

(19)



(11)

EP 2 626 563 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.08.2013 Patentblatt 2013/33

(51) Int Cl.:
F04D 7/04 (2006.01)
F04D 7/00 (2006.01)
F04D 29/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12176181.1**

(22) Anmeldetag: **12.07.2012**

(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

(71) Anmelder: **SULZER PUMPEN AG**
8401 Winterthur (CH)

(72) Erfinder: **Trottmann, Benedikt**
9000 St. Gallen (CH)

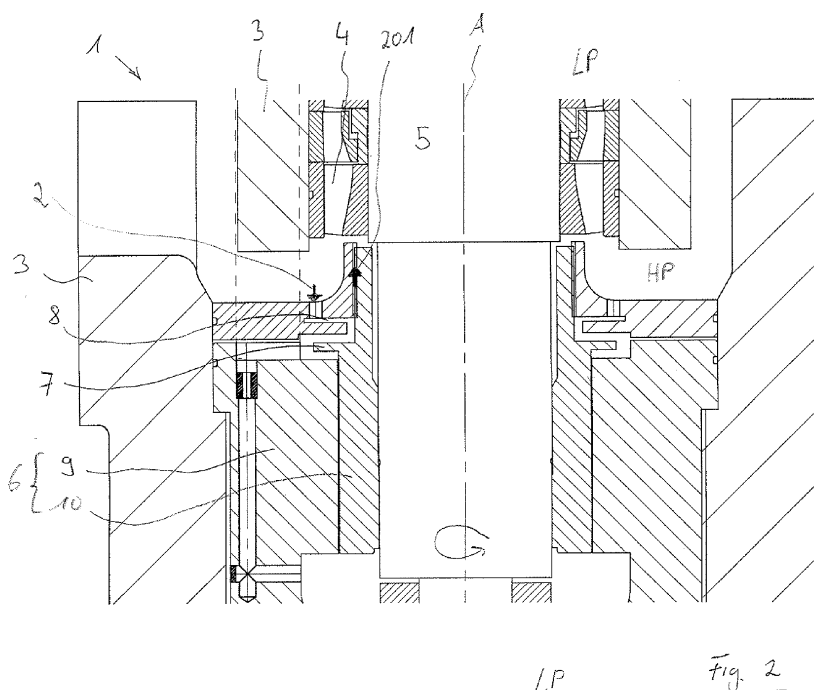
(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
Patentabteilung / 0067
Zürcherstrasse 14
8401 Winterthur (CH)

(30) Priorität: **10.02.2012 EP 12154903**

(54) **Pumpe, sowie eine Rezirkulationseinrichtung für eine Pumpe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Pumpe (1) zur Förderung eines Pumpfluids (2) in Form eines Mehrphasengemischs, wobei im Betriebszustand das unter einem Eingangsdruck an einer Niederdruckseite (LP) der Pumpe bereitgestellte Pumpfluid (2) mittels einem in einem Pumpenstator (3) um eine Drehachse (A) drehbar gelagerten Pumpenrotor (4) auf eine Hochdruckseite (HP) der Pumpe beförderbar ist, und eine Rotorwelle (5) derart in einer Wellendurchführung (6) angeordnet ist, dass zwischen der Rotorwelle (5) und der Wellendurchführung

(6) in einem Ringspalt (21) ein Schmierfilm aus einem aus dem Pumpfluid (2) gebildeten Schmierfluid (200) ausbildbar ist, und an der Rotorwelle (5) eine Separationseinrichtung (7) vorgesehen ist, mit welcher im Betriebszustand zur Bereitstellung des Schmierfluids (200) am Ringspalt (21) eine vorgebbare Menge eines Inhaltsstoffs mittels einer Zentrifugalkraft aus dem Pumpfluid (2) separierbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rezirkulationseinrichtung (8) vorgesehen ist, sodass ein Gas (201) mit Hilfe der Separationseinrichtung (7) rezirkulierbar ist.



EP 2 626 563 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpe zur Förderung eines Pumpfluids in Form eines Mehrphasengemischs sowie eine Rezirkulationseinrichtung für eine Pumpe gemäss dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche 1 und 15.

[0002] Im Stand der Technik ist es eine wohlbekannte Massnahme, Inhaltsstoffe des Pumpfluids mittels der rotierenden Teile von Pumpen zu separieren und die Pumpe oder Drosselungen, also ringförmige Dichtungen, mit dem separierten Medium selbst zu schmieren, was den offensichtlichen Vorteil hat, dass dann für diese Schmieranwendungen kein spezielles Schmiermittel zur Verfügung gestellt werden muss. Das kann vor allem dann von besonderem Vorteil sein, wenn die Bereitstellung des Schmiermittels, z.B. zur Schmierung einer einen Pumpenrotor tragenden rotierenden Rotorwelle der Pumpe, nur unter besonderen Schwierigkeiten möglich ist. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass auf der Nichtantriebsseite durch den Einsatz eines selbstschmierenden bzw. produktgeschmierten Lagers auf eine Wellendichtung verzichtet werden kann, da die Welle nicht mehr zur Atmosphäre herausgeführt werden muss. Als prominente Beispiele sind neben einer Vielzahl weiterer Anwendungen Pumpen zur Förderung von Mehrphasengemischen, wie beispielsweise zur Förderung von Rohöl zu nennen. Solche Pumpen müssen häufig an sehr schlecht zugänglichen Orten betrieben werden, oft viele hundert Meter, sogar bis zu einigen tausend Metern unter der Meeresoberfläche, wo die Pumpen unter extremen Bedingungen über beträchtliche Zeiträume zuverlässig betrieben werden müssen.

[0003] Ein bisher nur unzureichend gelöstes Problem tritt jedoch bei der Förderung solcher Pumpmedien, wie beispielsweise bei einem Mehrphasengemisch auf, das neben Erdöl auch Erdgas und häufig auch Wasser und vor allem schädliche Feststoffanteile wie z.B. Sand enthält. Die zusätzlichen Inhaltsstoffe sind nämlich häufig für die Schmieranwendung eher schädlich. So versteht der Fachmann sofort, dass beispielsweise vor allem harte Inhaltsstoffe wie Sand die Schmierung massiv negativ beeinflussen können. Wird beispielsweise ein mit Sand verunreinigtes Schmiermittel zur Schmierung einer Rotorwelle eines Pumpenrads verwendet, so kann der Sand im Schmiermittel beträchtliche Schäden an den zu schmierenden Teilen verursachen, weil die harten Sandkörner die Oberflächen der zu schmierenden Komponenten, die häufig aus verhältnismässig weichem Metall sind, beschädigen können, was letztlich zum Ausfall der Pumpe führen kann.

