

(19)



(11)

EP 1 953 390 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.08.2008 Patentblatt 2008/32

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

(21) Anmeldenummer: **07002435.1**

(22) Anmeldetag: **05.02.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
 HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
 SK TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

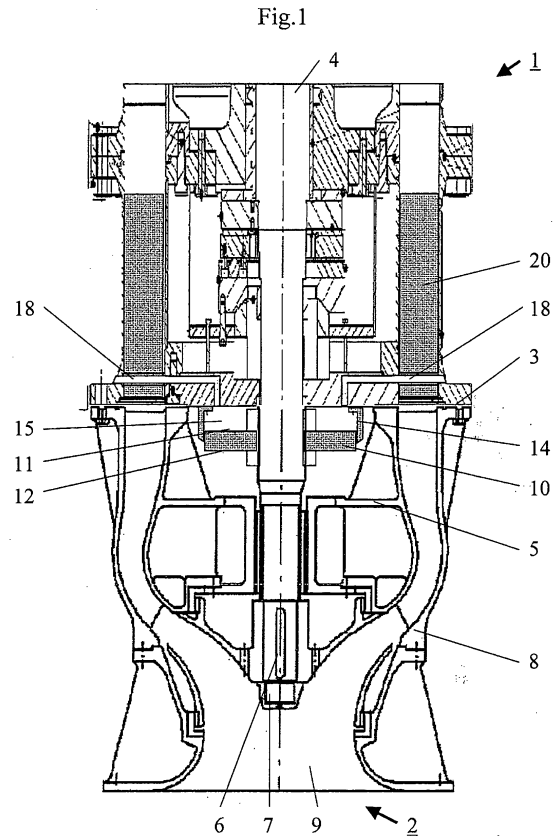
(71) Anmelder: **RITZ Pumpenfabrik GmbH & Co. KG
 73527 Schwäbisch Gmünd (DE)**

(72) Erfinder: **Neiszer, Johann
 73525 Schwäbisch-Gmünd (DE)**

(74) Vertreter: **Eisenführ, Speiser & Partner
 Patentanwälte Rechtsanwälte
 Postfach 31 02 60
 80102 München (DE)**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zum Axialschubausgleich**

(57) Kompensation des Axialschubs bei einer Pumpe, insbesondere einer Vertikal-Pumpe, mit wenigstens einer Antriebseinheit (1) und mindestens einer Kreiselpumpeneinheit (2). In einer Ausführung wirkt im Betrieb der Pumpe auf einen Ausgleichskolben (10), der mit der Welle (4) des Laufrades (5) der Kreiselpumpeneinheit (2) axial nicht verschiebbar verbunden ist, eine aus dem Pumpendruck und einem niedrigeren Druck resultierende Druckdifferenz, aus der eine dem Axialschub entgegengesetzt gerichtete und an der Welle (4) des Laufrades (5) angreifende Kraft erzeugt wird. Weiter wird ein Verfahren zum Axialschubausgleich sowie ein Verfahren zum Nachrüsten einer Vorrichtung zum Axialschubausgleich an einer Pumpe, insbesondere einer Vertikal-Pumpe vorgeschlagen sowie ein Nachrüstmodul.



EP 1 953 390 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpe, insbesondere eine Vertikal-Pumpe, gemäß Anspruch 1, ein Verfahren zur Kompensation des Axialschubs in einer Pumpe gemäß Anspruch 18, sowie ein Verfahren zur Nachrüstung einer Axialschubkompensation an einer Pumpe gemäß Anspruch 19 und ein Nachrüstmodul gemäß Anspruch 22.

[0002] Die hier betrachteten Pumpen besitzen wenigstens ein Laufrad, das über eine Welle von mindestens einer Antriebseinheit angetrieben wird, wobei im Betrieb auf die Welle des Laufrades ein zum Pumpendruck korrespondierender Axialschub wirkt. Unter einer Vertikal-Pumpe wird hier eine Pumpe verstanden, bei der im Einsatz die Pumpenwelle im Wesentlichen vertikal ausgerichtet ist.

[0003] Wie oben erwähnt, tritt an der Welle der Pumpe im Betrieb eine als Axialschub bezeichnete in axialer Richtung wirkende Kraft auf. Diese resultiert aus der Belastung des oder der Pumpenlaufräder durch das zu fördernde Fluid und ist der Förderrichtung der Pumpe entgegengesetzt. Durch diese axiale Kraft tritt vor allem bei den vorstehend genannten Vertikal-Pumpen an der Pumpenwelle eine deutlich erhöhte Belastung der Axiallager auf, die diese Kraft aufnehmen müssen. Bei Vertikal-Pumpen der eingangs genannten Art wirkt sich der Axialschub auch auf die Welle der Antriebseinheit aus. Der Axialschub erhöht durch die Belastung der Axiallager deren Verschleiß und verkürzt damit die Lebensdauer der Lager. Weiterhin wird der Wirkungsgrad der Pumpe beeinträchtigt. Um dem entgegenzuwirken werden bei modernen leistungsstarken Pumpen Axialschubausgleichsvorrichtungen vorgesehen.

[0004] Ein Beispiel für eine Vorrichtung zum Ausgleich des Schubes bei mehrstufigen Kreiselpumpen ist in der Auslegeschrift der DE 1 280 055 beschrieben. Auf der Pumpenwelle ist ein Ausgleichskolben angebracht. Auf seiner dem Laufrad abgewandten Seite befindet sich ein Entlastungsraum, der mit einer Entlastungswasser-Rückführleitung verbunden ist, sodass eine Druckdifferenz entsteht. In der Entlastungswasser-Rückführleitung befindet sich ein Regelorgan, dessen Antrieb mit einem axialen Kraft- oder Schubmessgerät verbunden ist, das die Schubbelastung des Axiallagers erfasst. Schalteinrichtungen steuern die Regeleinrichtung so, dass durch die eingestellte Druckdifferenz die Axiallast auf einen bestimmten Wert begrenzt wird.

[0005] In der Patentschrift DD 231829 ist ein Verfahren zum Axialschubausgleich in Kreiselpumpen beschrieben, bei dem ebenfalls ein Ausgleichskolben vorgesehen ist, an dem durch den Pumpendruck sowie einen über eine Entlastungswasser-Rückführleitung zugeführten niedrigeren Druck eine Druckdifferenz erzeugt wird. Eine Drehzahlmeseinrichtung und Druckmessstellen, die vor bzw. hinter dem Ausgleichskolben angeordnet sind, geben die gemessenen Daten an einen Rechner, der den resultierenden Axialschub entsprechend der Drehzahl

bestimmt. Beim Auftreten einer Differenz zwischen dem Axialschub und der Ausgleichskraft wird ein in der Entlastungswasser-Rückführleitung angebrachtes Ventil so angesteuert, dass sich ein Entlastungsdruck einstellt, bei dem die Differenz verschwindet.

