



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.11.2021 Patentblatt 2021/47

(51) Int Cl.:
F01C 21/10^(2006.01) F04C 2/08^(2006.01)
F04C 2/16^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21168615.9**

(22) Anmeldetag: **15.04.2021**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **TROSSMANN, Oliver**
90522 Oberasbach (DE)
• **MAURISCHAT, Roland**
90453 Nürnberg (DE)
• **ROSSOW, Philipp**
90574 Roßtal (DE)

(30) Priorität: **18.05.2020 DE 102020113372**

(74) Vertreter: **Lindner Blaumeier**
Patent- und Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Dr. Kurt-Schumacher-Str. 23
90402 Nürnberg (DE)

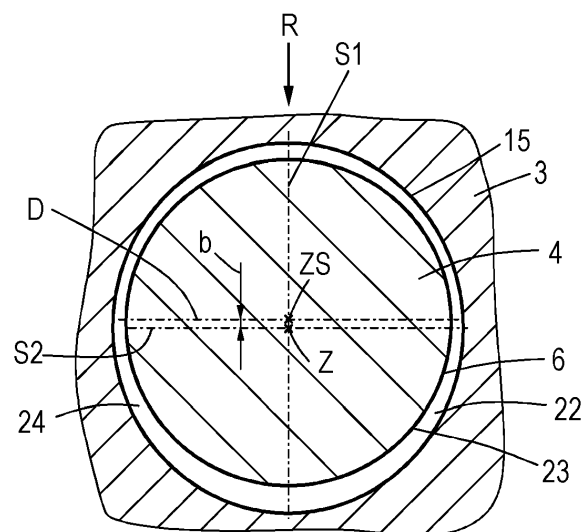
(71) Anmelder: **Leistritz Pumpen GmbH**
90459 Nürnberg (DE)

(54) **SCHRAUBENSPIDELpumpe**

(57) Schraubenspindelpumpe, umfassend ein Gehäuse (3) mit einer Laufbohrung (14) bestehend aus wenigstens zwei einander schneidenden Bohrungen (15, 16), in denen jeweils eine Spindel (4, 5) aufgenommen ist, wobei die Spindeln (4, 5) abschnittsweise miteinander kämmende Schneckenprofile (6, 7, 8, 9) aufweisen und sich im Betrieb durch einen hydraulischen Biegedruck in

eine definierte Biegerichtung (R) verbiegen, wobei jede Bohrung (15, 16) langlochartig mit einer längeren ersten Symmetrieachse (S1) und einer orthogonal dazu stehenden kürzeren zweiten Symmetrieachse (S2) ausgeführt ist, wobei die längere erste Symmetrieachse (S1) in der Biegerichtung (R) verläuft.

FIG. 5



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schraubenspindelpumpe, umfassend ein Gehäuse mit einer Laufbohrung bestehend aus wenigstens zwei einander schneidenden Bohrungen, in denen jeweils eine Spindel aufgenommen ist, wobei die Spindeln abschnittsweise miteinander kämmende Schneckenprofil aufweisen und sich im Betrieb durch einen hydraulischen Biegedruck in eine definierte Biegerichtung verbiegen.

[0002] Derartige Schraubenspindelpumpen dienen der Förderung unterschiedlichster fluider Medien. Sie umfassen ein Gehäuse mit einer Laufbohrung, die über wenigstens zwei einander schneidende Bohrungen gebildet ist. In jeder dieser Bohrung ist eine Spindel aufgenommen, wobei üblicherweise eine Spindel eine Antriebsspindel und die andere eine über die andere Spindel angetriebene Laufspindel ist. Mitunter sind auch zwei Laufspindeln, die beidseits einer mittigen Angriffsspindel angeordnet sind, vorgesehen, wobei in diesem Fall die Laufbohrung aus drei einander schneidenden Bohrungen besteht. Die Spindeln weisen entsprechende Schneckenprofile auf, über die sie miteinander kämmen, wobei über den Verzahnungseingriff Hohlräume gebildet werden, die die Förderräume für das zu fördernde Fluid bilden. Hierüber ist es möglich, das an einer Seite zugeführte Fluid von dieser Saugseite zur Druckseite, wo das Fluid abgegeben wird, zu fördern. Der Aufbau und die Funktion einer solchen Schraubenspindelpumpe ist dem Grunde nach bekannt.