[0004] Daher ist es im Stand der Technik bekannt, solche Teile die geschmiert werden, beispielsweise mit einem mit Sand verunreinigten Schmiermittel, besonders zu härten, damit der im Schmiermittel enthaltene Sand die Oberflächen nicht beschädigen kann, bzw. um den Verschleiss der entsprechenden Teile zumindest soweit zu reduzieren, dass vertretbar lange Standzeiten, also

wirtschaftlich vertretbare Wartungsintervalle erreicht werden können.

[0005] Dabei ist das Härten der entsprechenden Teile, z.B. der Rotorwelle eines Laufrades der Pumpe bzw. der das Rotorwellenlager bilden statischen oder rotierenden Gegenparte und Lagerkomponenten natürlich eine Massnahme, die einerseits sehr aufwändig und damit teuer ist und letztlich das Problem nicht tatsächlich löst, weil selbst die gehärteten Teile mit der Zeit der reibenden Belastung, z.B. durch im Schmiermittel enthaltenen Sand, nicht auf Dauer standhalten können. Ein weiterer Punkt ist, dass auch beispielsweise die Breite der Schmiermittelspalte zwischen den rotierenden und / oder statischen Teilen der Lager oft nicht auf das wünschenswerte Mass verkleinert werden können, weil ansonsten der schädliche Einfluss von harten, nicht kompressiblen Inhaltsstoffen wie Sand so gross würde, dass ein vorzeitiger Verschleiss der entsprechenden Lager unausweichlich würde. Dadurch, dass die Lagerspalte durch derartige Restriktionen nicht optimal einstellbar sind, kann die Laufruhe der gelagerten Teile negativ beeinflusst werden, und durch nicht optimal eingestellte Schmiermittelspalte können schädliche Schwingungen im Betriebszustand auftreten, was letztlich ebenfalls zu einem vorzeitigen Verschleiss führen kann.

[0006] Eine weitere aus der EP12154903.4 bekannte Vorrichtung sieht vor das Pumpfluid mittels einer Separationseinrichtung zu separieren. Dabei werden die flüssigen und festen Inhaltsstoffe des Pumpfluids voneinander separiert und die flüssigen Anteile als Schmiermittel zur Schmierung rotierender Teile der Pumpe, insbesondere zur Schmierung der Rotorwelle des Pumpenrotors, genutzt.

[0007] Nachteil der beschriebenen Vorrichtung ist, dass lediglich feste oder flüssige Inhaltsstoffe abgeschieden werden können, obwohl auch gasförmige Inhaltsstoffe das Schmierverhalten des Schmiermittels negativ beeinflussen, weil beispielsweise die Viskosität, also die Zähigkeit des als Schmiermittel verwendeten Pumpfluids für die Anwendung als Schmiermittel schlecht oder gar nicht geeignet ist.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Pumpe zur Förderung eines Pumpfluids in Form eines Mehrphasengemischs vorzuschlagen, bei welcher das Pumpfluid gleichzeitig zur Schmierung rotierender Teile der Pumpe, insbesondere zur Schmierung der Rotorwelle des Pumpenrotors verwendet werden kann, wobei die aus dem Stand der Technik bekannten schädlichen Einflüsse der Inhaltsstoffe auf den Schmiervorgang weitestgehend vermieden werden.

[0009] Die diese Aufgabe lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 14 gekennzeichnet.

[0010] Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

[0011] Die Erfindung betrifft somit eine Pumpe zur Förderung eines Pumpfluids in

[0012] Form eines Mehrphasengemischs, wobei im Betriebszustand das unter einem Eingangsdruck an einer Niederdruckseite der Pumpe bereitgestellte Pumpfluid mittels einem in einem Pumpenstator um eine Drehachse drehbar gelagerten Pumpenrotor auf eine Hochdruckseite der Pumpe beförderbar ist, und eine Rotorwelle derart in einer Wellendurchführung angeordnet ist, dass zwischen der Rotorwelle und dem Wellendurchführung in einem Ringspalt ein Schmierfilm aus einem aus dem Pumpfluid gebildeten Schmierfluid ausbildbar ist, und an der Rotorwelle eine Separationseinrichtung vorgesehen ist, mit welcher im Betriebszustand zur Bereitstellung des Schmierfluids am Ringspalt eine vorgebbare Menge eines Inhaltsstoffs mittels einer Zentrifugalkraft aus dem Pumpfluid separierbar ist. Erfindungsgemäss ist eine Rezirkulationseinrichtung vorgesehen ist, sodass ein Gas mit Hilfe der Separationseinrichtung rezirkulierbar ist.

[0013] Wesentlich für die Erfindung ist es somit, dass eine Rezirkulationseinrichtung vorgesehen ist, mit welcher im Betriebszustand eine vorgebbare Menge eines Gases, in der Praxis häufig Erdgas, rezirkulierbar ist. Das Gas, welches aus dem Pumpfluid separierbar ist, wird im Wesentlichen mit Hilfe der Separationseinrichtung und insbesondere mittels der in der Separationseinrichtung wirkenden Zentrifugalkraft aus dem Pumpfluid separiert. Dazu kann das durch die Pumpe zu fördernde Pumpfluid ein Mehrphasengemisch sein, das mit Sand beladenes Rohöl und Erdgas umfasst, und das beispielsweise aus einer Rohquelle durch die Pumpe in ein Sammelager gefördert wird. Das Pumpfluid ist dabei in der rotierenden Separationseinrichtung den dort aufgrund der Rotation wirkenden Zentrifugalkräften ausgesetzt. Aufgrund der höheren Dichte des Sandes im Vergleich zum flüssigen und gasförmigen Anteil des Pumpfluids, wobei die gasförmigen Anteile wiederum eine geringere Dichte als die flüssigen Anteile aufweisen, reichern sich dabei der Sand unter Wirkung der Zentrifugalkraft am äusseren Rand, die flüssigen Anteile in der Mitte und die gasförmigen Anteile im Inneren, zum Beispiel in einer Ringkammer der Separationseinrichtung, an. Eine weitere Ursache für die Separation des Gases aus dem Pumpfluid ist beispielsweise der Druckunterschied zwischen der Rezirkulationseinrichtung und der Hochdruckseite der Pumpe. Hierbei strömt das Pumpfluid von der Hochdruckseite der Pumpe zur Rezirkulationseinrichtung, also in Richtung einer Gassenke, wo das Gas aus dem Pumpfluid separiert wird und von dort in eine bestimmte Richtung, bevorzugt in Richtung der Hochdruckseite der Pumpe, wieder abströmt.