[0006] Das vorgenannte Verfahren sowie die Vorrichtung weisen Nachteile auf. So werden zusätzliche Einrichtungen, wie ein Ventil und dessen Antrieb oder verschiedene Kraft- und Drehzahlmeseinrichtungen sowie eine Rechneinheit, um den Pumpendruck und den Entlastungsdruck aufeinander abzustimmen, benötigt. Dies bedeutet einen erheblichen Fertigungs- und Betriebsaufwand. Weiterhin stellt jede zusätzliche Einrichtung auch immer einen mögliche Fehler- und Ausfallquelle dar, was zusätzliche Kosten durch Reparatur und Wartung verursacht.

[0007] Diese Nachteile sollen durch die vorliegende Erfindung überwunden werden. Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Pumpe bereitzustellen, an der mit möglichst geringem technischem Aufwand der im Betrieb auftretende Axialschub kompensiert bzw. reduziert ist. Es ist weiterhin eine Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zum Axialschubausgleich an Pumpen bereitzustellen, das bei der vorliegenden Erfindung zur Anwendung kommt.

[0008] Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Nachrüsten eines Axialschubausgleichs an einer bestehenden Pumpe, insbesondere Vertikal-Pumpe, bereitzustellen, sodass auch bereits vorhandene Pumpen den erfindungsgemäßen Axialschubausgleich nutzen können bzw. das erfindungsgemäße Verfahren zum Axialschubausgleich zur Anwendung kommt. In diesem Zusammenhang ist eine weitere Aufgabe der Erfindung ein Nachrüstmodul für einen selbst regulierten Axialschubausgleich an einer Pumpe bereitzustellen.

[0009] Die vorstehende Aufgabe der Bereitstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Das erfindungsgemäße Axialschubausgleichsverfahren wird durch die Merkmale des Anspruchs 18, das erfindungsgemäße Nachrüstverfahren bzw. Nachrüstmodul durch die Merkmale des Anspruchs 19 bzw. 22 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen und Weiterentwicklungen der Erfindung finden sich in den jeweiligen Unteransprüchen.

[0010] Die erfindungsgemäße Pumpe besitzt wenigstens eine Kreiselpumpeneinheit mit mindestens einem von wenigstens einer Antriebseinheit antreibbaren Laufrad, wobei auf die Welle des Laufrades ein im Betrieb der Pumpe entstehender Axialschub wirkt. Weiterhin ist ein den Axialschub selbstregulierend zumindest teilweise abstützender Ausgleichskolben vorgesehen, der in axialer Richtung der Welle kraftschlüssig mit der Welle verbunden ist.

[0011] Der Kerngedanke der Erfindung liegt im Vorsehen einer Kompensationsvorrichtung für den auf die Welle der Pumpe im Betrieb wirkenden Axialschub, wobei ein in axialer Richtung der Welle kraftschlüssig mit der

Welle verbundener und in einem Ausgleichszylinder geführter Ausgleichskolben zur Erzeugung einer selbstregulierend vom Axialschub der Pumpe abhängigen und diesem an der Welle der Antriebseinheit entgegengesetzt wirkenden Kompensationskraft vorgesehen ist. Die selbstregulierende Kompensationskraft wird dabei aus einem Differenzdruck zwischen dem im Betrieb der Pumpe auftretenden Pumpendruck und einem beliebigen niedrigeren Druck als dem Pumpendruck erzeugt.

[0012] In einem Ausführungsbeispiel ist zur Reduktion der Belastung der Axiallager ein den Axialschub zumindest teilweise abstützender Ausgleichskolben in axiale Richtung der Welle kraftschlüssig mit der Welle verbunden. Damit ist eine sehr kompakte Bauweise der Pumpen-/Antriebseinheit möglich, bei der im Betrieb der Pumpe die dem Axialschub entgegenwirkende Ausgleichskraft direkt und verlustfrei auf die Welle der Antriebseinheit übertragen wird.

[0013] Der Ausgleichskolben kann im Wesentlichen an jeder beliebigen Stelle der Welle angebracht werden. Wenn er zwischen der Pumpeneinheit und der Antriebseinheit angebracht ist, wird eine sehr kompakte Bauweise, insbesondere bei einer Vertikalpumpe, möglich. Zusätzlich ermöglicht dies eine besonders günstige Zuleitung des jeweiligen Drucks zur entsprechenden Kolben-
seite.

[0014] Insbesondere ist die Funktion des Ausgleichskolbens selbstregulierend, wodurch im Vergleich zu Lösungen im Stand der Technik auf zusätzliche Mess- und Regeleinrichtungen verzichtet werden kann. Dies führt zu einer erheblichen Senkung des Fertigungs- und Kostenaufwandes.

[0015] Das dadurch weniger belastete Axiallager kann kleiner dimensioniert und einfacher gestaltet werden, was ebenfalls zu einer Senkung des Fertigungsaufwandes führt und Kosten minimiert. Des Weiteren erhöhen sich die Lebensdauer und die Betriebssicherheit der Axiallager.

[0016] Um eine gewünschte Entlastung der Axiallager zu erreichen ist es vorteilhaft, wenn die Anordnung aus Ausgleichskolben und Ausgleichszylinder, insbesondere die effektive Kolbenfläche auf die Nennleistung der Antriebseinheit abgestimmt ist. Dabei kann beispielsweise die Größe der Kolbenfläche produktionsseitig so gewählt werden, dass bei maximaler Pumpenleistung oder der Nennleistung, die erzeugte Entlastungskraft so groß ist, dass der entstehende Axialschub höchstens kompensiert wird. Wird die Abstimmung in Bezug auf die Maximalleistung vorgenommen, wird außerdem zuverlässig eine Umkehrung des Axialschubes, beispielsweise bei einer zu groß ausgelegte Kolbenfläche, verhindert.

[0017] Um die an der Kolbenoberseite und -unterseite unter verschiedenen Drücken stehenden Medien voneinander getrennt zu halten und das Entstehen einer Druckdifferenz am Kolben zu ermöglichen wird der Ausgleichskolben einer Ausführung in einem Zylinder geführt.

[0018] Da der mit der Welle fest verbundene Aus-

gleichskolben gegen den Zylinder verschiebbar sein muss, ist in einer Ausführung der Zylinder an der zur Pumpe weisenden Seite des Motors befestigt. Die kompakte Bauweise wird hierdurch zusätzlich unterstützt. Weiterhin wird so Konstruktions-, Montage- und Wartungsaufwand minimiert, da beispielsweise eine Befestigungsebene an der Antriebseinheit bereits vorhanden ist und im Gegensatz zur Pumpeseite nicht erst erzeugt werden muss.

[0019] In einer alternativen Ausführung ist die Anordnung aus Ausgleichskolben und Ausgleichszylinder in Förderrichtung vor der Kreiselpumpeneinheit vorgesehen. Bei einer solchen Anordnung können Ausgleichskolben und Ausgleichszylinder als ein hydraulisches Zusatzlager wirken, das zu einer erheblichen Entlastung des Axialhauptlagers beiträgt, wodurch dieses wiederum bedeutend kleiner und einfacher aufgebaut sein kann. Das hydraulische Zusatzlager läuft annähernd verschleißfrei und hat einen deutlich geringeren Reibungswiderstand als herkömmliche Axiallager.

