

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**09.06.2021 Patentblatt 2021/23**

(51) Int Cl.:  
**F04D 29/041** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20204775.9**

(22) Anmeldetag: **29.10.2020**

(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  
 KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Sulzer Management AG**  
**8401 Winterthur (CH)**

(72) Erfinder: **Wild, Andreas**  
**76646 Bruchsal (DE)**

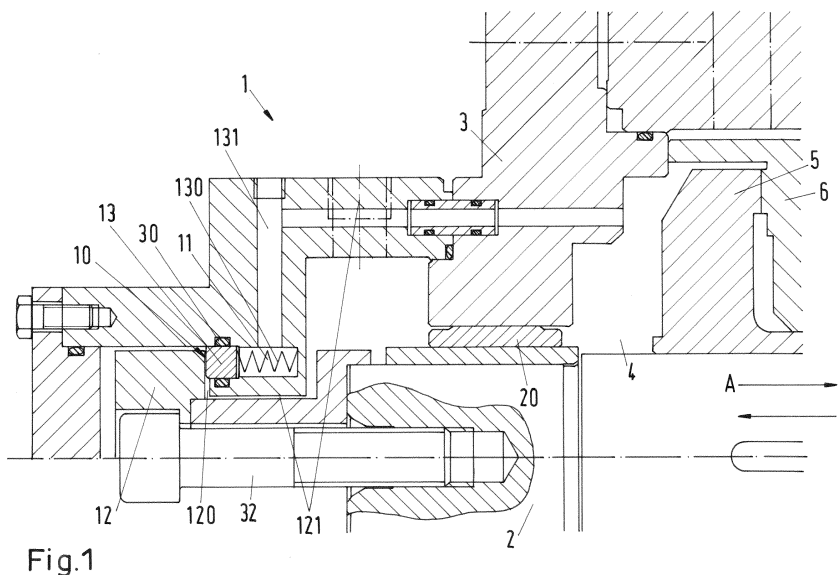
(74) Vertreter: Intellectual Property Services GmbH  
Langfeldstrasse 88  
8500 Frauenfeld (CH)

(30) Priorität: 02.12.2019 EP 19213013

(54) **PUMPE MIT EINER ABHEBEVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Pumpe (1), mit einer Abhebevorrichtung (10) zur Kompensation eines Axialschubes (A) einer Welle (2) der Pumpe (1), umfassend ein Gehäuse (3) mit einem Einlass für ein Fluid auf einer Niederdruckseite und einem Auslass (100) für das Fluid auf einer Hochdruckseite der Pumpe (1) in welchem die Welle (2) angeordnet ist; sowie ein drehfest mit der Welle (2) verbundenes Entlastungselement (5) und ein mit dem Gehäuse verbundenes Gegenelement (6). Die Pumpe (1) ist dadurch gekennzeichnet, dass die Abhebevorrichtung (10) eine Feder (11) und ein drehfest mit der Welle (2) verbundenes Schubelement (12) umfasst, und in einem Anfahrzustand und/oder Abfahrzustand der Pumpe (1) mittels der Feder (11) eine dem Axialschub (A) entgegengerichtete Federkraft (F) über das Schubelement

(12) auf die Welle (2) übertragbar ist, sodass das Entlastungselement (5) und das korrespondierende Gegenelement (6) voneinander getrennt sind, wobei zwischen der Feder (11) und dem Schubelement (12) ein Kontaktelement (13) angeordnet ist und die der Feder (11) zugewandte Seite des Schubelements (12) derart mit der Hochdruckseite strömungsverbunden ist, sowie die der Feder (11) zugewandte Seite des Kontaktelements (13) derart mit der Niederdruckseite strömungsverbunden ist, dass das Schubelement (12) und das Kontaktelement (13) durch eine zwischen der der Feder (11) zugewandten Seite des Kontaktelements (13) und der dem Schubelement (12) zugewandten Seite des Kontaktelements (13) erzeugbare Druckdifferenz beabstandet werden können.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Pumpe mit einer Abhebevorrichtung gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

**[0002]** Lager kommen überall dort zur Anwendung, wo Kräfte, die in bestimmte Richtungen wirken, kompensiert bzw. Bewegungen eines Objektes in die unerwünschten Richtungen verhindert werden müssen. In Pumpen werden hierbei im Wesentlichen zwei Arten von Lagern verwendet, Radial- und Axiallager.

**[0003]** Beim Betrieb von Kreiselpumpen entsteht ein Axialschub, der in Richtung Saugseite wirkt. Um diesen Schub aufzuheben, ist an der Druckseite der Welle eine Entlastungsscheibe eingebaut, deren Funktion vom Pumpendruck abhängt. Wenn die Förderflüssigkeit nicht den nötigen Druck aufweist, z.B. beim An- oder Abfahren der Pumpe, kann es zu Berührungen von Entlastungsscheibe und - Gegenseibe kommen. Dies verursacht Verschleiss, der schliesslich den Ausfall der Anlage zur Folge haben kann. Um die kritischen Phasen beim An- und Abfahren zu überbrücken werden Abhebevorrichtungen verwendet. Da die Entlastungsscheiben im Stillstand des Pumpenaggregates aufeinanderliegen, kommt es bei geringen Drehzahlen, d.h. beim An- und Abfahren des Pumpenaggregates zur Berührung und somit zu Verschleisserscheinungen. Der Grund dafür ist, dass sich noch kein hydraulisch stabiles Kräfteverhältnis an den Entlastungsscheiben einstellen und somit auch kein Entlastungsspalt entstehen kann. Um ein berührungsloses An- oder Abfahren des Pumpenaggregates zu gewährleisten, wird durch Abhebevorrichtungen eine Verschiebung der Pumpenwelle erzeugt, wobei ein Spalt gebildet wird.