[0014] Dadurch bildet sich im Inneren der Ringkammer eine mit Gas hoch angereicherte Phase des Pumpfluids aus, die mittels einer erfindungsgemässen Rezirkulationseinrichtung bevorzugt zurück auf die Hochdruckseite der Pumpe abgeführt wird und nicht mit Gas angereichertes Pumpfluid für die Schmierung, z.B. der Rotorwelle, verwendet wird. Die Entnahme des Schmierfluids, das für die Schmierung verwendet werden soll, erfolgt

dabei an einem weiter aussen gelegenen Durchmesser der Ringkammer der Separationseinrichtung, wo sich eine Phase des Pumpfluids mit niedriger Gas- und Sandkonzentration angesammelt hat. Eine mit Sand hoch angereicherte Phase des Pumpfluids bildet sich am äusseren Rand der Ringkammer der Separationseinrichtung aus und wird von dort über eine entsprechende Abscheideleitung bevorzugt zurück auf die Niederdruckseite der Pumpe abgeführt wird und nicht für die Schmierung, z.B. der Rotorwelle, verwendet.

[0015] Es versteht sich von selbst, dass auf diese Weise beliebige Inhaltsstoffe des Pumpfluids, die entsprechende Dichteunterschiede aufweisen, mit der Separationseinrichtung separieren lassen und die gasförmigen Anteile mit der Rezirkulationseinrichtung bevorzugt auf die Hochdruckseite rezirkuliert werden, so dass zum Beispiel der Anteil des Pumpfluids, der zum schmieren verwendet werden soll, eine vorbestimmte geeignete Viskosität hat, die nicht zu hoch oder zu niedrig ist, weil gasförmige Anteile mit der Rezirkulationseinrichtung und mit Hilfe der Separationseinrichtung entfernbar sind.

[0016] Somit ist es durch die vorliegende Erfindung erstmals möglich, nicht nur feste oder flüssige Inhaltsstoffe sondern auch gasförmige Inhaltsstoffe, die das Schmierverhalten negativ beeinflussen, so von dem zu fördernden Pumpfluid abzuseparieren und mittels der Rezirkulationseinrichtung zu rezirkulieren, das eine von Inhaltsstoffen in ausreichendem Masse gereinigte Phase des Pumpfluids bereitgestellt wird, die zur Schmierung rotierender Teile der Pumpe verwendet werden kann, wobei die aus dem Stand der Technik bekannten schädlichen Einflüsse der Inhaltsstoffe auf den Schmiervorgang weitestgehend vermieden werden. Dabei können, je nach genauer Zusammensetzung und Konsistenz des Pumpfluids bzw. der Inhaltsstoffe, auch zum Beispiel Mischungs- oder Lösungsphänomene relevant sein, die den Prozess der Rezirkulation weiter positiv beeinflussen. So ist es zum Beispiel möglich, dass Gasanteile in höher Viskosen und / oder in fluiden Bestandteilen höherer Dichte gelöst oder zum Beispiel in Form von Blasen eingeschlossen sind und so durch die erfindungsgemässe Rezirkulationseinrichtung ebenfalls mit absepariert und rezirkuliert werden. Selbstverständlich können auch andere an sich bekannte Prozesse dazu beitragen, dass über die Rezirkulationseinrichtung nicht nur Bestandteile geringerer Dichte sondern auch solche mit höherer Dichte abscheidbar sind, weil sie durch die Bestandteile höherer Dichte mitgenommen werden.

[0017] Als besondere Massnahme bildet die Wellendurchführung ein Wellenlager und umfasst eine stationäre Buchse und eine drehende Wellenhülse, wobei der Ringspalt zwischen der stationären Buchse und der drehenden Wellenhülse ausbildbar ist. Im Speziellen bildet die Wellendurchführung vorteilhaft eine Drosselstelle.

[0018] Vorteil dieser Massnahme ist, dass die Drosselstellen, also ringförmige Dichtungen, welche zur Trennung von Druckstufen dienen, ständig den Rotor schmieren und stabilisieren und der Druckseparation dienen,

sodass der Rotor während seiner umlaufenden Bewegung ständig nur mit Flüssigkeit geschmiert wird.

[0019] Die Rezirkulationseinrichtung umfasst eine Zuführleitung, eine Rezirkulationsleitung und ein Mittel zur Druckerhöhung, insbesondere eine Förderschnecke und / oder eine geriffelte Leitung. In einem für die Praxis besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel befinden sich beispielsweise die Mittel zur Druckerhöhung in der Rezirkulationsleitung, d.h. die Leitung ist innen teilweise oder vollständig geriffelt und / oder hat eine Förderschnecke, sodass, wie der Fachmann sofort versteht, der Druck in der Rezirkulationsleitung, ähnlich dem Effekt einer Drossel, über den Druck der Hochdruckseite der Pumpe bzw. einer Gassenke erhöht wird. Ausserdem ist die Rezirkulationseinrichtung zur Zuführung des Pumpfluids in die Rezirkulationseinrichtung mittels einer Zuführleitung mit der Hochdruckseite der Pumpe strömungsverbunden, sodass das Pumpfluid im Betriebszustand von der Hochdruckseite der Pumpe zur Rezirkulationseinrichtung strömt. Zur Rezirkulation des Gases ist die Rezirkulationseinrichtung über eine Rezirkulationsleitung mit der Hochdruckseite der Pumpe und / oder einer Gassenke strömungsverbunden. Die Rezirkulationsleitung ist dabei derart ausgestaltet, dass mittels der Mittel zur Druckerhöhung ein Druck in der Rezirkulationsleitung höher als auf der Hochdruckseite der Pumpe und / oder der Gassenke herstellbar ist und das Gas von der Rezirkulationseinrichtung auf die Hochdruckseite und / oder die Gassenke beförderbar ist, wobei unter der Gassenke beispielsweise ein Bereich zum sammeln des Gases, ein Gassammelbehälter, oder eine Leitung, die das Gas in einen Bereich ausserhalb der Pumpe leitet, zu verstehen ist.

[0020] Die Rezirkulationseinrichtung ist dabei als integraler Bestandteil der Pumpen ausgebildet. Die Zuführ- und Rezirkulationsleitung können beispielsweise ein integraler Bestandteil, des Pumpengehäuse, insbesondere eine im Pumpengehäuse bzw. Pumpenstator oder Wellendurchführung verlaufende Bohrung oder bohrungsähnliche Verbindungsöffnung sein, oder aber auch durch separate Leitungen realisiert sein, die die Hochdruckseite mit der Rezirkulationseinrichtung und / oder der Separationskammer verbinden.

