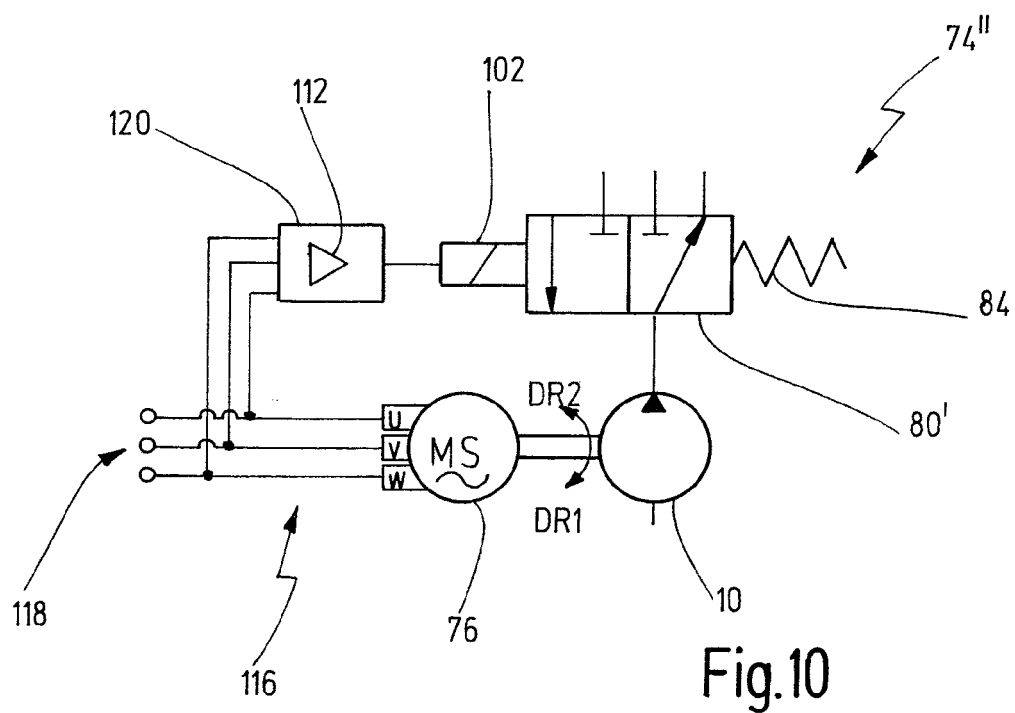


Fig.9



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102011122642 A1 [0014]
- US 8444401 B [0014]
- EP 0330315 B1 [0015]