**[0004]** Aus der EP 0 355 796 A2 ist eine Kreiselpumpe mit einer Abhebevorrichtung und einem elektromagnetischen Lager bekannt. Entlastungsvorrichtungen werden seit langer Zeit verwendet, um bei einer laufenden Kreiselpumpe den Axialschub auszugleichen. Eine typische Entlastungsvorrichtung einer Kreiselpumpe umfasst eine rotierende Entlastungsscheibe und eine feststehende Entlastungsgegenscheibe, die einen in radialer Richtung verlaufenden Spalt bilden, durch den ein Teil des in der Kreiselpumpe unter Druck stehenden Fluides gegen aussen abfliesst. Dadurch wird die Welle der Kreiselpumpe in axialer Richtung in einem Gleichgewichtszustand gehalten, zwischen der durch den Axialschub bewirkten Kraft und der durch die Entlastungsvorrichtung bewirkte Gegenkraft. Beim Betrieb der Kreiselpumpe können Übergangsphasen auftreten, zum Beispiel beim Anlaufen oder Abstellen, während denen das Fluid einen geringen Druck aufweisen kann, sodass die Welle nicht in einem Gleichgewichtszustand gehalten werden kann. In einer solchen Übergangssituation besteht die Gefahr, dass die beiden Scheiben der Entlastungsvorrichtung sich gegenseitig berühren, was diese beschädigen könnte. Um derartige Schäden zu vermeiden, wird während der Übergangsphase oder während dem Stillstand der

Kreiselpumpe mittels eines angesteuerten Elektromagneten derart auf die axiale Lage der Welle eine Kraft ausgeübt, dass sich die beiden Scheiben der Entlastungsvorrichtung nicht berühren.

**[0005]** Diese bekannte Vorrichtung weist den Nachteil auf, dass die axiale Lage der Welle mit einem Sensor zu erfassen ist und mit Hilfe ansteuerbarer Elektromagneten zu regeln ist. Die bekannte Vorrichtung weist den weiteren Nachteil auf, dass einerseits der maximal mögliche Verschiebungsweg in axialer Richtung sehr klein ist und andererseits kann die Abhebevorrichtung nicht im Kontakt zu einer geförderten Flüssigkeit beziehungsweise einem geförderten Fluid stehen, wodurch weitere Dichtungen benötigt werden.

**[0006]** Aus der WO 2015/074903 ist ein Entlastungselement bekannt, welches drehfest mit der Welle gekoppelt ist. Mit dem Gegenelement wird ein Drosselspalt gebildet, indem am Gegenelement eine Einrichtung zur Abstandshaltung des Entlastungselements vom Gegenelement angeordnet ist. Die Einrichtung zur Abstandshaltung besitzt ein Kraftelement, bevorzugt eine Feder, welche eine Kraft entgegengerichtet zum Axialschub erzeugt. Diese bekannte Vorrichtung weist den Nachteil auf, dass die Einrichtung zur Abstandshaltung im Anfahrzustand und im Abfahrzustand gegen das Entlastungselement drückt und dort für Verschleiss sorgt.

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Pumpe mit einer Abhebevorrichtung mit einfachem konstruktivem Design bereitzustellen, die die aus dem Stand der Technik bekannten nachteiligen Wirkungen vermeidet, insbesondere sowohl in Kontakt zu einem geförderten Fluid stehen kann, als auch einen verringerten Verschleiss aufweist.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch eine Pumpe mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs gelöst.

**[0009]** Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

**[0010]** Die Erfindung betrifft eine Pumpe mit einer Abhebevorrichtung zur Kompensation eines Axialschubes einer Welle der Pumpe in einem vorgebbaren Betriebszustand, im speziellen während einem Anfahrzustand und / oder Abfahrzustand der Pumpe. Die Pumpe umfasst dabei ein Gehäuse mit einem Einlass für ein Fluid auf einer Niederdruckseite und einem Auslass für das Fluid auf einer Hochdruckseite der Pumpe, in welchem Gehäuse die Welle angeordnet ist; sowie ein drehfest mit der Welle verbundenes Entlastungselement und ein mit dem Gehäuse verbundenes Gegenelement. Die Pumpe ist dadurch gekennzeichnet, dass die Abhebevorrichtung eine Feder und ein drehfest mit der Welle verbundenes Schubelement umfasst, und in einem Anfahrzustand und/oder Abfahrzustand der Pumpe mittels der Feder eine dem Axialschub entgegengerichtete Federkraft über das Schubelement auf die Welle übertragbar ist, sodass das Entlastungselement und das korrespondierende Gegenelement voneinander getrennt sind, wobei zwischen der Feder und dem Schubelement ein

Kontaktelement angeordnet ist. Eine dem Schubelement zugewandte Seite des Kontaktelements ist derart mit der Hochdruckseite strömungsverbunden, sowie eine der Feder zugewandte Seite des Kontaktelements derart mit der Niederdruckseite strömungsverbunden, dass das Schubelement und das Kontaktelement durch eine zwischen der der Feder zugewandten Seite des Kontaktelements und der dem Schubelement zugewandten Seite des Kontaktelements erzeugbare Druckdifferenz beabstandet werden können.

**[0011]** Im Betriebszustand kann die Feder also expandiert oder komprimiert werden. Unter einem Axialschub ist im Folgenden im Allgemeinen die Wirkung einer Kraft zu verstehen, welche in axialer Richtung auf die Welle der Pumpe wirkt und welche durch die Rotation von Pumpenrädern der Pumpe hervorgerufen wird. Unter der Feder ist im Folgenden im Allgemeinen ein Element zu verstehen, welches eine dem Axialschub entgegengerichtete Kraft erzeugt, zum Beispiel durch Expansion eines elastischen Elements. Insbesondere ist unter der Feder eine Feder zu verstehen, welche eine mit der Federkonstante korrelierende Federkraft ausübt. Die Feder kann zum Beispiel als eine Spiralfeder oder eine Tellerfeder ausgestaltet sein.

**[0012]** Unter einem Anfahrzustand ist im Folgenden im Allgemeinen der Zustand der Pumpe zu verstehen, in welchem die Pumpe gestartet wird und hochfährt, insbesondere der Zustand in welchem noch kein oder ein nicht ausreichender Schmiermittelfilm zwischen dem Gegenelement und dem Entlastungselement ausgebildet ist, insbesondere der Zustand in welchem die Federkraft in derart grösser als der Axialschub ist, dass das Entlastungselement und das Gegenelement voneinander getrennt sind. Unter einem Abfahrzustand ist im Folgenden im Allgemeinen der Zustand der Pumpe zu verstehen, in welchem die Pumpe gestoppt wird und herunterfährt, insbesondere der Zustand in welchem der Schmiermittelfilm zwischen dem Gegenelement und dem Entlastungselement abnimmt, insbesondere der Zustand in welchem die Federkraft in derart grösser als der Axialschub ist, dass das Entlastungselement und das Gegenelement voneinander getrennt sind. Unter einem Schmierfluid ist im Folgenden im Allgemeinen ein Stoff mit Schmiereigenschaften zu verstehen, insbesondere kann ein Schmierfluid auch ein Schmiermittel sein. In der Praxis kann das Schmierfluid unmittelbar das gepumpte Produkt / Fluid sein, sodass die Pumpe als eine produktgeschmierte Pumpe ausgestaltet ist.