[0020] In der vorgenannten Ausführung ist es vorteilhaft als den niedrigeren Druck den Saugdruck der Kreiselpumpeneinheit zu verwenden, da eine direkte fluidische Verbindung von der Saugseite der Kreiselpumpeneinheit zur entsprechenden Seite des Ausgleichskolbens, nämlich der der Kreiselpumpeneinheit zugewandten Kolbenseite, sehr einfach hergestellt werden kann. Selbstverständlich kann alternativ auch der Umgebungsdruck, oder ein beliebiger anderer vorherbestimmter niedrigerer Druck als der Pumpendruck über eine entsprechende Ausgleichsleitung zugeführt werden.

[0021] In der Ausführung mit dem Saugdruck der Pumpe als der beliebige niedrigere Druck findet bei sich verändernder Pumpenleistung eine automatische Anpassung von Axialschub und Ausgleichsschub statt.

[0022] Wird der Umgebungsdruck als der niedrigere Druck verwendet, ist eine Nachrüstung der erfindungsgemäßen Vorrichtung an herkömmlichen Vertikalpumpen ohne konstruktive Änderungen an der Pumpe möglich.

[0023] Es ist vorteilhaft, wenn die Seite des Ausgleichskolbens, an der der höhere Druck anliegen soll, in direkter fluidischer Verbindung mit der Druckseite der Pumpe steht. In einer solchen konstruktive einfachen Ausführung wirkt der Pumpendruck direkt und verlustfrei auf den Ausgleichskolben.

[0024] Um dem Axialschub entgegen wirken zu können, muss der niedrigere Druck der Seite des Ausgleichskolbens zugeführt werden, die in die der Richtung der entstehenden Entlastungskraft zeigt. In einer konstruktiv einfachen Ausführung geschieht dies über eine Ausgleichsleitung, die den Gegebenheiten von vorhandenen Antriebs- und/oder Pumpeneinheiten leicht angepasst werden kann.

[0025] Um das Anbringen zusätzlicher Bauteile, wie Leitungen und Befestigungselemente hierfür zu vermeiden, ist in einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung die Ausgleichsleitung als axiale Bohrung in der Welle der

Antriebseinheit und/oder der Kreiselpumpeneinheit vorgesehen.

[0026] Im Folgenden sei angenommen, dass bei der Vertikalpumpe die Antriebseinheit über der Kreiselpumpeneinheit angeordnet ist. Hier kann in vorteilhafter Weise der Umgebungsdruck über eine axiale Bohrung als Ausgleichsleitung in der durch die Antriebseinheit laufenden Welle zur entsprechenden Seite des Ausgleichskolbens geführt werden. Für den Fall, dass der Saugdruckes als der vorherbestimmte niedrigere Druck verwendet wird bzw. werden soll, kann der Saugdruck durch eine entsprechende axiale Bohrung als Ausgleichsleitung durch die durch die Kreiselpumpeneinheit laufende Welle zur entsprechenden Seite des Ausgleichskolbens geführt werden. Dabei kann prinzipiell die Vertikalpumpe eine einzige Welle als Antriebs- und Pumpenwelle besitzen, aber es sind auch Ausführungen mit einer gegliederten Wellenanordnung möglich, insbesondere wenn die einzelnen Funktionseinheiten modular ausgeführt sind und damit die Pumpe skalierbar ist. Schließlich ist noch anzumerken, dass sich die Antriebseinheit auch unter der Kreiselpumpeneinheit befinden kann, wobei sich dann die obigen Ausführungen entsprechend ändern.

[0027] Als weitere vorteilhafte Ausführung ist die Ausgleichskolben-/Zylinderanordnung als Nachrüstmodul gestaltet. Ein solches Nachrüstmodul kann beispielsweise so mit entsprechenden Flanschen ausgestattet sein, dass es einfach zwischen der Antriebseinheit und der Pumpeneinheit an deren Flansche befestigt werden kann. Im Inneren dieses Moduls ist dann ein ortsfester Zylinder integriert, in dem ein Kolben bewegbar vorgesehen ist, der in geeigneter Weise fest mit der Welle des Pumpenlaufrades oder der Antriebseinheit verbunden werden kann.

[0028] In einer anderen Ausführung kann das Nachrüstmodul als Kolben-/Zylindersatz in einem vorhandenen oder zu schaffenden Bauraum zwischen der Antriebseinheit und der Pumpeneinheit direkt auf der Welle des Pumpenlaufrades oder der Antriebseinheit befestigt werden. Der Zylinder kann beispielsweise am Gehäuse der Antriebseinheit befestigt werden, sodass der Kolben darin verschiebbar gehalten ist.

[0029] Damit ist es möglich, in herkömmlichen Vertikalpumpen mit geringem Aufwand die erfindungsgemäße Axialschubausgleichsvorrichtung nachzurüsten, um so deren Betriebssicherheit und Lebensdauer weiter zu steigern.

[0030] In diesem Zusammenhang ist noch zu erwähnen, dass insbesondere zur Nachrüstung bestehender Pumpen mit der erfindungsgemäßen Axialschubausgleichsvorrichtung die oben beschriebene Zuführung des vorbestimmten niedrigen Drucks über Ausgleichsleitung, die als eine Bohrung in einer Welle der Vertikalpumpe realisiert ist, geeignet ist, da dabei die Nachrüstung einer solchen Druckleitung bzw. Ausgleichsleitung im Wesentlichen im Austausch der Welle besteht und strukturelle Eingriffe in das Pumpengehäuse weitestge-

hend entfallen. Dabei kann die benötigten Bohrungen in der Welle besonders einfach bei modular aufgebauten Vertikal-Pumpen realisiert werden, bei denen die anwendungsbezogene Pumpendimensionierung über die Anzahl der verbauten Kreiselpumpenmodule bzw. Antriebsmodule (Skalierung) erfolgt. Dabei lassen sich die benötigten Wellenbohrungen aufgrund deren relativ kurzen Längendimension technisch einfach herstellen.

[0031] Hinsichtlich des Verfahrens zur Kompensation des Axialschubs bei einer Pumpe, insbesondere einer Vertikal-Pumpe, entsprechend der Merkmale des Anspruchs 18 ist zu bemerken, dass dieses Verfahren die gleichen Vorteile realisiert, wie die vorgenannten Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Das Verfahren zur Nachrüstung einer Vorrichtung zur Kompensation des Axialschubs entsprechend der Merkmale des Anspruchs 19 ermöglicht es, herkömmliche Pumpen mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung auszustatten, sodass für diese Pumpen ebenfalls die vorgenannten Vorteile nutzbar sind. Gleiches trifft für das Nachrüstmodul entsprechend der Merkmale des Anspruchs 22 zu.

[0032] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungsfiguren beschrieben. Die bei der Beschreibung des Ausführungsbeispiels verwendeten Begriffe "oben", "unten", "links" und "rechts" beziehen sich auf die Zeichnungsfiguren in einer Ausrichtung mit normal lesbaren Bezugszeichen und Figurenbezeichnungen, in denen

Fig. 1 ein Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Pumpe zeigt;

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Ausgleichskolben-/Zylinderanordnung zeigt; und

Fig. 3 eine weitere Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeigt.