[0021] Im Speziellen umfasst die mit der Rotorwelle um die Drehachse mitrotierende Separationseinrichtung eine Ringkammer, an welcher Ringkammer zur Abscheidung des Inhaltsstoffs eine bevorzugt tangential ausgerichtete Abscheideöffnung vorgesehen ist. Als bevorzugte Massnahme umfasst die Separationseinrichtung zur Abscheidung des Gases eine erste Abscheideöffnung und / oder zur Abscheidung eines Inhaltsstoffes eine zweite Abscheideöffnung und / oder zur Abscheidung des Schmierfluids eine dritte Abscheideöffnung. Die erste Abscheideöffnung ist zur Abscheidung des Gases mit der Rezirkulationseinrichtung und / oder der Rezirkulationsleitung strömungsverbunden, sodass, wohingegen die zweite Abscheideöffnung zum Abführen des Inhaltsstoffes mittels einer Abscheideleitung mit der Nie-

derdruckseite der Pumpe strömungsverbunden ist.

[0022] Da die abzuscheidenden Inhaltsstoffe unterschiedliche Dichten haben, bildet sich im Inneren der Ringkammer der Separationseinrichtung, an der ersten Abscheideöffnung eine mit Gas hoch angereicherte Phase des Pumpfluids aus. Die Entnahme des Schmierfluids, das für die Schmierung verwendet werden soll, erfolgt dabei an der dritten Abscheideöffnung, einem weiter ausser gelegenen Durchmesser der Ringkammer der Separationseinrichtung, wo sich eine Phase des Pumpfluids mit niedriger Gas- und Feststoffkonzentration, beispielsweise Sand, angesammelt hat. Eine mit Sand hoch angereicherte Phase des Pumpfluids bildet sich am äusseren Rand der Ringkammer der Separationseinrichtung aus und wird von dort über die zweite Abscheideöffnung und eine entsprechende Abscheideleitung bevorzugt zurück auf die Niederdruckseite der Pumpe abgeführt wird und nicht für die Schmierung, z.B. der Rotorwelle, verwendet.

[0023] Dabei können selbstverständlich auch die Rezirkulations- und Abscheideleitung integrale Bestandteile des Pumpengehäuses, insbesondere im Pumpengehäuse bzw. Pumpenstator verlaufende Bohrungen oder bohrungsähnliche Verbindungsöffnungen sein, oder aber die Rezirkulations- und Abscheideleitung können auch durch separate Leitungen realisiert sein, die die Abscheideöffnungen der Separationseinrichtung mit der Rezirkulationseinrichtung/-leitung und / oder der Niederdruckseite der Pumpe oder sonstigen Stellen mit niederem Druck verbinden.

[0024] Damit beispielsweise das Wellendurchführung, in dem die Rotorwelle der Pumpe gelagert ist, oder der Ringspalt zwischen stationärer Buchse und drehender Wellenhülse, optimal mit der vom Inhaltsstoff gereinigten Phase des Pumpfluids zur Schmierung versorgt werden kann, ist der Ringspalt mittels einer Schmiermittelloffnung derart mit der dritten Abscheideöffnung der Separationseinrichtung strömungsverbunden, dass das von dem Inhaltsstoff zumindest teilweise befreite Schmierfluid dem Ringspalt zur Schmierung der Wellendurchführung über die Schmiermittelloffnung zuführbar ist.

[0025] In einer speziellen Ausführungsvariante kann eine zusätzliche Schmiermittelleitung derart vorgesehen sein, dass eine vorgebbare Menge an Schmierfluid von der Separationseinrichtung abführbar ist, insbesondere zur Speisung einer weiteren Schmierstelle der Pumpe verwendet werden kann. Dabei kann selbstverständlich auch die Schmiermittelleitung im Speziellen ein integraler Bestandteil des Pumpengehäuse, insbesondere eine im Pumpengehäuse bzw. Pumpenstator verlaufende Bohrung oder bohrungsähnliche Verbindungsöffnung sein, oder aber die Schmiermittelleitung kann auch durch eine separate Leitung realisiert sein, die die Separationseinrichtung der Separationskammer mit der weiteren Schmierstelle in der Pumpe verbindet.

[0026] Je nach Anwendung und Ausführungsbeispiel kann die Separationseinrichtung entweder lösbar mit der Rotorwelle verbunden sein, wobei die Separationsein-

richtung insbesondere als eine mit der Rotorwelle verschraubbare Separationsscheibe ausgestaltet sein kann. Dabei ist es selbstverständlich auch möglich, dass die Separationseinrichtung ein integraler Bestandteil der Rotorwelle ist, wobei die Separationseinrichtung insbesondere eine mit der Rotorwelle integral verbundene Separationsscheibe sein kann.

[0027] Die Erfindung betrifft weiter eine Rezirkulationseinrichtung für eine erfindungsgemässe Pumpe.

[0028] Im Folgenden wird die Erfindung an Hand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 den Stand der Technik am Beispiel einer Pumpe mit Separationsscheibe;

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässe Pumpe mit Rezirkulationseinrichtung;

Fig. 3 eine detaillierte Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässe Pumpe mit Rezirkulationseinrichtung;

[0029] Für die folgende Beschreibung der Figuren gilt, dass alle Bezugszeichen, die sich in den Beispielen auf Merkmale aus dem Stand der Technik beziehen mit Hochkomma versehen sind und alle Bezugszeichen, die sich auf Merkmale erfindungsgemässer Ausführungsbeispiele beziehen ohne Hochkomma gekennzeichnet sind.

[0030] Fig. 1 zeigt den Stand der Technik anhand einer Pumpe, wobei die Konstruktion der Wellendurchführung mit Separationseinrichtung etwas genauer im Detail gezeigt wird. Die Pumpe, die im Folgenden gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1' bezeichnet ist, dient ganz allgemein der Förderung eines Pumpfluids 2' in Form eines Mehrphasegemischs, d.h. das Mehrphasengemisch besteht aus verschiedenen festen, flüssigen und gasförmigen Inhaltsstoffen. Die Inhaltsstoffe sind im wesentlichen Sand und Gas, welche als Verunreinigung im Pumpfluid 2' in nicht tolerierbaren Mengen vorhanden sind. Das Pumpfluid 2' ist hier Erdöl, das unter einem Eingangsdruck an einer Niederdruckseite LP' der Pumpe 1' bereitsteht und im Betriebszustand mittels einem in einem Pumpenstator (nicht dargestellt) um eine Drehachse A' gemäss dem Pfeil P' drehbar gelagerten Pumpenrotor (nicht dargestellt) auf eine Hochdruckseite HP' der Pumpe 1' befördert wird. Der Pumpenrotor ist dabei derart ausgestaltet und über eine Rotorwelle 5' in einer Wellendurchführung 6' angeordnet, dass zwischen der Rotorwelle 5' und der Wellendurchführung 6' in einem Ringspalt 21' ein Schmierfilm aus einem aus dem Pumpfluid 2' gebildeten Schmierfluid 200' ausbildbar ist. Ausserdem ist zu sehen, dass an der Rotorwelle 5' eine Separationseinrichtung 7' vorgesehen ist, mit welcher im Betriebszustand zur Bereitstellung des Schmierfluids 200' eine vorgebbare Menge des Inhaltsstoffs mittels einer Zentrifugalkraft aus dem Pumpfluid 2' separierbar ist.