[0003] Die Schraubenspindelpumpe saugt, wie beschrieben, das zu fördernde Fluid an der Saugseite an und fördert es unter stetiger Komprimierung zur Druckseite. Hieraus ergibt sich ein entsprechender Differenzdruck zwischen der Saug- und der Druckseite, der je nach Auslegung der Schraubenspindelpumpe wenige bar bis hin zu weit über 100 bar betragen kann. Das heißt, dass, insbesondere je höher der Differenzdruck ist, ein entsprechender hydraulischer Biegedruck auf den Spindeln lastet, der, da der Fluidweg innerhalb der Pumpe definiert ist, stets in eine definierte Richtung gerichtet ist. Aus diesem hydraulischen Biegedruck resultiert eine Verbiegung der Spindeln in eine definierte Biegerichtung, das heißt, dass die Spindeln, die im Bereich ihrer beiden Spindelenden üblicherweise in Gleitlagern gelagert sind, eine geringe Durchbiegung erfahren, also deformiert werden. Da sich die Spindeln in den jeweiligen Bohrungen des Gehäuses, bei dem es sich entweder um ein Einzelgehäuse handeln kann, oder um einen Einsatz, der in ein Außengehäuse eingesetzt wird, angeordnet sind und in der entsprechenden Bohrung rotieren, ändert sich demzufolge die Relativposition der Spindel zur Bohrungswand, das heißt, dass der gegebene ringsegmentartige Spalt sich biegungsbedingt an einer Seite etwas in seiner Breite vergrößert, während er an der anderen Seite etwas schmaler wird, wobei diese Breitenänderung natürlich, gesehen über die Spindellänge, aufgrund der Biegegeometrie leicht variiert. Um zu vermeiden, dass

es infolge dieser Verbiegung zu einem Anlaufen der Spindel respektive des Schneckenprofils an die Bohrungswand kommt, was extrem verschleißfördernd wäre, ist der Bohrungsdurchmesser mit einem entsprechenden Übermaß gewählt, so dass trotz Verbiegung idealerweise immer noch ein entsprechender Abstand auch im maximalen Biegebereich gegeben ist. Darüber hinaus ist es bekannt, die Spindel deachsiert in der zentrischen Bohrung anzuordnen, also mit ihrer Spindelachse geringfügig aus der Mitte entgegen der Biegerichtung versetzt anzuordnen. Diese Auslegung wird dabei so getroffen, dass im Bereich der maximalen Biegung der Abstand der Spindel von der Bohrungswand in und entgegengesetzt der Biegerichtung nahezu gleich ist. Dies führt dazu, dass in diesem Bereich ein Spalt mit nahezu konstanter Spaltbreite zwischen Spindel und Bohrungswand gegeben ist. Die Größe des um alle Spindeln umlaufenden Spalts, der bei einer aus zwei Bohrungen bestehenden Laufbohrung genähert die Form einer "8" aufweist, geht in die Berechnung der Fördermenge ein. Denn über diesen Spalt ist eine gewisse Leckage gegeben, also eine gewisse Fluidmenge, die nicht gefördert wird. Je größer der Spalt respektive der umlaufende Spaltquerschnitt, desto größer dieser Leckage-Anteil.

[0004] Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, eine demgegenüber verbesserte Schraubenspindelpumpe anzugeben.

[0005] Zur Lösung dieses Problems ist bei einer Schraubenspindelpumpe der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass jede Bohrung langlochartig mit einer längeren ersten Symmetrieachse und einer orthogonal dazu stehenden kürzeren zweiten Symmetrieachse ausgeführt ist, wobei die längere erste Symmetrieachse in der Biegerichtung verläuft.