[0033] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vertikalpumpe. Als Vertikalpumpe wird in diesem Zusammenhang im einfachsten Fall die Kombination einer Antriebseinheit mit einer Kreiselpumpeneinheit verstanden die im Wesentlichen senkrecht übereinander angeordnet sind. Wie eingangs festgestellt, wird mit Vertikal-Pumpe hier eine Pumpe bezeichnet, bei der im Einsatz die Pumpenwelle im Wesentlichen vertikal ausgerichtet ist. Weiter sei zur Klarstellung festgelegt, dass für die Vertikal-Pumpe beim Pumpen eines Fluids entgegen der Schwerkraft "unten" bei der Vertikal-Pumpe durch die Saugseite der Pumpeneinheit definiert wird und entsprechend "oben" bei der Vertikal-Pumpe der Druckseite der Pumpeneinheit entspricht.

[0034] Die Vertikalpumpe der Fig. 1 besteht aus einer Antriebseinheit 1, die beispielsweise ein Elektromotor sein kann und einer Kreiselpumpeneinheit 2, die mittels einer Flanschverbindung an der Antriebseinheit 1 befestigt ist. Eine Antriebswelle bzw. Welle 4 der Antriebs-

einheit 1 ist senkrecht ausgerichtet. Sie ragt mit ihrem unteren Ende aus dem Gehäuse der Antriebseinheit 1 heraus. Auf diesem Ende der Welle 4 ist ein Laufrad 5 der Kreiselpumpeneinheit 2 befestigt und beispielsweise mittels einer Nut-/Feder-Verbindung 6 formschlüssig gegen Verdrehen sowie durch eine Mutter 7 am Wellenende gegen Ab- bzw. Herunterrutschen gesichert. Um das Laufrad 5 herum ist ein Pumpengehäuse 8 angeordnet, das mit seinem oberen Ende an die Antriebseinheit 1 mittels einer Flanschverbindung 3 angeflanscht ist. Das untere Ende bildet die Ansaugöffnung 9 der Pumpe 2.

[0035] Zwischen der Antriebseinheit 1 und der Kreiselpumpeneinheit 2 befindet sich eine erfindungsgemäße Kolben-/Zylinderanordnung zum Axialschubausgleich. Sie besteht aus einem Ausgleichskolben 10, der drehfest und axial nicht verschiebbar auf der Welle 4 befestigt ist, und einem Zylinder 14. Beide bestehen vorzugsweise aus korrosionsbeständigem Stahl (z.B. Nirostahl, Duplex, NiResist oder Gussbronze).

[0036] Der Zylinder 14 ist fest mit der Unterseite der Antriebseinheit 1 verbunden und koaxial zur Welle 4 der Antriebseinheit 1 ausgerichtet. Er trennt die Ober- und Unterseite 11, 12 des Kolbens 10 im Wesentlichen fluiddicht, aber nicht zwingend fluiddicht, gegeneinander ab. Es wurde festgestellt, dass ein Spaltmaß im Sinne von fluiddicht ausreichend ist, bei dem der Einfluss von Reibungskräften in der erfindungsgemäßen Kolben-Zylinder-Anordnung reduziert ist. Im Zylinder 14 befindet sich so zwischen der Kolbenoberseite 11 und dem Gehäuse der Antriebseinheit 1 ein Entlastungsraum 15. Im unbelasteten Zustand, entsprechend Fig. 1, befindet sich der Kolben 10 im Zylinder 14, aber beabstandet zur Unterseite des Gehäuses der Antriebseinheit 1. Die Unterseite 12 des Kolbens 10 steht in direkter fluidischer Verbindung mit der Hochdruckseite der Kreiselpumpeneinheit 2. Oberhalb der Flanschverbindung 3 sind Ausgleichsleitungen 18 von außen waagrecht durch das Gehäuse der Antriebseinheit 1 geführt, die in den Entlastungsraum 15 münden. Über diese Ausgleichsleitungen 18 wird durch nicht dargestellte weitere Kanäle oder anders gestaltete Leitungen der Kolbenoberseite 11 ein ausgewählter bzw. vorbestimmter niedriger Druck zugeführt, der beispielsweise der Saugdruck oder der Umgebungsdruck sein kann. Es ist angemerkt, dass unter "niedrigerer Druck" hier ein beliebiger vorbestimmter Druck, der niedriger als der momentan im Betrieb der Pumpe vorliegende Pumpendruck ist, verstanden wird.

[0037] Die Ausgleichsleitungen 18 zur Zuführung eines ausgewählten bzw. vorbestimmten niedrigeren Druckes lassen sich vermeiden, wenn wie eingangs erwähnt, eine in den Figuren nicht dargestellte axiale Bohrung durch die Welle 4 der Antriebseinheit 1 vorgesehen ist, die in den Entlastungsraum 15 mündet. Dabei kann die axiale Bohrung entsprechend Fig. 1 von oben bis in den Bereich des Ausgleichskolbens 10 geführt werden, wenn als vorbestimmter niedriger Druck der Umgebungsdruck zugeführt werden soll. Entsprechend wird die axiale Durchbohrung von unten bis in den Bereich

des Ausgleichskolbens 10 geführt, wenn als vorbestimmter niedriger Druck der Saugdruck zugeführt werden soll.

[0038] Fig. 2 zeigt schematisch eine andere Ausführungsform der Kolben-/Zylinderanordnung zum Axialschubausgleich. Das Funktionsprinzip ist aber grundsätzlich das selbe wie bei der Anordnung der Fig. 1. Auf der Welle 4 ist wieder der Ausgleichskolben 10 angeordnet. Er wird im Zylinder 14 geführt, der die Kolbenunterseite 12 von der Oberseite 11 im Wesentlichen fluiddicht, beispielsweise wie oben beschrieben durch einen kleinen Spalt, trennt. Der von Zylinder 14 und Kolben 10 umschlossene Entlastungsraum 15 ist mit der Hochdruckseite der Kreiselpumpeneinheit 2 verbunden, der damit auf die Kolbenunterseite 12 wirkt. Die Oberseite 11 wird mit einem niedrigeren Druck beaufschlagt. Die Anordnung der Fig. 2 bildet zusätzlich ein hydrostatisches Zusatzlager, dessen Vorteile im Weiteren noch beschrieben werden.