**[0013]** In einem Betriebszustand der Pumpe wird ein Förderdruck durch die Rotation der Welle mit den Pumpenrädern erzeugt, sodass das Fluid vom Einlass an der Niederdruckseite zum Auslass an der Hochdruckseite der Pumpe gefördert wird. Dieser Förderdruck wird in der erfindungsgemässen Pumpe dazu verwendet, um das Kontaktelement und das Schubelement voneinander zu beabstanden, sodass ein Verschleiss des Kontaktelementes und des Schubelementes nach dem Anfahrzustand und/oder vor dem Abfahrzustand (also im «norma-

len» Betriebszustand) vermieden werden kann. Die Abhebevorrichtung kann über die erfindungsgemässe Vorrichtung also vor Verschleiss während dem normalen Betriebszustand bewahrt werden, da durch den Förderdruck, beziehungsweise durch die Druckdifferenz des Förderdruckes an verschiedenen Stellen der Pumpe, ein kraftschlüssiger Kontakt von Kontaktelement und Schubelement vermieden wird. Es erfolgt also keine Auswirkung der Federkraft auf das Schubelement.

**[0014]** Während des Anfahrzustandes und/oder des Abfahrzustandes wird hingegen durch einen axialen Druck auf das Schubelement (die Federkraft der Feder), das Entlastungselement und das Gegenelement voneinander getrennt, um eine Abnutzung des Entlastungselements und des Gegenelements wegen mangelnder Schmierung vorzubeugen. Die Federkraft wirkt insbesondere parallel zu einer Achse der Welle, sodass der Axialschub der Pumpenwelle im Anfahrzustand und/oder im Abfahrzustand kompensiert werden kann. Nach dem Anfahrzustand, wenn eine Selbstschmierung der Pumpe angelaufen ist, bildet sich ein Schmiermittelfilm zwischen dem Entlastungselement und dem Gegenelement, sodass das Entlastungselement und Gegenelement im Wesentlichen verschleissfrei unter Vermittlung eines sich dazwischen befindlichen Schmierfilms eines Schmierfluids aufeinander laufen können. Bevorzugt kann die erfindungsgemässe Pumpe eine produktgeschmierte Pumpe sein, sodass das Schmierfluid dem geförderten Fluid entspricht.

**[0015]** Die erfindungsgemässe Pumpe kann eine im Gehäuse angeordnete Entlastungskammer umfassen, wobei die der Feder zugewandte Seite des Kontaktelements über die Entlastungskammer mit der Niederdruckseite strömungsverbunden ist. Die Feder ist dabei bevorzugt als Spiralfeder, Tellerfeder oder als elastisches Element ausgestaltet. Insbesondere können das Kontaktelement und die Feder als ein einzelnes Bauelement ausgestaltet sein.

**[0016]** Alternativ könnte die Feder auch als eine Zugfeder ausgestaltet sein, welche durch eine Kontraktion, die dem Axialschub entgegengerichtete Federkraft erzeugt und über das Schubelement auf die Welle übertragen werden kann. Bei dieser Ausführungsform könnte die Zugfeder zwischen Gehäuse und Kontaktelement gespannt sein, um die dem Axialschub entgegengerichtete Federkraft zu erzeugen. Durch einen zwischen dem Schubelement und dem Kontaktelement erzeugbaren Druck, könnte die Feder dabei derart expandiert werden, dass das Kontaktelement vom Schubelement beabstandet wird.

**[0017]** Die erzeugbare Druckdifferenz kann einer Druckdifferenz zwischen einem Saugdruck und einem Pumpdruck der Pumpe entsprechen. Dabei ist der Saugdruck ein Druck am Einlass der Pumpe und der Pumpdruck ein Druck an einer Pumpstufe der Pumpe. Während dem Anfahrzustand und / oder Abfahrzustand entspricht die Druckdifferenz zwischen Pumpdruck und Saugdruck derart einem Wert, dass das Kontaktelement

in Richtung des Schubelements bewegt wird (entgegengesetzte Richtung zum Axialschub). Es gibt keine ausreichend grosse Druckdifferenz um die Federkraft zu überwinden, wodurch das Kontaktelement also in Richtung der Federkraft bewegt wird und so im Kontakt, mit dem Schubelement steht, um das Entlastungselement und das korrespondierende Gegenelement voneinander zu trennen. Im normalen Betriebszustand ist der Saugdruck hingegen geringer als der Pumpdruck, wodurch das Kontaktelement vom dem Schubelement weg bewegt wird (in Richtung zum Axialschub) also in die entgegengesetzte Richtung der Federkraft bewegt wird, um so den Kontakt mit dem mit der Welle rotierenden Schubelement zu vermeiden. Ein Hochdruckraum, welcher zwischen Kontaktelement und Schubelement angeordnet ist, ist im Betriebszustand mit dem Fluid befüllt und steht unter dem Pumpdruck (mit Pumpstufe strömungsverbunden). Ein Niederdruckraum auf der Seite des Kontaktelements welche der Feder zugewandt ist (in welchem die Feder angeordnet ist), ist mit dem Fluid befüllt und steht unter dem Saugdruck (mit Einlass der Pumpe strömungsverbunden). Das Kontaktelement und die Feder sind dabei an dem Gehäuse der Pumpe angeordnet. Zwischen dem Kontaktelement und dem Gehäuse kann vorzugsweise eine Dichtung angeordnet sein, um den Hochdruckraum und den Niederdruckraum gegeneinander abzudichten. Die Dichtung ist also derart zwischen dem Kontaktelement und dem Gehäuse angeordnet, dass die der Feder zugewandte Seite des Kontaktelements und die der dem Schubelement zugewandte Seite des Kontaktelements gegeneinander abgedichtet sind.