[0031] Wie in Fig. 1 schematisch dargestellt, ist zur Zuführung des den Inhaltsstoff umfassenden Pumpfluids 2', also hier des Erdöls, die Separationseinrichtung 7', die als eine mit der Rotorwelle 5' der Pumpe 1' mit Schrauben 70' verschraubte Separationsscheibe ausgestaltet ist, über eine Zuführleitung mit der Hochdruckseite HP' der Pumpe 1' verbunden. Die Separationsscheibe ist dabei durch eine Abdeckung D', durch die hindurch das Pumpfluid 2' der Separationsscheibe zugeführt wird, abgedeckt.

[0032] Die Separationsscheibe der Fig. 1 umfasst im Detail zeigt, die mit der Rotorwelle 5' um die Drehachse A' mitrotierende Separationsscheibe eine Ringkammer, wobei an der Ringkammer zur Abscheidung der Inhaltsstoffe mindestens eine im wesentlichen tangential ausgerichtete Abscheideöffnung vorgesehen ist. Die Abscheideöffnung ist zum Abführen separierten Inhaltsstoffes, also im vorliegenden Beispiel zum Abführen des im Erdöl angereicherten Sandes, über eine Abscheideleitung 721' mit der Niederdruckseite LP' der Pumpe 1' verbunden ist. Der Sand hat dabei eine höhere Dichte als das Schmierfluid 200' das schliesslich zur Schmierung der Rotorwelle 5' verwendet wird.

[0033] Damit das Schmierfluid 200' zur Schmierung der Rotorwelle 5' in der Wellendurchführung 6' bereitgestellt werden kann, ist der Ringspalt 21' mittels einer Schmiermittelöffnung 22' derart mit der Separationseinrichtung 7' strömungsverbunden, dass das vom Sand zumindest teilweise befreite Schmierfluid 200' dem Ringspalt 21' zur Schmierung der Wellendurchführung 6' über die Schmiermittelöffnung 22' zuführbar ist.

[0034] Des weiteren ist zusätzlich eine Schmiermittelleitung 10' derart vorgesehen, dass eine vorgebbare Menge an Schmierfluid 200' von der Separationsscheibe abführbar ist, insbesondere zur Speisung von weiteren Schmierstellen der Pumpe 1', welche zusätzlichen Schmiermittelstellen aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht explizit dargestellten sind. Dabei wird das über die Schmiermittelleitung 10' abgezweigte Schmierfluid 200' zur Schmierung weiterer Anlagenteile verwendet wird, die ausserhalb der Pumpe 1' liegen bzw. nicht Teil der Pumpe 1' sind.

[0035] Wie bereits erwähnt, ist die Separationseinrichtung 7', also hier die Separationsscheibe, lösbar mit der Rotorwelle 5' verbunden, allerdings ist es auch möglich, dass die Separationseinrichtung 7' ein integraler Bestandteil der Rotorwelle 5' ist, und die Separationseinrichtung 7' insbesondere eine mit der Rotorwelle 5' integral verbundene Separationsscheibe ist.

[0036] Die erfindungsgemässe Pumpe dient ganz allgemein und insbesondere im speziellen Ausführungsbeispiel der Fig. 2 und Fig. 3 der Förderung eines Pumpfluids in Form eines Mehrphasegemischs. Die Pumpe, die im Folgenden gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist, dient ganz allgemein der Förderung eines Pumpfluids 2 in Form eines Mehrphasegemischs, d.h. das Pumpfluid besteht aus verschiedenen festen, flüssigen und gasförmigen Inhaltsstoffen. Die In-

haltsstoffe sind im wesentlichen Sand und Gas, welche als Verunreinigung im Pumpfluid 2 in nicht tolerierbaren Mengen vorhanden sind. Das Pumpfluid 2, beispielsweise Erdöl, das unter einem Eingangsdruck an einer Niederdruckseite LP der Pumpe 1 bereitsteht und im Betriebszustand mittels einem in einem Pumpenstator 3 um eine Drehachse A gemäß dem Pfeil P drehbar gelagerten Pumpenrotor 4 auf eine Hochdruckseite HP der Pumpe beförderbar ist, und eine Rotorwelle 5 derart in einer Wellendurchführung 6 angeordnet ist, dass zwischen der Rotorwelle 5 und der Wellendurchführung 6 in einem Ringspalt 21 ein Schmierfilm aus einem aus dem Pumpfluid 2 gebildeten Schmierfluid 200 ausbildbar ist. Ausserdem ist an der Rotorwelle 5 eine Separationseinrichtung 7 vorgesehen, mit welcher im Betriebszustand zur Bereitstellung des Schmierfluids 200 am Ringspalt 21 eine vorgebbare Menge eines Inhaltsstoffs mittels einer Zentrifugalkraft aus dem Pumpfluid 2 separierbar ist. Erfindungsgemäss ist eine Rezirkulationseinrichtung 8 vorgesehen, sodass ein Gas 201 mit Hilfe der Separationseinrichtung 7 rezirkulierbar ist.

[0037] Wie in Fig. 2 schematisch dargestellt ist, umfasst die Wellendurchführung 6 eine stationäre Buchse 9 und eine drehende Wellenhülse 10. Der Ringspalt 21 ist dabei, wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel, sowohl zwischen der stationären Buchse 9 und der drehenden Wellenhülse 10 ausbildbar, als auch direkt zwischen Rotorwelle 5 und Wellendurchführung 6 ausbildbar.

[0038] Ausserdem umfasst die in Fig. 2 dargestellte Rezirkulationseinrichtung 8 eine Zuführleitung 81, eine Rezirkulationsleitung 82 und ein Mittel zur Druckerhöhung 83, insbesondere eine Förderschnecke und / oder eine geriffelte Leitung. Zur Zuführung des Pumpfluids 2 ist die Rezirkulationseinrichtung 8 mittels der Zuführleitung 81 mit der Hochdruckseite HP der Pumpe strömungsverbunden, sodass das Pumpfluid 2 von der Hochdruckseite HP der Pumpe zur Rezirkulationseinrichtung 8 strömt. Die mit der Rotorwelle 5 um die Drehachse A mitrotierende Separationseinrichtung 7 bzw. die Separationsscheibe umfasst im Detail eine Ringkammer, an welcher Ringkammer zur Abscheidung des Inhaltsstoffs eine bevorzugt tangential ausgerichtete Abscheideöffnung vorgesehen ist. Im vorliegenden besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst die Separationseinrichtung 7 bzw. Separationsscheibe zur Abscheidung des Gases 201 eine erste Abscheideöffnung 71 und / oder zur Abscheidung eines Inhaltsstoffs eine zweite Abscheideöffnung 72 und / oder zur Abscheidung des Schmierfluids eine dritte Abscheideöffnung 73.