[0039] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Die erfindungsgemäße Kolben-/Zylinderanordnung ist hier oberhalb der Vertikalpumpe über dem Gehäuse der Antriebseinheit 1 angeordnet. Die Welle 4 der Antriebseinheit 1 ist soweit verlängert, dass sie über das obere Ende der Antriebseinheit hinausragt. An diesem Ende ist der Ausgleichskolben 10 befestigt. Er ist vom Zylinder 14 seitlich und zusätzlich oben und unten umschlossen. Dadurch werden auf beiden Seiten des Kolbens 10 Kammern 15, 16 gebildet. Der Zylinder ist am Gehäuse der Antriebseinheit 1 befestigt, sodass der Kolben 10 darin senkrecht verschiebbar geführt ist. Die über dem Kolben 10 liegende Kammer 15 steht über eine Ausgleichsleitung mit der Umgebung in Verbindung, das heißt in der Kammer 15 herrscht Umgebungsdruck, die darunter befindliche Kammer 16 wird mit dem Pumpendruck versorgt. Dadurch bildet sich im Betrieb eine Druckdifferenz am Kolben 10, der die Welle 4 gegen den entstehenden Axialschub anhebt. Es ist zu verstehen, dass diese Ausführung in dem Fall angewendet wird, wenn die Antriebswelle 4 gleichzeitig auch Welle des Laufrades ist, oder beide Wellen axial fest miteinander verbunden sind, bzw. die Welle einstückig ausgeführt ist.

[0040] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist es als vorteilhafte Weiterbildung möglich - wie oben schon im Zusammenhang mit der Zuführung eines vorbestimmten niedrigen Drucks als den Pumpendruck - den Pumpendruck von oben mittels einer axialen Bohrung in der Welle 4 der Antriebseinheit 1 der Kammer 16 zuzuführen.

[0041] Im Betrieb der Vertikalpumpe der Fig. 1 wird ein zu förderndes Fluid, beispielsweise Grundwasser oder Grubenwasser, durch die Ansaugöffnung 9 im Wesentlichen in axialer Richtung nach oben durch die Kreiselpumpeneinheit 2, d.h. in Förderrichtung gefördert, in der es mittels entsprechender Kanäle 20 im Gehäuse der Antriebseinheit an dieser vorbei geführt wird. Der durch den Förderschub entstehende und diesem entgegen gerichtete Axialschub greift an dem Laufrad 5 an und drückt über dieses die Pumpenwelle 4 entgegen der Förderrichtung

tung der Pumpe 2 nach unten.

[0042] Da das Laufrad 5 der Kreiselpumpeneinheit 2 entsprechend der Ausführung in Fig. 1 direkt auf der Welle 4 der Antriebseinheit 1 befestigt ist, wirkt der Axial Schub ebenfalls direkt auf die Welle 4 der Antriebseinheit 1, wodurch das Axiallager der Antriebseinheit 1 eine dem Axial Schub entsprechende zusätzliche Belastung erfährt.

[0043] Der durch den Betrieb der Kreiselpumpeneinheit 2 entstehende Pumpendruck greift aber auch direkt auf die Unterseite 12 des Ausgleichskolbens 10 an. An der Oberseite 11 des Kolbens 10 liegt ein definierter niedrigerer Druck an. Dadurch entsteht in der Anordnung aus Ausgleichskolben 10 und Zylinder 14 ein Differenzdruck als Druckdifferenz aus Pumpendruck und definiertem niedrigeren Druck. Aus dem Differenzdruck wird über die vorbestimmte Kolbenfläche eine am Ausgleichskolben 10 angreifende Kraft erzeugt. Da der Druck auf der Unterseite 12 des Kolbens 10 größer ist als auf dessen Oberseite 11 ist diese aus dem Differenzdruck erzeugte Kompensationskraft nach oben (in Richtung der Antriebseinheit bzw. in Förderrichtung) gerichtet. Die Kompensationskraft wirkt dem Axial Schub entgegen und bewirkt, dass der Kolben 10 nach oben in den Zylinder 14 bewegt wird. Da der Zylinder 14 an der Welle 4 befestigt ist, wirkt die Kompensationskraft an der Welle 4 entsprechend und entlastet so das Axiallager der Antriebseinheit 1.

[0044] Die durch die Druckdifferenz bei konstanter Kolbenfläche am Kolben 10 entstehende Entlastungskraft hängt vom Pumpendruck und vom gewählten niedrigeren Druck ab. Mit steigendem Pumpendruck und konstantem oder abnehmendem Saugdruck steigt die dem Axial Schub entgegen wirkende Entlastungskraft. Da mit steigendem Förderdruck auch der Axial Schub steigt findet so eine selbstregulierende Anpassung der Axial Schubentlastung an den Axial Schub statt. Bei abnehmendem Förderdruck sinkt der Axial Schub. Durch den sinkenden Förderdruck fällt aber auch die Druckdifferenz am Ausgleichskolben 10, wodurch auch die entstehende Entlastungskraft sinkt. Auch bei abnehmendem Förderdruck findet so selbstregulierend eine Anpassung der Entlastungskraft an den Axial Schub statt.

[0045] Bei maximaler Pumpenleistung, also bei maximalem Förderdruck, entsteht sowohl der größte Axial Schub als auch die größte Entlastungskraft am Ausgleichskolben 10. Da die Entlastungskraft bei konstanter Druckdifferenz zur Kolbenfläche proportional ist, kann diese so ausgelegt werden, dass im Bereich des maximalen Axial Schubes eine gewünschte Verringerung der auf das Axiallager wirkenden Kraft so erfolgt, dass das Axiallager immer in dem Bereich läuft, für den es spezifiziert wurde. Außerdem wird damit eine Kraftumkehr durch die Entlastungskraft vermieden, die das normalerweise viel schwächer ausgelegte Axialgegenlager zusätzlich belasten würde.

[0046] Eine Ausführung der Kolben-/Zylinderanordnung zum Axial Schubausgleich entsprechend Fig. 2 bil-

det wie bereits erwähnt ein zusätzliches hydrostatisches Lager. Im Entlastungsraum 15 herrscht Förderdruck. Dem wirkt über die Welle 4 und den Ausgleichskolben 10 der Axial Schub entgegen. Wie oben beschrieben stellt sich während des Betriebes der Kreiselpumpeneinheit 2 entsprechend der am Ausgleichskolben 10 herrschenden Druckdifferenz und der Größe der Kolbenfläche selbstregulierend ein Gleichgewicht zwischen dem Axial Schub und der Entlastungskraft ein. Diese Anordnung bildet damit ein hydraulisches Lager. Das heißt, der Ausgleichskolben stützt sich nicht gegen eine zweite Lauffläche, sondern auf einem Fluidpolster ab, das durch den Förderdruck im Zylinder 14 gebildet wird. Das Lager läuft so annähernd verschleißfrei und hat einen deutlich geringeren Reibungswiderstand. Ist, wie weiter oben beschrieben, die Anordnung aus Ausgleichskolben 10 und Ausgleichszylinder 14 in Förderrichtung vor der Kreiselpumpeneinheit 2 angeordnet, muss der Ausgleichszylinder 14 fest mit dem Pumpengehäuse 8 verbunden sein, sodass der Ausgleichskolben 10 darin verschiebbar geführt werden kann. Eine Durchführung der Welle 4 durch den Boden des Zylinders 14, wie in Fig. 2 gezeigt, ist in dieser Ausführung nicht notwendig. Der Pumpendruck muss dem Entlastungsraum 15 über eine nicht näher dargestellte Ausgleichsleitung zugeführt werden.