[0006] Die erfindungsgemäße Schraubenspindelpumpe weist demzufolge keine zentrischen, also kreisrunden Bohrungen auf, wie bisher im Stand der Technik üblich, sondern langlochartige Bohrungen, also Bohrungen, die keinen eindeutigen Radius besitzen, sondern die über zwei unterschiedliche, orthogonal zueinander stehende Symmetrieachsen definiert werden. Die langlochartige Bohrung weist eine erste längere Symmetrieachse sowie eine orthogonal dazu stehende zweite, kürzere Symmetrieachse auf. Die längere Symmetrieachse verläuft in der Biegerichtung, die kürzere Symmetrieachse verläuft orthogonal dazu. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass einerseits eine Durchbiegung der Spindel ohne weiteres möglich ist, da, nachdem die Durchbiegung entlang der längeren Symmetrieachse erfolgt, ausreichend Raum innerhalb der Bohrung gegeben ist, der sicherstellt, dass die Spindel respektive deren Schneckenprofil nicht gegen die Bohrungswand läuft. In der orthogonalen Richtung dazu aber, in der keine Deformation erfolgt, ist es aufgrund der langlochartigen Ausgestaltung möglich, den Abstand der gegenüberliegenden Wandflächen der Bohrung zu reduzieren, so dass sich insgesamt eine kleinere Spaltbreite gesehen in Richtung

der zweiten Symmetrieachse ergibt als in Richtung der ersten Symmetrieachse. Aufgrund dieser langlochartigen Bohrungsgeometrie kann daher die gesamte Spaltquerschnittsfläche beachtlich verringert werden, da aufgrund der langlochartigen Ausführung mit längerer und kürzerer Symmetrieachse kein die jeweilige Spindel umgebender runder, um den Umfang eine konstante Breite aufweisender Spalt gegeben ist, sondern ein Spalt mit um den Umfang variierender Spaltbreite. Je nachdem, wie nahe die gegenüberliegenden Bohrungsinnenwandbereiche in der kurzen Symmetrieachse an die Spindel rücken, ergibt sich eine entsprechend starke Reduktion der Spaltbreite, die sich wiederum in einer entsprechend großen Reduktion des gesamten Spaltquerschnitts niederschlägt.

[0007] Durch die Reduzierung dieses Spaltquerschnitts ergibt sich damit zwangsläufig auch eine beachtliche Reduzierung des Leckage-Volumens über den Bereich des Differenzdruckintervalls, wobei Versuche gezeigt haben, dass eine Reduktion von bis zu 25 % oder mehr ohne weiteres möglich ist.

[0008] Damit ermöglicht die erfindungsgemäße Schraubenspindelpumpe respektive die erfindungsgemäß vorgesehene Bohrungsgeometrie einerseits einen problemlosen und verschleißarmen Pumpenbetrieb, da eine aus dem hydraulischen Biegedruck resultierende Spindelverbiegung ohne Probleme möglich ist und stets ein hinreichender Abstand zu den in Richtung der längeren Symmetrieachse benachbarten Bohrungswänden gegeben ist, wie auch gleichzeitig aufgrund des reduzierten Spaltdurchmessers in Richtung der kürzeren Symmetrieachse eine beachtliche Reduktion des gesamten Spaltquerschnitts und damit des Leckage-Volumens gegeben ist. Hieraus resultiert einerseits ein extrem verschleißarmer Vertrieb, andererseits aber auch ein im Vergleich zur bisherigen kreisrunden Bohrungsgeometrie deutlich effizienterer Förderbetrieb.

[0009] Um auch hier zu ermöglichen, dass in Richtung der ersten, längeren Symmetrieachse der Abstand der Spindel respektive des Schneckenprofils in Richtung der ersten längeren Symmetrieachse auch hier zu beiden Seiten hin nahezu gleich ist, ist es zweckmäßig, die Spindeln bzw. deren Spindelachsen im unbelasteten Zustand versetzt zur Mitte der ersten Symmetrieachse anzuordnen, also auch hier quasi außermittig zu positionieren. Dabei bezieht sich wie ausgeführt der Ort des gleichen Abstands letztlich auf den Bereich der größten Spindeldurchbiegung, wobei dieser Bereich üblicherweise im mittleren Spindelbereich liegt.