[0039] Damit das separierte Gas 201 in die Rezirkulationseinrichtung 8 und / oder Rezirkulationsleitung 82 abgeschieden wird, ist die erste Abscheideöffnung 71 zur Abscheidung des Gases 201 mit der Rezirkulationseinrichtung 8 und / oder Rezirkulationsleitung 82 strömungsverbunden. Zur Rezirkulation des Gases 201 ist Rezirkulationseinrichtung 8 mittels der Rezirkulationsleitung 82 mit der Hochdruckseite HP der Pumpe und / oder einer Gassenke strömungsverbunden. Die Mittel zur

Druckerhöhung 83 werden dabei benötigt, um einen Druck in der Rezirkulationsleitung 82 zu erzeugen, der höher als auf der Hochdruckseite HP der Pumpe und / oder der Gassenke ist, sodass das Gas 201 von der Rezirkulationseinrichtung 8 auf die Hochdruckseite HP der Pumpe und / oder die Gassenke beförderbar ist. Wie bereits erwähnt, ist die Rezirkulationseinrichtung 8 als integraler Bestandteil im Pumpenstator 3 ausgebildet, allerdings ist es auch möglich, dass die Rezirkulationseinrichtung 8 eine externe, lösbar mit der Pumpe verbundene Rezirkulationseinrichtung 8 ist.

[0040] Damit das Schmierfluid 200 zur Schmierung bereitgestellt werden kann, ist der Ringspalt 21 mittels einer Schmiermittelöffnung 22 derart mit der dritten Abscheideöffnung 73 der Separationseinrichtung 7 strömungsverbunden, dass das von dem Inhaltsstoff zumindest teilweise befreite Schmierfluid 200 dem Ringspalt 21 zur Schmierung der Wellendurchführung 6 über die Schmiermittelöffnung 22 zuführbar ist.

[0041] Des weiteren ist zusätzlich eine Schmiermittelleitung derart vorgesehen, dass eine vorgebbare Menge an Schmierfluid 200 von der Separationsscheibe abführbar ist, insbesondere zur Speisung von weiteren Schmierstellen der Pumpe 1, welche zusätzlichen Schmiermittelstellen aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht explizit dargestellten sind. Dabei wird das über die Schmiermittelleitung abgezweigte Schmierfluid 200 zur Schmierung weiterer Anlagenteile verwendet wird, die ausserhalb der Pumpe 1 liegen bzw. nicht Teil der Pumpe 1 sind.

[0042] Die zweite Abscheideöffnung 72 ist zum Abführen separierten Inhaltsstoffes, also im vorliegenden Beispiel zum Abführen des im Erdöl angereicherten Sandes, über eine Abscheideleitung 721 mit der Niederdruckseite LP der Pumpe 1 verbunden ist. Der Sand hat dabei eine höhere Dichte als das Schmierfluid 200 das zur Schmierung der Rotorwelle 5 verwendet wird.

[0043] Die Abscheideleitung 721 ist als integraler Bestandteil in der Wellendurchführung 6 oder dem Pumpenstator 3 ausgebildet, kann jedoch auch als separate zusätzliche Abscheideleitung 721 zum Beispiel aussen am Gehäuse der Pumpe geführt sein.

[0044] Als vorteilhafte Massnahme ist eine zweite Drosselstelle 74 vorgesehen, die der Erhöhung des Widerstandes dient, um ein direktes Abfließen des Pumpfluids 2 zu vermeiden.

[0045] Es versteht sich, dass in allen in den Figuren lediglich exemplarisch dargestellten Ausführungsbeispielen der Erfindung nur beispielhaft bzw. exemplarisch zu verstehen sind und die Erfindung insbesondere, aber nicht nur, alle geeigneten Kombinationen der beschriebenen Ausführungsbeispiele umfasst.

Patentansprüche

1. Pumpe zur Förderung eines Pumpfluids (2) in Form eines Mehrphasengemischs, wobei im Betriebszu-

- stand das unter einem Eingangsdruck an einer Niederdruckseite (LP) der Pumpe bereitgestellte Pumpfluid (2) mittels einem in einem Pumpenstator (3) um eine Drehachse (A) drehbar gelagerten Pumpenrotor (4) auf eine Hochdruckseite (HP) der Pumpe beförderbar ist, und eine Rotorwelle (5) derart in einer Wellendurchführung (6) angeordnet ist, dass zwischen der Rotorwelle (5) und der Wellendurchführung (6) in einem Ringspalt (21) ein Schmierfilm aus einem aus dem Pumpfluid (2) gebildeten Schmierfluid (200) ausbildbar ist, und an der Rotorwelle (5) eine Separationseinrichtung (7) vorgesehen ist, mit welcher im Betriebszustand zur Bereitstellung des Schmierfluids (200) am Ringspalt (21) eine vorgebbare Menge eines Inhaltsstoffs mittels einer Zentrifugalkraft aus dem Pumpfluid (2) separierbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rezirkulationseinrichtung (8) vorgesehen ist, sodass ein Gas (201) mit Hilfe der Separationseinrichtung (7) rezirkulierbar ist.
2. Pumpe nach Anspruch 1, wobei die Wellendurchführung (6) ein Wellenlager bildet und eine stationäre Buchse (9) und eine drehende Wellenhülse (10) umfasst.
 3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Wellendurchführung (6) eine Drosselstelle bildet.
 4. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Ringspalt (21) zwischen der stationären Buchse (9) und der drehenden Wellenhülse (10) ausbildbar ist.
 5. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Rezirkulationseinrichtung (8) eine Zuführleitung (81), eine Rezirkulationsleitung (82) und ein Mittel zur Druckerhöhung (83), insbesondere eine Förderschnecke und/oder eine geriffelte Leitung, umfasst.
 6. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Rezirkulationseinrichtung (8) zur Zuführung des Pumpfluids (2) mittels der Zuführleitung (81) mit der Hochdruckseite (HP) der Pumpe strömungsverbunden ist, sodass das Pumpfluid (2) im Betriebszustand von der Hochdruckseite (HP) der Pumpe zur Rezirkulationseinrichtung (8) strömt.
 7. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die mit der Rotorwelle (5) um die Drehachse (A) mitrotierende Separationseinrichtung (7) eine Ringkammer umfasst, an welcher Ringkammer zur Abscheidung des Inhaltsstoffs eine bevorzugt tangential ausgerichtete Abscheideöffnung vorgesehen ist.
 8. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Separationseinrichtung (7) zur Abscheidung des Gases (201) eine erste Abscheideöffnung (71) und / oder zur Abscheidung eines Inhaltsstoffes eine zweite Abscheideöffnung (72) und / oder zur Abscheidung des Schmierfluids eine dritte Abscheideöffnung (73) umfasst.
 9. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die erste Abscheideöffnung (71) zur Abscheidung des Gases (201) mit der Rezirkulationseinrichtung (8), im Speziellen mit der Rezirkulationsleitung (82), strömungsverbunden ist.
 10. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zur Rezirkulation des Gases (201) die Rezirkulationseinrichtung (8) mittels der Rezirkulationsleitung (82) mit der Hochdruckseite (HP) der Pumpe und / oder einer Gassenke strömungsverbunden ist.
 11. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Rezirkulationsleitung (82) derart ausgestaltet ist, dass mittels der Mittel zur Druckerhöhung (83) ein Druck in der Rezirkulationsleitung (82) höher als auf der Hochdruckseite (HP) der Pumpe und / oder der Gassenke herstellbar ist und das Gas (201) von der Rezirkulationseinrichtung (8) auf die Hochdruckseite (HP) der Pumpe und / oder die Gassenke beförderbar ist.
 12. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Rezirkulationseinrichtung (8) als integraler Bestandteil im Pumpenstator (3) ausgebildet ist.
 13. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die zweite Abscheideöffnung (72) zum Abführen des Inhaltsstoffs mittels einer Abscheideleitung (721) mit der Niederdruckseite der Pumpe (LP) strömungsverbunden ist und / oder der Ringspalt (21) mittels einer Schmiermittelöffnung (22) derart mit der dritten Abscheideöffnung (73) der Separationseinrichtung (7) strömungsverbunden ist, dass das von dem Inhaltsstoff zumindest teilweise befreite Schmierfluid (200) dem Ringspalt (21) zur Schmierung der Wellendurchführung (6) über die Schmiermittelöffnung (22) zuführbar ist.
 14. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Schmiermittelleitung derart vorgesehen ist, dass eine vorgebbare Menge an Schmierfluid (200) von der Separationseinrichtung (7) abführbar ist, insbesondere zur Speisung einer weiteren Schmierstelle der Pumpe (1) abführbar ist.
 15. Rezirkulationseinrichtung (8) für eine Pumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14.