[0047] Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungen der Figuren 1 bis 3 beschränkt. Wenn die Pumpe und Antriebseinheit getrennte Wellen besitzen, ist es selbstverständlich möglich, die Ausgleichskolben-/Zylinderanordnung nur in der Pumpe oder nur in der Antriebseinheit unterzubringen. Es ist ebenfalls denkbar, die erfindungsgemäße Vorrichtung mit zwei Kolben zu realisieren, wobei die Kolben jeweils einseitig mit dem höheren bzw. niedrigeren Druck beaufschlagt werden und die entsprechenden anderen Seiten der Kolben miteinander kommunizieren, sodass bei unterschiedlichen Kolbenflächen die Druckdifferenz zusätzlich beeinflusst werden kann.

[0048] Zusammenfassend ist festzustellen, dass eine Kompensation des Axial Schubs bei einer Pumpe, insbesondere einer Vertikal-Pumpe, mit wenigstens einer Antriebseinheit und mindestens einer Kreiselpumpeneinheit vorgeschlagen wird. In einer Ausführung wirkt im Betrieb der Pumpe auf einen Ausgleichskolben, der mit der Welle des Laufrades der Kreiselpumpeneinheit axial nicht verschiebbar verbunden ist, eine aus dem Pumpendruck und einem niedrigeren Druck resultierende Druckdifferenz, aus der eine dem Axial Schub entgegengesetzt gerichtete und an der Welle des Laufrades angreifende Kraft erzeugt wird. Weiter wird ein Verfahren zum Axial Schubausgleich sowie ein Verfahren zum Nachrüsten einer Vorrichtung zum Axial Schubausgleich an einer Pumpe, insbesondere einer Vertikal-Pumpe vorgeschlagen sowie ein Nachrüstmodul.

Patentansprüche

1. Pumpe mit wenigstens einer Kreiselpumpeneinheit

- (2) mit mindestens einem von wenigstens einer Antriebseinheit (1) angetriebenen Laufrad (5), wobei auf eine Welle (4) des Laufrades (5) im Betrieb der Pumpe ein zum Pumpendruck korrespondierender Axialschub wirkt,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung einer den Axialschub zumindest teilweise entlastenden Kompensationskraft selbstregulierend mittels einer Druckdifferenz aus dem Pumpendruck und einem vorbestimmten niedrigeren Druck ein Ausgleichskolben (10) vorgesehen ist, der in axiale Richtung der Welle (4) kraftschlüssig mit der Welle (4) verbunden und in einem ortsfesten Ausgleichszylinder (14) bewegbar geführt ist.
2. Pumpe nach Anspruch 1, wobei die Anordnung aus dem Ausgleichskolben (10) und dem Ausgleichszylinder (14), insbesondere die effektive Kolbenfläche, auf die Nennleistung der Antriebseinheit (1) abgestimmt ist.
 3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Pumpe eine Vertikal-Pumpe ist.
 4. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich die Anordnung aus dem Ausgleichskolben (10) und dem Ausgleichszylinder (14) zwischen der Antriebseinheit (1) und der Kreiselpumpeneinheit (2) befindet.
 5. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Ausgleichszylinder (14) an der in Richtung der Pumpe weisenden Seite der Antriebseinheit (1) befestigt ist.
 6. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Pumpendruck der Kreiselpumpeneinheit (2) mittels einer direkten fluidischen Verbindung der der Kreiselpumpeneinheit (2) zugewandte Seite des Ausgleichskolbens (10) zugeführt ist.
 7. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Betrieb der Pumpe der vorbestimmte niedrigere Druck über eine Ausgleichsleitung (18) an der der Kreiselpumpeneinheit (2) abgewandten Seite des Ausgleichskolbens (10) zugeführt ist.
 8. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei die Anordnung aus dem Ausgleichskolben (10) und dem Ausgleichszylinder (14) in Förderrichtung vor der Kreiselpumpeneinheit (2) befestigt ist.
 9. Pumpe nach Anspruch 8, wobei die Anordnung aus dem Ausgleichskolben (10) und dem Ausgleichszylinder (14) zusätzlich im Betrieb die Funktion eines hydraulischen Lagers hat.
 10. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 oder 9, wobei der Pumpendruck der Kreiselpumpeneinheit (2) über eine Ausgleichsleitung der der Kreiselpumpeneinheit (2) abgewandte Seite des Ausgleichskolbens (10) zugeführt ist.
 11. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der vorbestimmte niedrigere Druck der im Betrieb der Pumpe erzeugte Saugdruck der Pumpe (2) ist.
 12. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der vorbestimmte niedrigere Druck der am Betriebsort vorhandene Umgebungsdruck ist.
 13. Pumpe nach Anspruch 7, wobei die Ausgleichsleitung eine im Wesentlichen axiale Bohrung in der Welle ist.
 14. Pumpe nach Anspruch 13, Ansprüche, wobei die axiale Bohrung im in der Kreiselpumpe verlaufenden Teil der Welle ist.
 15. Pumpe nach Anspruch 13, wobei die axiale Bohrung im in der Antriebseinheit verlaufenden Teil der Welle ist.
 16. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anordnung aus dem Ausgleichskolben (10) und dem Ausgleichszylinder (14) als Modul ausgeführt ist, das zwischen der Pumpe (2) und der Antriebseinheit (1) anordnet ist.
 17. Pumpe nach Anspruch 16, wobei das Modul ein Nachrüstmodul zum Nachrüsten an einer vorhandenen Pumpe ist.
 18. Verfahren zur Kompensation eines auf eine Welle (4) einer Pumpe, insbesondere einer Vertikal-Pumpe, mit wenigstens einer Kreiselpumpeneinheit (2) sowie mindestens einer Antriebseinheit (1) für die Kreiselpumpeneinheit (2), im Betrieb der Pumpe wirkenden Axialschubs,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - aus dem im Betrieb erzeugten Pumpendruck und einem niedrigeren Druck als dem Pumpendruck eine Differenzdruck erzeugt wird, und
 - aus dem Differenzdruck eine an der Welle (4) dem Axialschub entgegengesetzt wirkende Kraft erzeugt wird,
sodass an der Welle (4) selbstregulierend der im Betrieb der Pumpe (2) auftretende Axialschub mittels des Differenzdrucks reduziert wird.
 19. Verfahren zur Nachrüstung einer Axialschubkom-

pensation an einer Pumpe mit wenigstens einer Kreiselpumpeneinheit (2) sowie wenigstens einer Antriebseinheit (1) für die Kreiselpumpe (2),
dadurch gekennzeichnet, dass

- an der Pumpenwelle ein Kolben (10) angebracht wird,
- an der Pumpe (2) ein Zylinder (14) angebracht wird, in dem der Kolben (10) geführt werden kann,
- eine Zuführung für den im Betrieb erzeugten Pumpendruck auf die Seite des Kolbens (10), die in Richtung des Axialschubs weist, vorgesehen wird, und eine Zuführung für einen vorbestimmten niedrigeren Druck als den Pumpendruck auf die andere Seite des Kolbens (10) vorgesehen wird,

sodass im Betrieb der Pumpe (2) in der Anordnung aus Kolben und Zylinder eine Druckdifferenz erzeugbar ist, sodass mittels der Druckdifferenz selbstregulierend an der Pumpenwelle (4) eine vom Axial Schub der Pumpe (2) abhängige und diesem entgegengesetzt wirkende Kraft auf die Welle (2) erzeugbar ist.