[0010] Dabei ist die Anordnung zweckmäßigerweise derart, dass die Spindeln so positioniert sind, dass sich bei einem definierten Differenzdruck zwischen einer Saugseite und einer Druckseite der Pumpe oder innerhalb eines definierten Differenzdruckintervalls die Breite des Spalts zwischen den Schneckenprofilen und der Bohrungsinnenwand in Richtung der ersten Symmetrieachse größer als die Breite des Spalts in Richtung der zweiten Symmetrieachse ist. Das heißt, dass die Anord-

nung der Spindeln derart getroffen ist, dass im Biegefall der Abstand des Schneckenprofils von der Bohrungsinnenwand in Richtung der ersten Symmetrieachse zu beiden Achsrichtungen stets größer ist als der Abstand respektive die Spaltbreite in der orthogonalen zweiten Symmetrieachse. In Richtung der zweiten Symmetrieachse ist demzufolge in Betrieb der Spalt stets schmaler als in Richtung der ersten Symmetrieachse. Hiermit lassen sich letztlich in diesem Biegebereich symmetrische Verhältnisse in Richtung beider Symmetrieachsen einstellen.

[0011] Wie beschrieben ist jede Bohrung als langlochartige Bohrung mit zwei unterschiedlich langen, orthogonal zueinanderstehenden Symmetrieachsen ausgeführt. Eine solche Bohrung kann beispielsweise mittels eines Fräswerkzeugs gebildet werden, das es ermöglicht, nicht nur eine zylindrische Bohrung einzubringen, sondern diese auch geringfügig in Richtung der ersten Symmetrieachse zu einer langlochartigen Form zu verlängern. Ferner besteht die alternative Möglichkeit, die Bohrung durch Schleifen einer zylindrischen Bohrung langlochartig zu verlängern. Es wird also zunächst eine einfache zylindrische Bohrung eingebracht, die dann zur Bildung der längeren Symmetrieachse definiert ausgeschliffen wird. Eine weitere alternative Möglichkeit der Bohrungsbildung sieht demgegenüber vor, dass jede Bohrung aus zwei separaten, einander schneidenden Einzelbohrungen, deren Bohrungsachsen in Biegerichtung versetzt zueinander sind, gebildet sind. Jede Bohrung besteht demzufolge aus zwei miteinander schneidenden Einzelbohrungen. Diese sind in Biegerichtung minimal versetzt zueinander, das heißt, dass ihre Bohrungsachsen in Biegerichtung minimal beabstandet sind, und zwar um den Abstand der erwarteten maximalen Durchbiegung, die beispielsweise im Bereich von 0,1 - 0,3 mm liegt. Die Ausbildung der Bohrung über zwei separate Einzelbohrungen hat einerseits den Vorteil, dass die Bohrung als solche einfach einzubringen ist, da die Ausbildung der Bohrungen lediglich eine einfache Linearbewegung des Bohrwerkzeugs erfordert. Darüber hinaus kann ein Bohrwerkzeug verwendet werden, das einen kleineren Durchmesser aufweist als ein Bohrwerkzeug, das zur Herstellung einer kreisrunden, zentrischen Bohrung, wie bisher im Stand der Technik üblich, verwendet wird (dies gilt gleichermaßen auch bei Verwendung eines Fräasers, auch dieser kann mit kleinerem Durchmesser gewählt werden). Denn es ist lediglich sicherzustellen, dass der Durchmesser der beiden Einzelbohrungen ausreichend groß ist, dass die Spindel, gesehen in Richtung der zweiten Symmetrieachse, noch ausreichend, wenngleich über einen deutlich schmäleren Spalt beabstandet zur Bohrungswand ist, nachdem in Richtung der ersten Symmetrieachse ausreichend Raum für die Aufnahme der Biegung gegeben ist. Bei Ausbildung zweier sich schneidender Einzelbohrungen verbleibt im Schnittbereich, also in Richtung der zweiten Symmetrieachse, geometriebedingt ein minimaler, sich aufgrund des nur minimalen Versatzes der Bohrungs-

achsen nur um wenige Mikrometer nach innen in die Bohrung erstreckender Steg respektive eine Schulter. Dies verschmälert zwar den Spalt marginal, ihre Höhe ist jedoch derart gering, dass sie sich in keinem Fall nachteilig auf die Spindelbewegung in und gegen die Biegerichtung auswirkt, zumal in Richtung der zweiten Symmetrieachse ohnehin keine Spindeldeformation gegeben ist.