**[0018]** In der Praxis kann die Pumpe dabei als eine mehrstufige Pumpe mit mindestens einer ersten Pumpstufe und einer zweiten Pumpstufe ausgestaltet sein. Die der Feder zugewandte Seite des Schubelements ist dabei mit der ersten oder der zweiten Pumpstufe strömungsverbunden und die der Feder zugewandte Seite des Kontaktelements ist dabei mit der Saugseite strömungsverbunden. Der Pumpdruck entspricht dabei dem Druck der ersten oder zweiten Pumpstufe. Alternativ kann die der Feder zugewandte Seite des Kontaktelements mit der ersten Pumpstufe strömungsverbunden sein und die der dem Schubelement zugewandte Seite des Kontaktelements mit einer höheren Pumpstufe (Pumpstufe mit höherem Druck in Richtung Auslass) strömungsverbunden sein.

**[0019]** Das Kontaktelement kann als ein Druckring ausgestaltet sein, welcher ein scheibenförmiger Ring, insbesondere ein scheibenförmiger Kreisring ist, welcher zwischen dem Schubelement und der Feder zur Kraftübertragung angeordnet ist und in der Regel aus einem geeigneten Metall oder einem anderen geeigneten Werkstoff hergestellt ist, so dass die axial wirkenden Federkräfte mittels des Druckrings geeignet über das Schubelement auf die Welle übertragen werden können. Ausserdem kann die Pumpe eine Vielzahl von Kontaktelementen umfassen, welche jeweils zwischen einer Feder und dem Schubelement angeordnet sind. So kann die

Pumpe also auch eine Vielzahl von Federn umfassen, vorzugsweise eine gleiche Anzahl von Federn und Kontaktelementen. Alternativ kann die Pumpe eine einzige Feder umfassen, welche um die Welle (beziehungsweise einen Wellenstumpf / Aufsatz), insbesondere um einen zylindrischen Ring im Gehäuse geschlungen ist.

**[0020]** Die Welle der Pumpe ist in einem Wellenlager rotierbar gelagert. Hierbei ist das Wellenlager vorzugsweise ein reines Radiallager. Das Radiallager ist besonders bevorzugt produktgeschmiert. Im speziellen kann das Radiallager Siliziumcarbid umfassen oder aus Siliziumcarbid bestehen. In der Praxis kann das Radiallager ein Gleitlager sein. Eine Axiallagerung der Pumpe kann vorzugsweise durch das Entlastungselement und das Gegenelement erfolgen. Prinzipiell können Entlastungselement und / oder das Gegenelement als eine Scheibe ausgestaltet sein.

**[0021]** Die erfindungsgemässe Pumpe kann also insbesondere als Pumpe mit produktgeschmierten Lagern ausgestaltet sein, welche in der Regel eine sehr kompakte Bauweise aufweist, da die meisten Teile direkt mit dem Fluid in Kontakt stehen. Folglich werden keine zusätzlichen ölgeschmierten Lager benötigt und somit keine Gleitringdichtungen, um die Lager vom Fluid zu trennen. Aufgrund dessen ist die Abhebevorrichtung derart ausgestaltet, dass diese mit Kontakt zu dem Fluid arbeiten kann.

**[0022]** In der Praxis kann die Abhebevorrichtung auf der Antriebsseite und/oder auf der Nichtantriebsseite angeordnet sein. Bevorzugt ist die Abhebevorrichtung auf der Nichtantriebsseite an einem Ende der Welle angeordnet.

**[0023]** In Ausführung der Erfindung ist das Entlastungselement vorzugsweise mit der Welle drehfest verbunden und das Gegenelement stationär am Gehäuse angeordnet, also unbeweglich, mit dem Pumpengehäuse verbunden, sodass durch eine axiale Bewegung der Welle eine Verschiebung von dem Entlastungselement gegen das Gegenelement erfolgt.

**[0024]** In einem weiteren für die Praxis wichtigen Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die Feder die Pumpenwelle umschlingen, also um die Pumpenwelle angeordnet sein, insbesondere um den zylindrischen Ring im Gehäuse oder um einen auf dem Ende der Welle (auch Wellenstumpf) angeordneten Aufsatz angeordnet sein. In einem weiteren speziellen Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die Abhebevorrichtung mehrere Federn, insbesondere drei oder vier Federn umfassen, welche in gleichem Abstand entlang eines Umfangs der Welle am Gehäuse angeordnet sind.

**[0025]** Ausserdem kann eine Kontaktfläche des Entlastungselements und/oder des Gegenelements beschichtet sein, insbesondere keramisch beschichtet sein. Somit kann der Verschleiss der beiden Elemente minimiert werden. Dabei kann das Entlastungselement und/oder das Gegenelement einen faserverstärkten Verbundwerkstoff oder einen thermoplastischen Kunststoff, insbesondere ein Polyetherketon umfassen. Das Entlas-

tungselement und/oder das Gegenelement können aus einem oder mehreren dieser Werkstoffe, im Speziellen auch aus einem Verbundwerkstoff hergestellt sein. Durch die erfindungsgemässe Pumpe können das Entlastungselement und das Gegenelement jedoch auch einfach aus Stahl gefertigt sein, ohne besondere Beschichtungen zu besitzen, da durch die Abhebevorrichtung ein Verschleiss von Entlastungselement und Gegenelement vermieden wird. So können auch insbesondere die Kosten von Entlastungselement und Gegenelement gesenkt werden, ohne dass ein verfrühter Verschleiss erfolgt,

**[0026]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

**[0027]** Die Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Pumpe;

Fig. 2 eine weitere schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Pumpe.

**[0028]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Pumpe 1.

**[0029]** Die erfindungsgemässe Pumpe 1 ist als eine produktgeschmierte mehrstufige Pumpe 1 ausgestaltet und umfasst eine Abhebevorrichtung 10 zur Kompensation eines Axialschubes A einer Welle 2 der Pumpe 1 in einem vorgebbaren Betriebszustand, im speziellen während einem Anfahrzustand und / oder Abfahrzustand der Pumpe 1. Dadurch dass die Pumpe 1 produktgeschmiert ist, wird eine sehr kompakte Bauweise ermöglicht, da die meisten Teile direkt mit einem Fluid in Kontakt stehen. Folglich werden keine zusätzlichen ölgeschmierten Lager benötigt und somit keine Gleitringdichtung, um die Lager vom Fluid zu trennen. Aufgrund dessen ist die Abhebevorrichtung 10 auch derart ausgestaltet, dass diese mit Kontakt zu dem Fluid arbeiten kann.