20. Verfahren nach Anspruch 19,
wobei die Anordnung aus Ausgleichszylinder (14) und Ausgleichkolben (10) auf die Leistung der Antriebseinheit (1) der Pumpe (2) abgestimmt wird, sodass zu jeder Zeit eine Umkehrung des Axialschubs ausgeschlossen werden kann.
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20,
wobei ein Teil oder die gesamte Welle der Pumpe gegen eine Welle mit einer axialen Bohrung in dem durch die Antriebseinheit und/oder in dem durch die Kreiselpumpeneinheit verlaufenden Teil der Welle vorgesehen ist, um eine Zuführung des im Betrieb erzeugten Pumpendrucks oder eines vorbestimmten niedrigeren Drucks als dem Pumpendruck zur entsprechenden Seite des Kolbens zu ermöglichen.
22. Nachrüstmodul für eine Pumpe mit wenigstens einer Kreiselpumpeneinheit (2) mit mindestens einem von wenigstens einer Antriebseinheit (1) angetriebenen Laufrad (5), wobei auf eine Welle (4) des Laufrades (5) im Betrieb der Pumpe ein zum Pumpendruck korrespondierender Axial Schub wirkt, wobei das Nachrüstmodul **dadurch gekennzeichnet ist, dass** zur Erzeugung einer den Axial Schub zumindest teilweise entlastenden Kompensationskraft selbstregulierend mittels einer Druckdifferenz aus dem Pumpendruck und einem vorbestimmten niedrigeren Druck eine Anordnung aus einem Ausgleichkolben (10) und einem Ausgleichszylinder (14) vorgesehen ist, wobei der Ausgleichkolben (10) des Nachrüstmoduls in axiale Richtung kraftschlüssig mit der Welle

(4) der Kreiselpumpeneinheit (2) verbindbar und dabei in dem an der Pumpe ortsfest befestigbaren Ausgleichszylinder (14) des Nachrüstmoduls bewegbar geführt ist.