[0012] Die beiden Einzelbohrungen erstrecken sich zweckmäßigerweise über die gesamte Länge des Gehäuses, was deren Ausbildung vereinfacht. Bei dem Gehäuse kann es sich, wie beschrieben, um ein komplettes Gehäuse respektive einen zentralen Gehäuseblock handeln, der lediglich noch über zwei Deckel geschlossen wird. Alternativ kann es sich bei dem Gehäuse auch um einen Einsatz handeln, der in ein entsprechendes Außengehäuse eingesetzt wird.

[0013] Alternativ zu der Ausgestaltung, bei der sich die beiden Einzelbohrungen jeder Bohrung über die gesamte Gehäuselänge erstrecken, kann es gemäß einer Erfindungsvariante auch möglich sein, dass jede Bohrung aus zwei axial aneinander anschließenden Bohrungsabschnitten besteht, wobei die Zentralachsen jedes Bohrungsabschnitts gegeneinander angestellt sind. Bei dieser Erfindungsausgestaltung setzt sich demzufolge jede Bohrung aus zwei separaten Bohrungsabschnitten zusammen, wobei jeder Bohrungsabschnitt wiederum aus zwei separaten Einzelbohrungen wie vorstehend beschrieben gebildet ist. Die Bohrungsabschnitte gehen natürlich ineinander über, stehen aber nicht in axialer Anordnung respektive fluchten nicht axial miteinander, sondern sind marginal zueinander gewinkelt. Die Anstellung ist derart gewählt, dass hierüber näherungsweise die Biegegeometrie der Spindel abgebildet wird. Das heißt, dass jeder Bohrungsabschnitt, der an einer Gehäusesseite beginnt und zur Gehäusemitte läuft, minimal schräg verläuft, sodass sich, querschnittlich gesehen, quasi eine minimale V-Form ergibt, wobei die Spitze des V in die Biegerichtung zeigt. Diese Bohrungsgeometrie nimmt daher die Spindelbiegegeometrie auf, sodass die Bohrungsgeometrie sich noch besser den tatsächlichen Verhältnissen anpasst und insbesondere der aus der langlochartigen Form resultierende, der Biegung angepasste Spalt noch besser an die Spindelbiegung, in axialer Richtung gesehen, adaptiert ist.

[0014] Bevorzugt handelt es sich bei der Schraubenspindelpumpe um eine doppelflutige Pumpe, das heißt, dass jede Schraubenspindel zwei axial benachbarte, gegengleich steigende Schneckenprofile aufweist, die bevorzugt näherungsweise im Bereich der Längsmitte der jeweiligen Schraubenspindeln bzw. näherungsweise symmetrisch zur Längsmitte vorgesehen sind. Bei dieser doppelflutigen Pumpenform sind entsprechende, entgegengesetzt laufende Schneckenprofile vorgesehen, die sich aus dem Bereich der Spindelmitte in Richtung der Spindelenden, wo die Spindel gelagert ist, erstrecken. Alternativ kann es sich aber auch um eine einflutige Pumpe handeln, bei der jede Spindel nur ein in eine Richtung steigendes Schneckenprofil aufweist.

[0015] Die Schraubenspindelpumpe selbst ist entweder eine reine Flüssigkeitspumpe. Alternativ kann es sich aber auch um eine Mehrphasenpumpe handeln, die also neben einer reinen Flüssigkeit auch ein Flüssigkeits-Gas-Gemisch fördern kann.

[0016] Neben der Schraubenspindelpumpe selbst betrifft die Erfindung ferner ein Gehäuse für eine Schraubenspindelpumpe der beschriebenen Art. Das Gehäuse weist eine Laufbohrung, bestehend aus wenigstens zwei einander schneidenden Bohrungen zur Aufnahme jeweils einer Spindel auf, wobei die Spindeln abschnittsweise miteinander kämmende Schneckenprofile aufweisen und sich im Betrieb der Schraubenspindelpumpe durch einen hydraulischen Biegedruck in eine definierte Biegerichtung verbiegen. Dieses Gehäuse, bei dem es sich um das eigentliche Pumpengehäuse handeln kann, oder um einen Einsatz in einem Außengehäuse, zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass jede Bohrung langlochartig mit einer längeren ersten Symmetrieachse und einer orthogonal dazu stehenden kürzeren zweiten Symmetrieachse ausgeführt ist, wobei die längere erste Symmetrieachse in der Biegerichtung verläuft.