**[0030]** Hierbei umfasst die Pumpe 1 weiter ein Gehäuse 3 in welchem die Welle 2 angeordnet ist, und welches Gehäuse 3 einen Einlass für ein Fluid auf einer Niederdruckseite und einem Auslass für das Fluid auf einer Hochdruckseite der Pumpe 1 umfasst, wobei die Pumpe weiter ein drehfest mit der Welle 2 verbundenes Entlastungselement 5 sowie ein mit dem Gehäuse 3 verbundenes Gegenelement 6 umfasst.

**[0031]** Die Abhebevorrichtung 10 umfasst eine Feder 11 und ein drehfest mit der Welle 2 verbundenes Schubelement 12. Zwischen der Feder 11 und dem Schubelement 12 ist ein Kontaktelement 13 angeordnet, welches wie die Feder 11 am Gehäuse 3 angeordnet ist. Hierbei kann das Gehäuse 3 mehrteilig ausgestaltet sein und ein Pumpengehäuse und ein Gehäuseteil für die Abhebevorrichtung 10 umfassen. Der Gehäuseteil für die Abhebevorrichtung 10 ist dabei an dem Pumpengehäuse angeordnet, insbesondere angeschraubt.

**[0032]** In einem Anfahrzustand und/oder Abfahrzu-

stand der Pumpe 1 wird mittels der Feder 11 eine dem Axialschub A entgegengerichtete Federkraft F über das Schubelement 12 auf die Welle 2 übertragen, sodass das Entlastungselement 5 und das korrespondierende Gegenelement 6 voneinander getrennt sind. Hierfür ist die Feder 11 als eine Druckfeder ausgestaltet.

**[0033]** In einem Betriebszustand der Pumpe 1 wird der Förderdruck durch die Rotation der Welle 2 mit den Pumpenrädern (hier nicht gezeigt) erzeugt, sodass das Fluid vom Einlass an der Niederdruckseite zum Auslass an der Hochdruckseite der Pumpe 1 gefördert wird. Dieser Förderdruck wird in der Pumpe 1 dazu verwendet, um das Kontaktelement 13 und das Schubelement 12 in einem normalen Betriebszustand voneinander zu beabstanden, sodass ein Verschleiss nach dem Anfahrzustand und/oder vor dem Abfahrzustand (also im «normalen» Betriebszustand) vermieden wird.

**[0034]** Die erfindungsgemässe Abhebevorrichtung 10 kann den Verschleiss während dem normalen Betriebszustand verhindern, da die dem Schubelement 12 zugewandte Seite des Kontaktelements 13 derart mit der Hochdruckseite strömungsverbunden, sowie die der Feder 11 zugewandte Seite des Kontaktelements 13 derart mit der Niederdruckseite strömungsverbunden ist, dass das Schubelement 12 und das Kontaktelement 13 durch eine, zwischen der der Feder 11 zugewandten Seite des Kontaktelements 13 und der dem Schubelement 12 zugewandten Seite des Kontaktelements 13, erzeugbare Druckdifferenz beabstandet werden können.

**[0035]** Dass das Schubelement 12 und das Kontaktelement 13 beabstandet werden, bedeutet, dass ein Abstand zwischen der Feder 11 und dem Schubelement 12 vergrössert wird und ein Abstand zwischen dem Kontaktelement 13 und dem Schubelement 12 vergrössert wird, wobei die Feder 11 komprimiert wird. Somit wird die Federkraft F im normalen Betriebszustand nicht auf das Schubelement 12 übertragen und es gibt keinen Kontakt zwischen Schubelement 12 und Kontaktelement 13.

**[0036]** Die erzeugbare Druckdifferenz entspricht einer Druckdifferenz zwischen einem Saugdruck und einem Pumpdruck der Pumpe 1. Dabei ist der Saugdruck ein Druck am Einlass der Pumpe 1 und der Pumpdruck ein Druck an einer Pumpstufe der Pumpe 1.

**[0037]** Während dem Anfahrzustand und / oder Abfahrzustand entspricht die Druckdifferenz zwischen Pumpdruck und Saugdruck derart einem Wert, dass das Kontaktelement 13 in Richtung des Schubelements 12 bewegt wird, (entgegengesetzte Richtung zum Axialschub A) also in Richtung der Federkraft F bewegt wird (nach links mit Blick auf Fig. 1) und so im Kontakt mit dem Schubelement 12 steht, um das Entlastungselement 5 und das korrespondierende Gegenelement 6 voneinander zu trennen. Die Federkraft F überwindet also die Druckdifferenz zwischen Pumpdruck und Saugdruck.

**[0038]** Im normalen Betriebszustand ist der Saugdruck hingegen derart geringer als der Pumpdruck (die Federkraft F ist nicht gross genug um die Druckdifferenz zwischen Pumpdruck und Saugdruck zu überwinden), dass

das Kontaktelement 13 von dem Schubelement 12 weg-  
bewegt wird (in Richtung zum Axial Schub A, nach rechts  
mit Blick auf Fig. 1) also in die entgegengesetzte Rich-  
tung der Federkraft F bewegt wird, um so den Kontakt  
mit dem mit der Welle 2 rotierenden Schubelement 12  
zu vermeiden. Ein Hochdruckraum 120, ist zwischen  
Kontaktelement 13 und Schubelement 12 angeordnet.  
Im Betriebszustand ist der Hochdruckraum 120 mit dem  
Fluid befüllt und steht unter dem Pumpdruck, da er über  
die Leitungen / Bohrungen 121 mit der Pumpstufe strö-  
mungsverbunden ist. Ein Niederdruckraum 130 auf der  
der Feder 11 zugewandten Seite des Kontaktelement  
13, in welchem die Feder 11 angeordnet ist, ist auch mit  
dem Fluid befüllt und steht unter dem Saugdruck, da er  
über die Bohrung / Leitung 131 mit Einlass der Pumpe 1  
strömungsverbunden ist, insbesondere über die Entlas-  
tungskammer 4 mit Einlass der Pumpe 1 strömungsver-  
bunden ist. Das Kontaktelement 13 und die Feder 11  
sind dabei an dem Gehäuse 3 der Pumpe 1 angeordnet.  
[0039] Zwischen dem Kontaktelement 13 und dem Ge-  
häuse 3 ist eine Dichtung 30 angeordnet, um den Hoch-  
druckraum 120 und den Niederdruckraum 130 gegen-  
einander abzudichten.