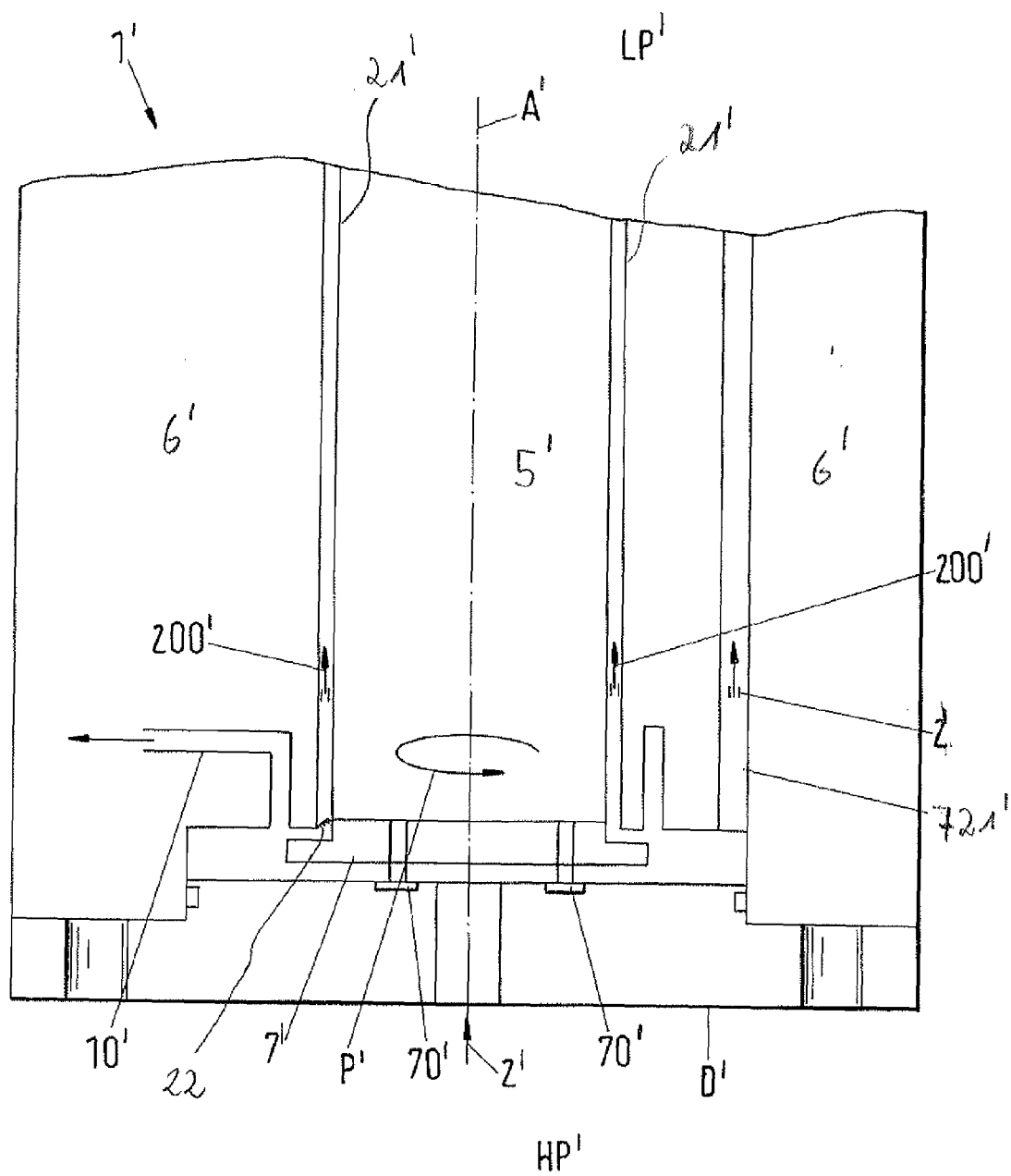
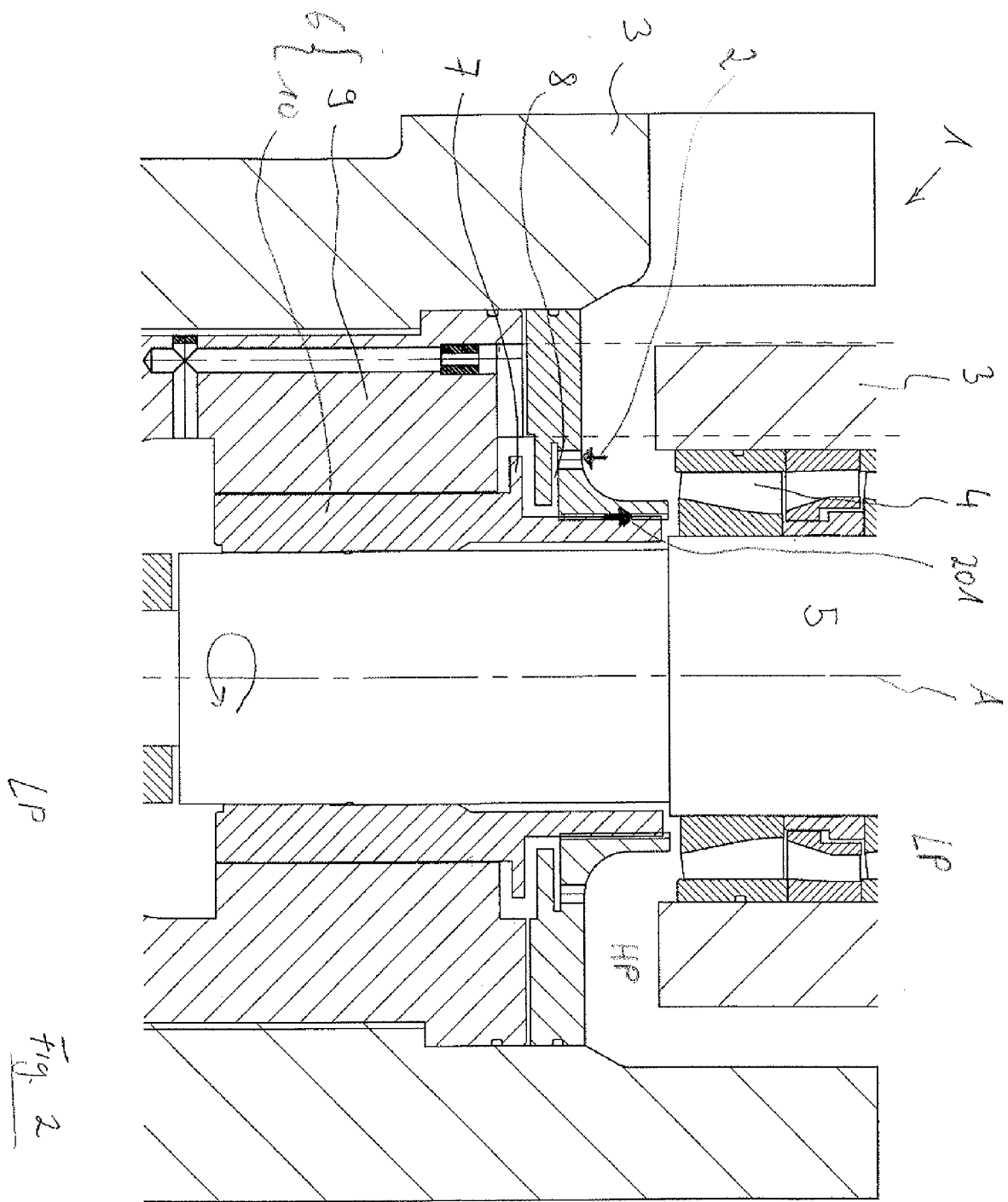
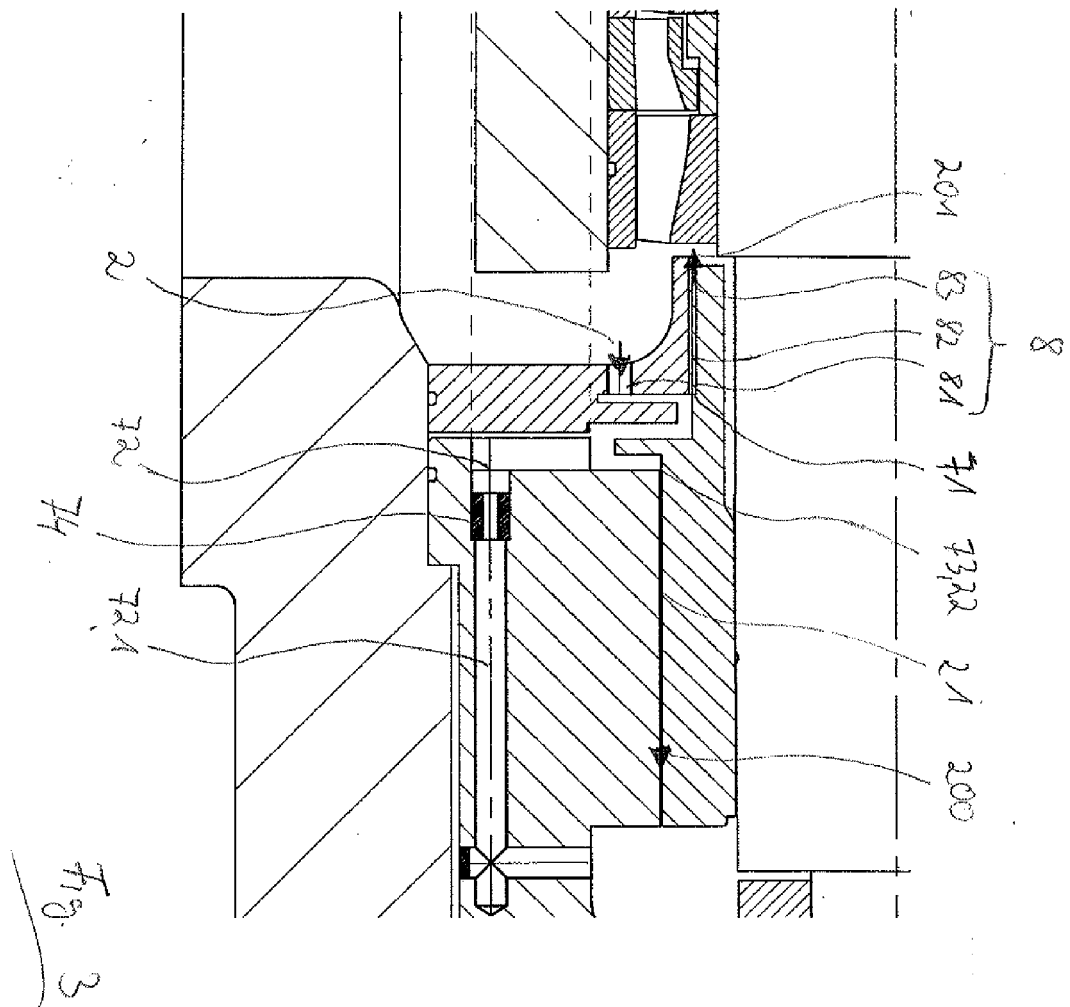


Fig. 1





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

- EP 12154903 A [0006]