[0017] Dabei ist bevorzugt jede Bohrung aus zwei separaten, einander schneidenden Einzelbohrungen, deren Bohrungsachsen in Biegerichtung versetzt zueinander sind, gebildet. Alternativ kann die langlochartige Bohrung auch als eine gefräste Bohrung ausgeführt sein, d.h., dass das Fräswerkzeug zur Verlängerung der Bohrung unter Bildung der längeren Symmetrieachse entsprechend geführt wird. Eine weitere Alternative sieht vor, dass die langlochartige Bohrung aus einer zylindrischen Bohrung geschliffen wird, d.h., dass gezielt lokal Material durch Schleifen abgetragen wird, um die längere Symmetrieachse auszubilden.

[0018] Jede der beiden Einzelbohrungen kann sich über die gesamte Länge des Gehäuses erstrecken, das heißt, dass die gesamte Bohrung aus diesen beiden axial verlaufenden Einzelbohrungen besteht. Alternativ dazu ist es denkbar, dass jede Bohrung aus zwei axial aneinander anschließenden Bohrungsabschnitten besteht, wobei die Zentralachsen jedes Bohrungsabschnitts und damit die Zentralachsen der Einzelbohrungen eines Bohrungsabschnitts zu denen des anderen Bohrungsabschnitts gegeneinander angestellt sind. Hier wird also jeder Bohrungsabschnitt aus zwei separaten Einzelbohrungen gebildet, wobei deren Bohrungsachsen geringfügig zueinander angestellt sind, also einen Winkel ungleich 180° zueinander einnehmen und nicht miteinander fluchten. Dies ermöglicht es, die gesamte Bohrungsgeometrie minimal der Biegelinie folgend zu verknüpfen.

[0019] Weiterhin betrifft die Erfindung ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Gehäuses für eine Schraubenspindelpumpe der vorstehend beschriebenen Art, umfassend eine aus wenigstens zwei einander schneidenden Bohrungen gebildete Laufbohrung. Dieses Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zur Ausbildung jeder Bohrung wenigstens zwei separate, einander schneidende Einzelbohrungen, deren Bohrungsachsen

versetzt zueinander sind, in einen Gehäusekörper gebohrt werden. Die beiden Einzelbohrungen respektive deren Bohrungsachsen sind in einer vorab definierten Biegerichtung zueinander versetzt.

[0020] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass sich die Einzelbohrungen über die gesamte Länge des Gehäusekörpers erstrecken. Alternativ kann jede Bohrung auch aus zwei axial aneinander anschließenden Bohrungsabschnitten bestehen, wobei die Zentralachsen jedes Bohrungsabschnitts gegeneinander angestellt sind, wobei zur Ausbildung der Bohrungsabschnitte an beiden einander gegenüberliegenden Seiten des Gehäusekörpers jeweils zwei separate Einzelbohrungen gebohrt werden. Die Bohrungsabschnitte respektive die Einzelbohrungen treffen sich in der Gehäusemitte, wo der Bereich der maximalen Spindelbiegung ist.

[0021] Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Schraubenspindelpumpe im teilweise aufgeschnittenen Zustand,
- Fig. 2 das ausgeschnittene innere Gehäuse nebst zweier Spindeln der Schraubenspindelpumpe aus Fig. 1,
- Fig. 3 eine Stirnseitenansicht des Gehäuses aus Fig. 2 unter Darstellung der Laufbohrung,
- Fig. 4 eine Prinzipdarstellung zur Ausbildung der beiden die Laufbohrung bildenden Bohrungen, jeweils bestehend aus zwei einander schneidenden Einzelbohrungen,
- Fig. 5 eine Prinzipdarstellung einer langlochartigen Bohrung nebst deachsiert darin angeordneter Spindel im unbelasteten Zustand,
- Fig. 6 die Anordnung aus Fig. 5 mit belasteter Spindel,
- Fig. 7 eine Prinzipdarstellung einer zentrischen Bohrung mit deachsiert angeordneter Spindel gemäß Stand der Technik,
- Fig. 8 die Anordnung aus Fig. 7 mit belasteter Spindel, und
- Fig. 9 eine Prinzipdarstellung einer Schraubenspindelpumpe respektive eines Gehäuses mit zwei unter einem Winkel zueinander angestellten Bohrungsabschnitten.