Fig.1

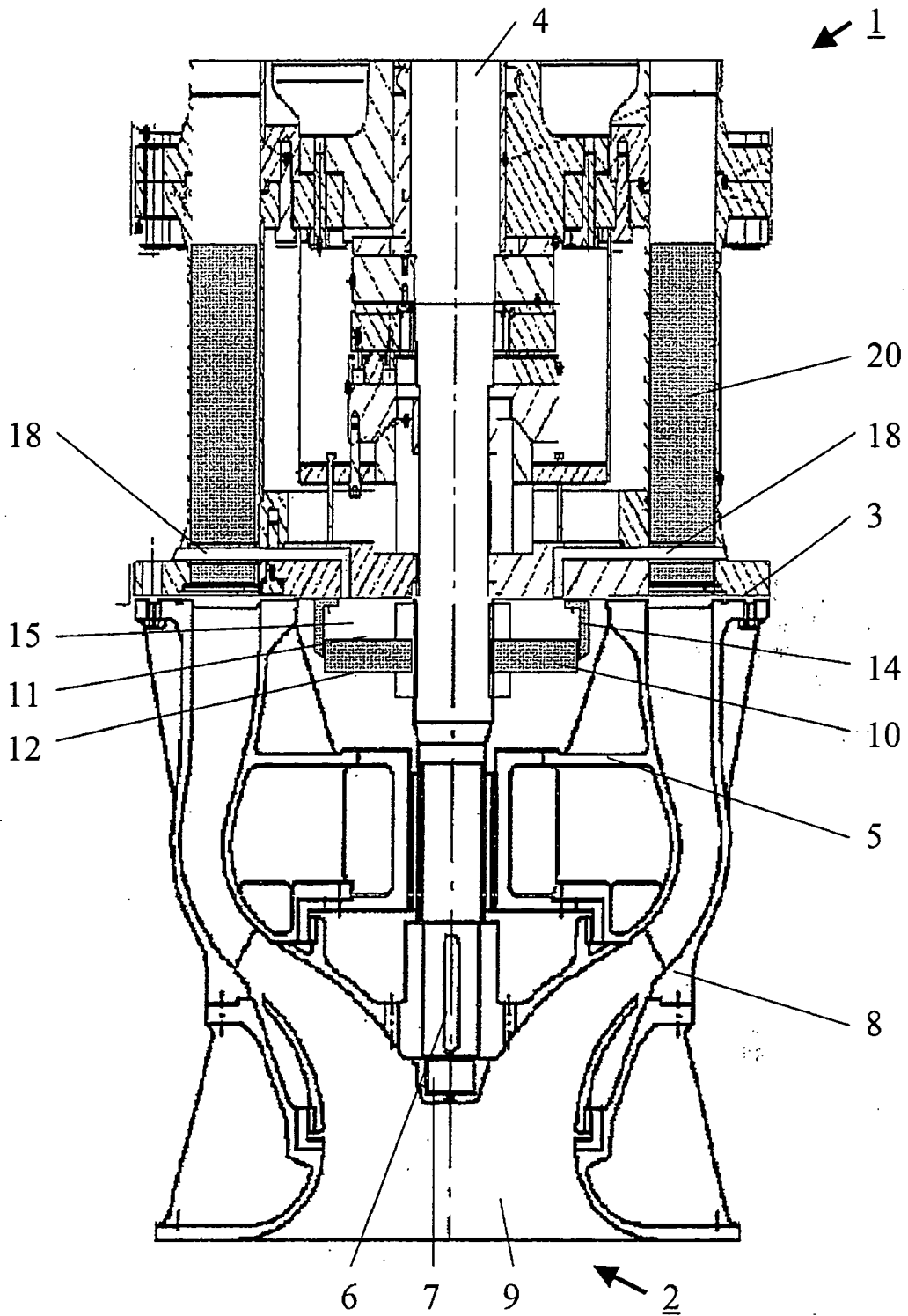


Fig.2

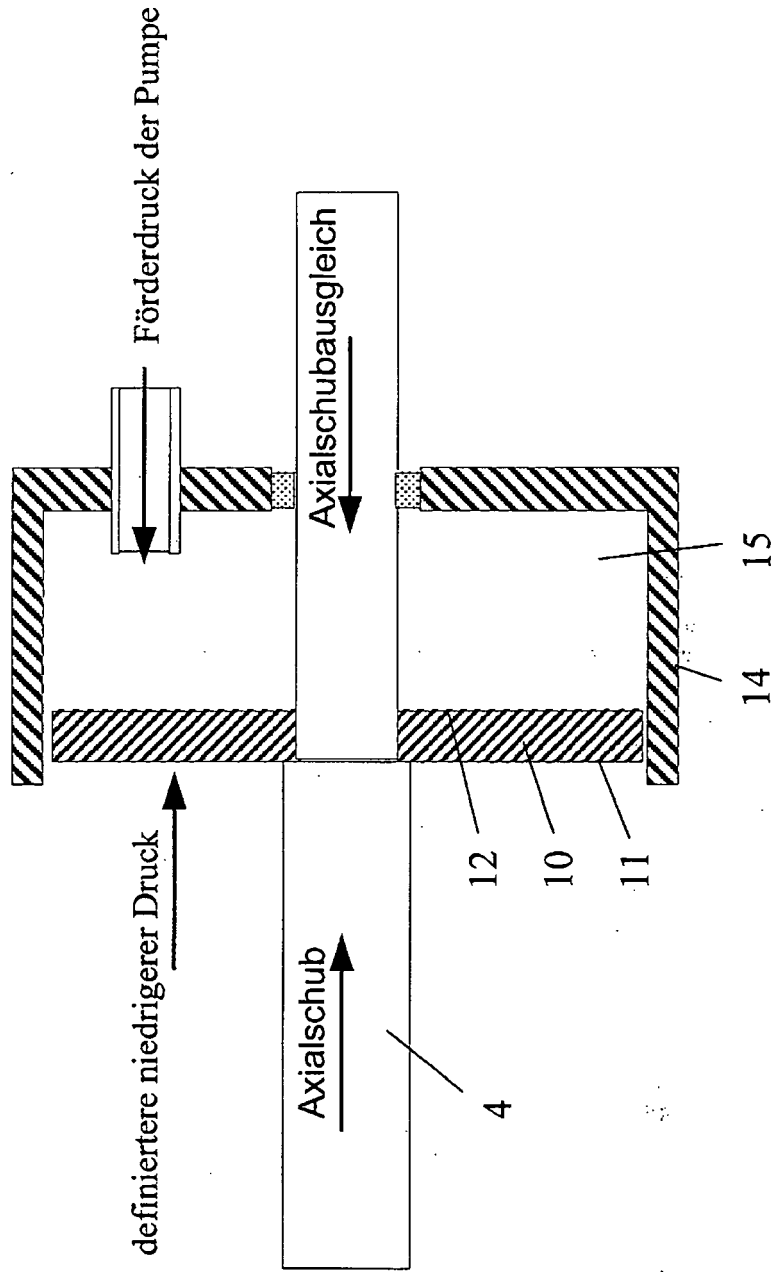
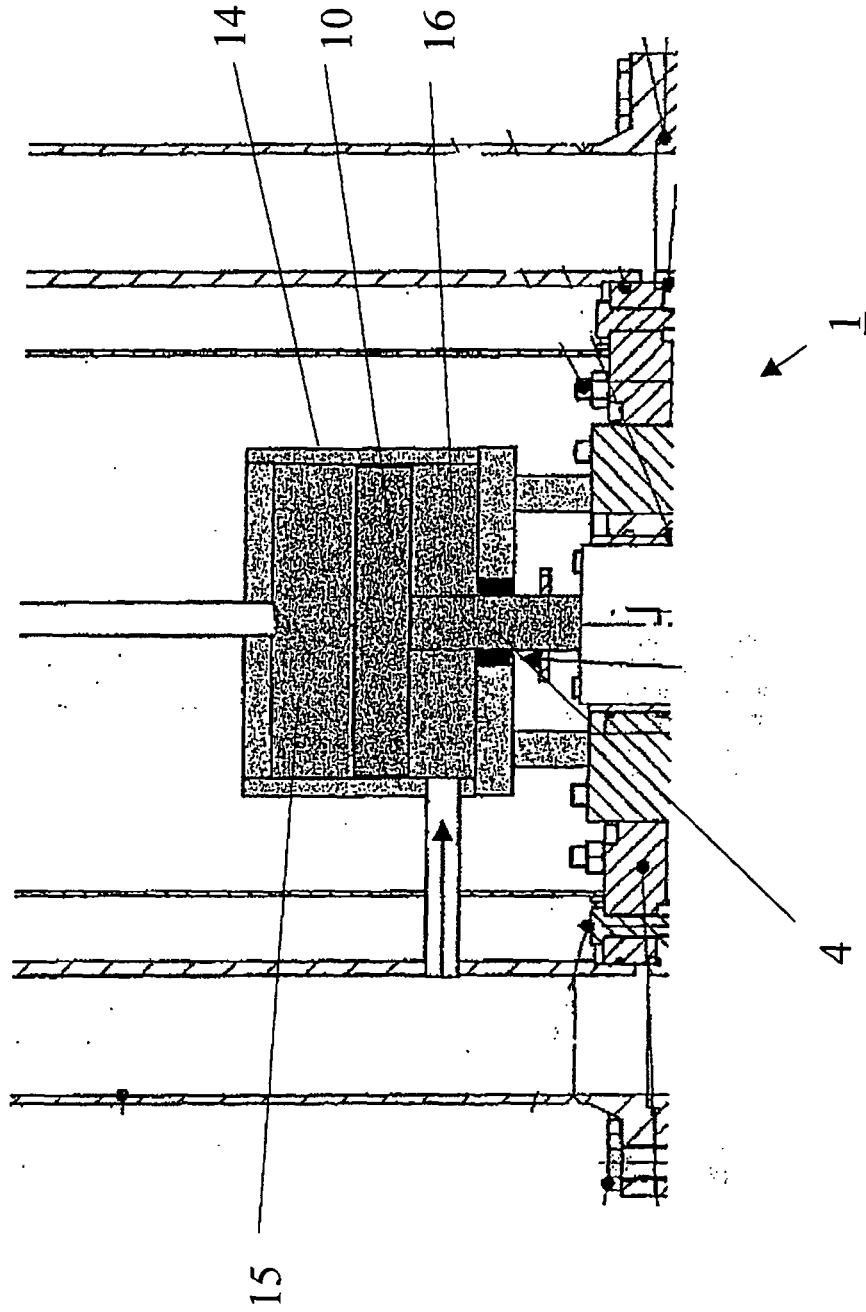


Fig. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 00 2435

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	NL 7 712 699 A (STORK KONINKLIJKE MASCHF) 21. Mai 1979 (1979-05-21) * Abbildung 1 *	1-22	INV. F04D29/041
X	DE 280 678 C (SCHAER C.) 25. November 1914 (1914-11-25) * das ganze Dokument *	1-22	
X	DE 178 665 C (KÜNZLI H.A.) 19. November 1906 (1906-11-19) * das ganze Dokument *	1-22	
X	FR 1 133 318 A (RATEAU SOC) 26. März 1957 (1957-03-26) * das ganze Dokument *	1-22	
A	DE 15 28 717 A1 (HALBERGERHUETTE GMBH) 30. Oktober 1969 (1969-10-30) * das ganze Dokument *	1-22	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Juli 2007	Prüfer Ingelbrecht, Peter
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 07 00 2435

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.

11-07-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
NL 7712699	A	21-05-1979	KEINE	
DE 280678	C		KEINE	
DE 178665	C		KEINE	
FR 1133318	A	26-03-1957	KEINE	
DE 1528717	A1	30-10-1969	KEINE	

EPO FORM P0461

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

- DE 1280055 [0004]
- DD 231829 [0005]