[0040] Die Welle 2 der Pumpe 1 ist in einem Wellen-  
lager 20 rotierbar gelagert. Hierbei ist das Wellenlager  
20 ein reines Radiallager 20. Das Radiallager 20 ist pro-  
duktgeschmiert und kann Siliziumcarbid umfassen. Eine  
Axiallagerung der Pumpe 1 erfolgt über das Entlastungs-  
element 5 und das Gegenelement 6.

[0041] Die Abhebevorrichtung 10 ist auf der Nichtan-  
triebsseite der Pumpe 1 angeordnet und das Schubele-  
ment 12 ist vorzugsweise mittels einer Schraube 32 auf  
einem Stumpf der Welle 2 aufgeschraubt.

[0042] Fig. 2 zeigt eine weitere schematische Darstel-  
lung einer erfindungsgemässen Pumpe 1, welche einen  
analogen Aufbau zur Pumpe gemäss Figur 1 aufweist.

[0043] In dem Betriebszustand der Pumpe 1 wird der  
Förderdruck durch die Rotation der Welle 2 mit den Pum-  
penrädern 21 erzeugt, sodass das Fluid vom Einlass an  
der Niederdruckseite zum Auslass 100 an der Hoch-  
druckseite der Pumpe 1 gefördert wird. Durch den För-  
derdruck wird das Kontaktelement 13 und das Schubele-  
ment 12 im normalen Betriebszustand voneinander be-  
abstandet, sodass ein Verschleiss der Feder 11 / des  
Kontaktelements 13 sowie des Schubelements 12 nach  
dem Anfahrzustand und/oder vor dem Abfahrzustand (al-  
so im «normalen» Betriebszustand) vermieden wird.

[0044] Die erzeugbare Druckdifferenz entspricht der  
Druckdifferenz zwischen dem Saugdruck und dem  
Pumpdruck der Pumpe 1. Dabei ist der Saugdruck der  
Druck am Einlass der Pumpe 1 und der Pumpdruck der  
Druck an der Pumpstufe 101 der Pumpe 1.

[0045] Während dem Anfahrzustand und / oder Ab-  
fahrzustand entspricht die Druckdifferenz zwischen  
Pumpdruck und Saugdruck derart einem Wert, dass das  
Kontaktelement 13 in Richtung des Schubelements 12  
bewegt wird, (entgegengesetzte Richtung zum Axial-  
schub A), also in Richtung der Federkraft F bewegt wird

(nach links mit Blick auf Fig. 2) und so im Kontakt mit  
dem Schubelement 12 steht, um das Entlastungsele-  
ment 5 und das korrespondierende Gegenelement 6 von-  
einander zu trennen. Die Federkraft F überwindet also  
die Druckdifferenz zwischen Pumpdruck und Saugdruck.

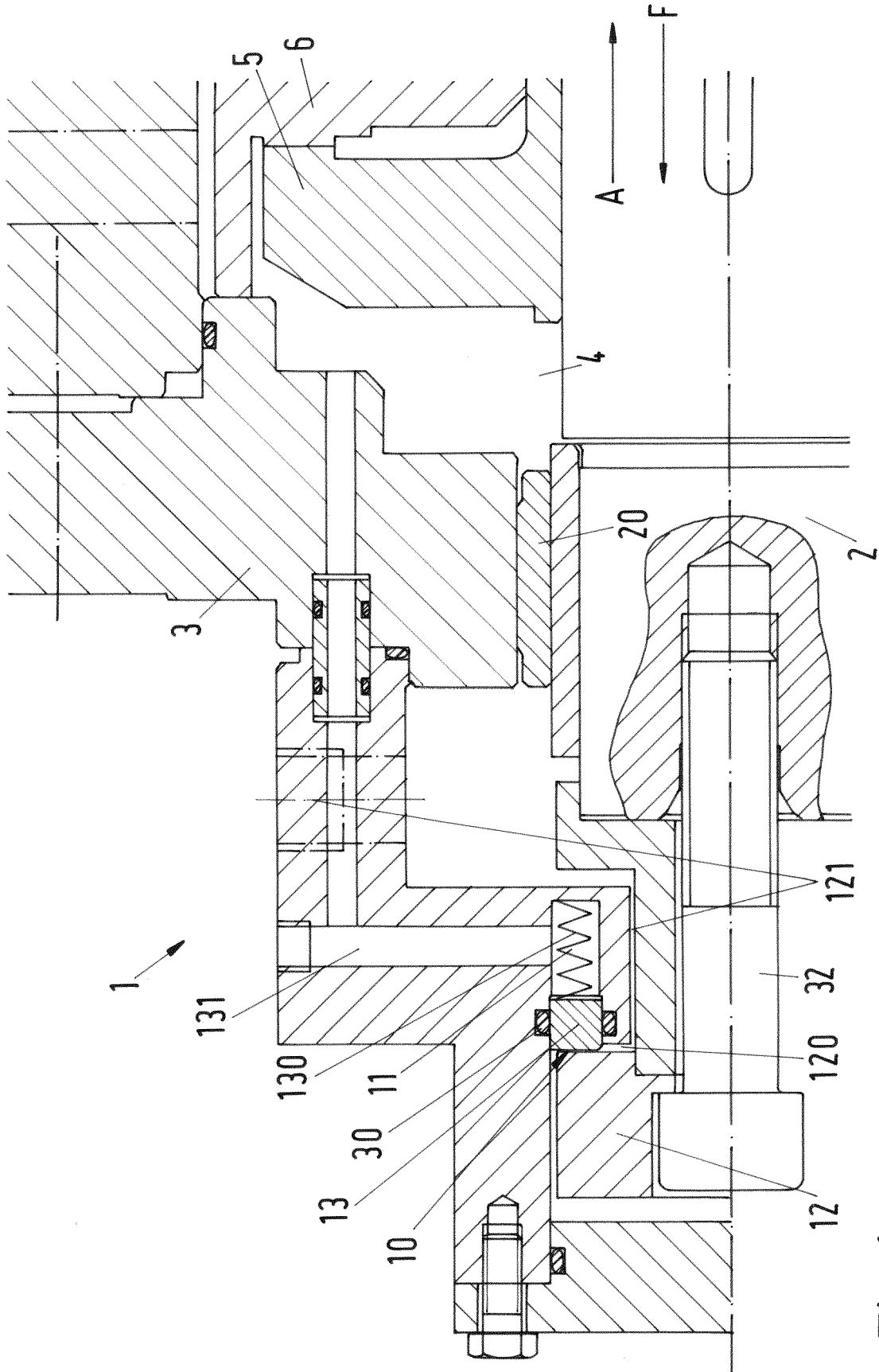
[0046] Im normalen Betriebszustand ist der Saugdruck  
hingegen derart geringer als der Pumpdruck (die Feder-  
kraft F ist nicht gross genug um die Druckdifferenz zwi-  
schen Pumpdruck und Saugdruck zu überwinden), dass  
das Kontaktelement 13 von dem Schubelement 12 weg-  
bewegt wird (in Richtung zum Axial Schub A, nach rechts  
mit Blick auf Fig. 2) also in die entgegengesetzte Rich-  
tung der Federkraft F bewegt wird, um so den Kontakt  
mit dem mit der Welle 2 rotierenden Schubelement 12  
zu vermeiden. Der Hochdruckraum 120 ist zwischen  
Kontaktelement 13 und Schubelement 12 angeordnet.  
Im Betriebszustand ist der Hochdruckraum 120 mit dem  
Fluid befüllt und steht unter dem Pumpdruck, da er über  
die Leitungen / Bohrungen 121 mit der Pumpstufe 101  
strömungsverbunden ist.