[0022] Fig. 1 zeigt in Form einer teilweise aufgeschnittenen Perspektivansicht eine erfindungsgemäße dop-

pelflutige Schraubenspindelpumpe 1, umfassend ein Außengehäuse 2 mit einem inneren, als Einsatz ausgeführten Gehäuse 3, in dem, siehe Fig. 2, zwei Spindeln 4, 5 angeordnet sind, die dem Ansaugen, Fördern und Abgeben eines Fluids oder eines Flüssigkeit-Gas-Gemisches dienen. Hierzu ist gehäuseseitig ein Einlass vorgesehen, wie durch den Pfeil P1 dargestellt, über den das Fluid angesaugt wird. Über einen im gezeigten Beispiel um 90 Grad angeordneten, nicht näher gezeigten Auslass, wie durch den Pfeil P2 dargestellt, wird das Fluid unter Druck abgegeben.

[0023] Die beiden Spindeln 4, 5 weisen jeweils zwei Schneckenprofile 6, 7 bzw. 8, 9 auf, wobei die jeweiligen Schneckenprofilpaare 6, 7 und 8, 9 gegenläufige Steigungen aufweisen. Das heißt, dass es sich um eine doppelflutige Schraubenspindelpumpe 1 handelt. Dabei kämen in an sich bekannter Weise die Schneckenprofile 6 und 8 miteinander, ebenso wie die Schneckenprofile 7 und 9.

[0024] Die beiden Schraubenspindeln 4, 5 sind im Bereich ihrer jeweiligen Enden über entsprechende Lagermittel 10, 11 bzw. 12, 13 abgestützt und drehgelagert, wobei es sich bei den Lagermitteln 10 - 13 in der Regel um Gleitlager handelt.

[0025] Die beiden Spindeln 4, 5 sind in einer Laufbohrung 14 aufgenommen, die die Form einer "liegenden 8" aufweist und die als Prinzipdarstellung in Fig. 3 gezeigt ist. Fig. 3 zeigt eine stirnseitige Ansicht des Gehäuses 3 mit Blick auf die Laufbohrung 14, die sich axial geradlinig durch das Gehäuse 3 erstreckt.

[0026] Die Laufbohrung 14 besteht aus zwei separaten Bohrungen 15, 16, die einander schneiden, sodass sich zwei mittige Schultern 17 ergeben. In jeweils einer Bohrung 15, 16 ist eine Spindel 4, 5 aufgenommen und rotiert in dieser, wobei eine Spindel die mit einem Antriebsmotor gekoppelte Antriebsspindel ist, während die andere Spindel die Laufspindel ist. Im gezeigten Beispiel ist exemplarisch die Spindel 5 die Antriebsspindel, während die Spindel 4 die folgende Laufspindel ist. Die Spindeln 4, 5 sind in der Laufbohrung 14 bzw. den Bohrungen 15, 16 mit Abstand zur benachbarten Bohrungswand aufgenommen, so dass die berührungsfrei rotieren können. Es bildet sich folglich ein beide Spindeln 4, 5 umlaufender Spalt an, der ebenfalls die Form einer "liegenden 8" aufweist.

[0027] Erfindungsgemäß ist jede der Bohrungen 15, 16 langlochartig ausgeführt, das heißt, dass jede Bohrung 15, 16 keine kreisrunde Bohrung ist, sondern eine längere und eine kürzere Symmetrieachse aufweist. Natürlich schneiden sich die beiden Bohrungen 15, 16, gleichwohl aber ist jeder Bohrung eine definierte, spezifische Langloch-Geometrie zuzuordnen.

[0028] Fig. 4 zeigt eine diesbezügliche Prinzipdarstellung. Gezeigt sind die beiden Bohrungen 15, 16. Jede Bohrung 15, 16 besteht aus zwei einander schneidenden Einzelbohrungen 18, 19 im Falle der Bohrung 15 sowie 20, 21 im Falle der Bohrung 16. Die beiden Einzelbohrungspaare 18, 19 respektive 20, 21 weisen jeweilige