[0047] Der Niederdruckraum 130 auf der der Feder 11  
zugewandten Seite des Kontaktelement 13, in welchem  
die Feder 11 angeordnet ist, ist auch mit dem Fluid befüllt  
und steht unter dem Saugdruck, da er über die Bohrung  
/ Leitung 131 und über die Entlastungskammer 4 mit Ein-  
lass der Pumpe 1 strömungsverbunden ist (da die Ent-  
lastungskammer mit dem Saugstutzen der Pumpe strö-  
mungsverbunden ist).

## Patentansprüche

1. Pumpe, mit einer Abhebevorrichtung (10) zur Kom-  
pensation eines Axialschubes (A) einer Welle (2) der  
Pumpe (1), umfassend ein Gehäuse (3) mit einem  
Einlass für ein Fluid auf einer Niederdruckseite und  
einem Auslass (100) für das Fluid auf einer Hoch-  
druckseite der Pumpe (1) in welchem die Welle (2)  
angeordnet ist; sowie ein drehfest mit der Welle (2)  
verbundenes Entlastungselement (5) und ein mit  
dem Gehäuse verbundenes Gegenelement (6), **da-  
durch gekennzeichnet, dass** die Abhebevorrich-  
tung (10) eine Feder (11) und ein drehfest mit der  
Welle (2) verbundenes Schubelement (12) umfasst,  
und in einem Anfahrzustand und/oder Abfahrzu-  
stand der Pumpe (1) mittels der Feder (11) eine dem  
Axialschub (A) entgegengerichtete Federkraft (F)  
über das Schubelement (12) auf die Welle (2) über-  
tragbar ist, sodass das Entlastungselement (5) und  
das korrespondierende Gegenelement (6) vonein-  
ander getrennt sind, wobei zwischen der Feder (11)  
und dem Schubelement (12) ein Kontaktelement  
(13) angeordnet ist und die der Feder (11) zuge-  
wandte Seite des Schubelements (12) derart mit der  
Hochdruckseite strömungsverbunden ist, sowie die  
der Feder (11) zugewandte Seite des Kontaktele-  
ments (13) derart mit der Niederdruckseite strö-  
mungsverbunden ist, dass das Schubelement (12)

- und das Kontaktelement (13) durch eine zwischen der der Feder (11) zugewandten Seite des Kontaktelements (13) und der dem Schubelement (12) zugewandten Seite des Kontaktelements (13) erzeugbare Druckdifferenz beabstandet werden können.
2. Pumpe nach Anspruch 1 umfassend eine im Gehäuse (3) angeordnete Entlastungskammer (4), wobei die der Feder (11) zugewandte Seite des Kontaktelements (13) über die Entlastungskammer (4) mit der Niederdruckseite strömungsverbunden ist. 10
  3. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die der Feder (11) zugewandte Seite des Kontaktelements (13) mit dem Einlass der Pumpe (1) strömungsverbunden ist und die der Feder (11) zugewandte Seite des Schubelements (12) mit einer Pumpstufe (101) der Pumpe (1) strömungsverbunden ist, sodass die erzeugbare Druckdifferenz einer Druckdifferenz zwischen einem Saugdruck und einem Pumpdruck der Pumpe (1) entspricht. 15 20
  4. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Kontaktelement (13) und die Feder (11) stationär an dem Gehäuse (3) angeordnet sind. 25
  5. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Dichtung derart zwischen dem Kontaktelement (13) und dem Gehäuse (3) angeordnet ist, dass die der Feder (11) zugewandte Seite des Kontaktelements (13) und die der Feder (11) zugewandte Seite des Schubelements (12) gegeneinander abgedichtet sind. 30
  6. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Abhebevorrichtung (10) auf einem Ende der Welle (2) angeordnet ist. 35
  7. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Abhebevorrichtung (10) an einer Nichtantriebsseite der Pumpe (1) angeordnet ist. 40
  8. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, ausgestaltet als eine mehrstufige Pumpe (1) mit mindestens einer ersten Pumpenstufe und einer zweiten Pumpenstufe, wobei die der Feder (11) zugewandte Seite des Schubelements (12) der ersten und / oder der zweiten Pumpenstufe strömungsverbunden ist. 45
  9. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Welle (2) in einem Wellenlager (20) rotierbar gelagert ist. 50
  10. Pumpe nach Anspruch 9, wobei das Wellenlager (20) ein Radiallager (20) ist. 55
  11. Pumpe nach Anspruch 9 oder 10, wobei das Wellenlager (20) als ein Gleitlager ausgestaltet ist.
  12. Pumpe nach einer der vorangehenden Ansprüche, wobei die Feder (11) eine Spiralfeder oder eine Tellerfeder ist.
  13. Pumpe nach einer der vorangehenden Ansprüche, ausgestaltet als eine produktgeschmierte Pumpe.





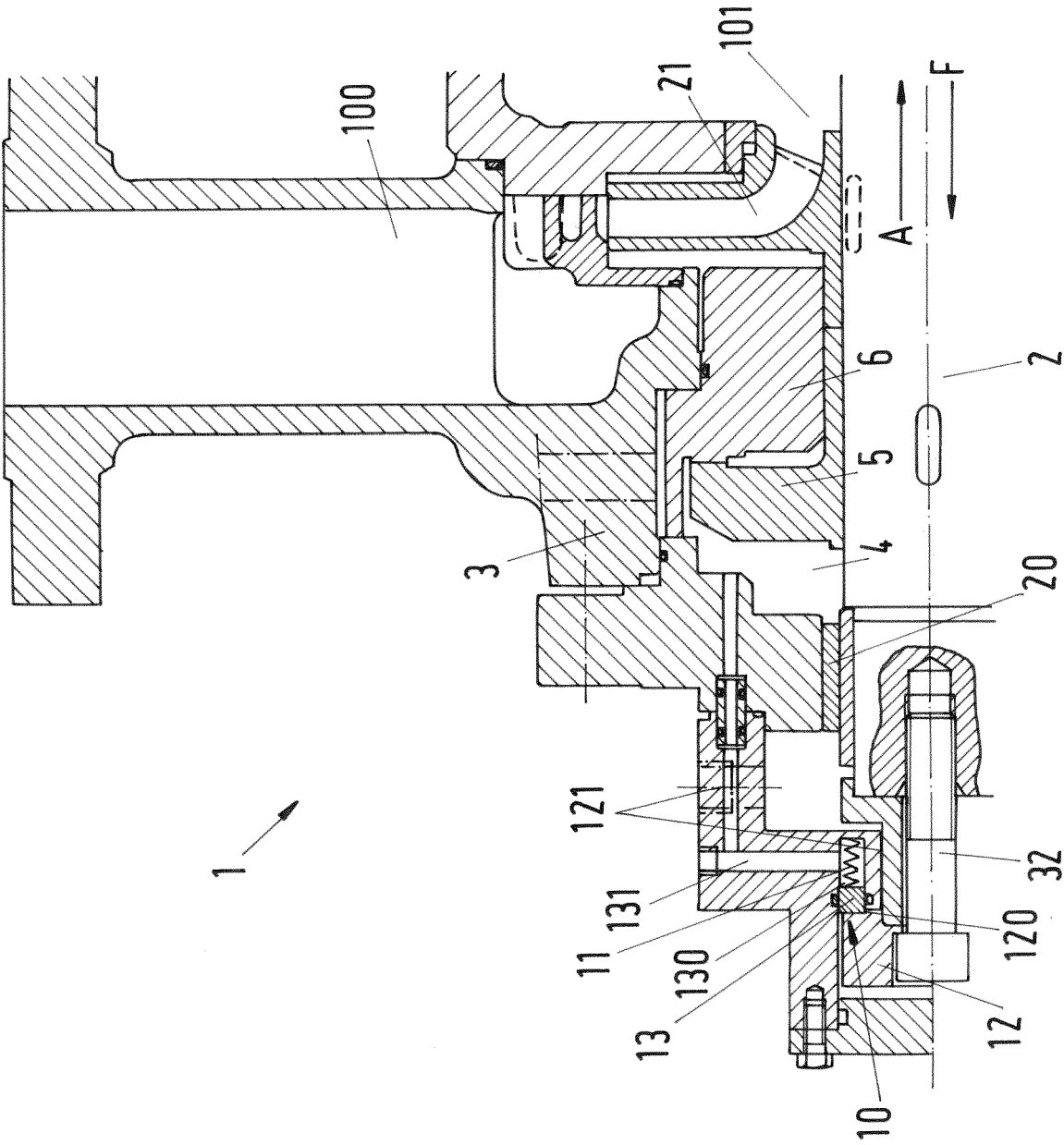


Fig.2



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 20 20 4775

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	WO 2015/074903 A1 (KSB AG [DE]) 28. Mai 2015 (2015-05-28)	1-5,8-13	INV. F04D29/041
Y	* Zusammenfassung * * Seite 1, Zeile 14 - Seite 10, Zeile 25 * * Abbildungen *	6,7	
Y	DE 199 27 135 A1 (KSB AG [DE]) 21. Dezember 2000 (2000-12-21)	6,7	
A	* Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 3 - Spalte 2, Zeile 52 * * Abbildung 1 *	1-5,8-13	
Y	EP 3 447 302 A1 (SULZER MANAGEMENT AG [CH]) 27. Februar 2019 (2019-02-27)	6,7	
A	* Zusammenfassung * * Absatz [0034] - Absatz [0040] * * Abbildungen *	1-5,8-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>8. April 2021</b>	Prüfer <b>Kolby, Lars</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 20 4775

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-04-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015074903 A1	28-05-2015	CN 105745452 A	06-07-2016
		DE 102013223806 A1	21-05-2015
		EP 3071840 A1	28-09-2016
		ES 2779401 T3	17-08-2020
		JP 6378765 B2	22-08-2018
		JP 2016540152 A	22-12-2016
		KR 20160088921 A	26-07-2016
		US 2016298638 A1	13-10-2016
		WO 2015074903 A1	28-05-2015
-----			
DE 19927135 A1	21-12-2000	AT 246318 T	15-08-2003
		BR 0011590 A	23-04-2002
		DE 19927135 A1	21-12-2000
		EP 1185795 A1	13-03-2002
		US 2002114713 A1	22-08-2002
		WO 0077405 A1	21-12-2000
-----			
EP 3447302 A1	27-02-2019	AU 2018211202 A1	14-03-2019
		BR 102018015157 A2	04-06-2019
		CA 3012533 A1	23-02-2019
		CN 109424578 A	05-03-2019
		EP 3447302 A1	27-02-2019
		KR 20190022330 A	06-03-2019
		RU 2018128959 A	10-02-2020
		SG 10201806309X A	28-03-2019
		US 2019063449 A1	28-02-2019
-----			

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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 0355796 A2 [0004]
- WO 2015074903 A [0006]