Bohrungs- oder Zentralachsen Z1 und Z2 auf, die hier jedoch in einer Biegerichtung R voneinander beabstandet sind. Diese Biegerichtung R ist die Richtung, in der sich die jeweilige Spindel 4, 5 aufgrund des im Gehäuse 3 gegebenen hydraulischen Biegedrucks, resultierend aus der Druckdifferenz zwischen der Saugseite und der Druckseite, verbiegt. Diese Biegung ist zwar minimal, jedoch gegeben, resultierend aus der quasi endseitigen Abstützung der Spindeln 4, 5 über die Lagermittel 10 - 13. Diese definierte, in der Biegerichtung R erfolgende Biegedeformation führt nun dazu, dass die Schneckenprofile 6, 7, 8, 9 ihre Position relativ zur Bohrungsinnenwand, verglichen mit dem unbelasteten Zustand, geringfügig ändern, sodass, worauf nachfolgend noch eingegangen wird, der entsprechende, die jeweilige Spindel 4, 5 respektive das jeweilige Schneckenprofil 6 - 9 umgebende Spalt in seiner Breite variiert.

[0029] In Fig. 4 sind die jeweiligen Einzelbohrungen 18, 19 bzw. 20, 21 allein zu Übersichtlichkeitsgründen deutlich weit um das Abstandsmaß a mit ihren Zentralachsen Z1 voneinander beabstandet. Tatsächlich beträgt das Abstandsmaß a beispielsweise nur 0,1 - 0,3 mm, ist also minimal, gleichwohl aber messbar.

[0030] Dieser Versatz der Einzelbohrungen 18, 19 in der Biegerichtung R führt nun dazu, dass die sich ergebende Bohrung 15, 16 eine langlochartige Geometrie hat, also nicht mehr eine kreisrunde Bohrungsform respektive Innenwandungsform, sondern eine geringfügig langgestreckte Bohrungsform. Jede Einzelbohrung 15, 16 weist daher eine längere erste Symmetrieachse S1 auf, die sich in Biegerichtung R erstreckt, sowie eine dazu orthogonal stehende zweite, kürzere Symmetrieachse S2. Für die Bohrung 15 sind die Symmetrieachsen S1, S2 dargestellt, die Geometrie der Bohrung 16 ist identisch. Der Längenunterschied der Symmetrieachsen S1 und S2 zueinander entspricht letztlich dem Abstandsmaß a der beiden Zentralachsen Z1, Z2, er beträgt also mithin ebenfalls ca. 0,1 - 0,3 mm.

[0031] Wie beschrieben handelt es sich bei Fig. 4 um eine reine Prinzipdarstellung mit jeweiligen Einzelbohrungen 18, 19 bzw. 20, 21, die übertrieben weit voneinander beabstandet sind. Hieraus resultierend ergibt sich in Fig. 4 jeweils an der rechten Seite der Bohrung 15 bzw. an der linken Seite der Bohrung 16 eine Schulter. Diese ist jedoch tatsächlich bei dem gegebenen minimalen Achsversatz a nur marginal ausgeprägt, sie hat eine Höhe von wenigen Mikrometern und behindert demzufolge die Spindelbewegung respektive -verbiegung nicht und hat ebenfalls auch keinen Einfluss auf den Pumpenbetrieb.

[0032] Die Funktionsweise dieser langlochartigen Ausgestaltung der Bohrungen 15, 16 im Vergleich zu einer bisher im Stand der Technik üblichen, rein zentrischen Bohrung wird anhand der Fig. 5 und 6 im Vergleich zu den Fig. 7 und 8 deutlich. Die Fig. 5 zeigt in Form einer Prinzipdarstellung eine langlochartige Bohrung 15, die hier aus Beschreibungs- und Darstellungsgründen geschlossen dargestellt ist (die folgende, das grundlegende

Prinzip darlegende Beschreibung gilt natürlich gleichermaßen auch für die zweite langlochartige Bohrung 16, die sich mit der Bohrung 15 zur 8er-förmigen Laufbohrung 14 ergänzt). Gezeigt ist des Weiteren als Prinzipdarstellung die Spindel 4 bzw. der Außenumfang des Schneckenprofils 6. Wie Fig. 5 zeigt, bildet sich zwischen der Innenwand 22 der langlochartigen Bohrung 15 und dem Außenumfang 23 des Schneckenprofils 6 ein im gezeigten Beispiel ringförmig umlaufender Spaltraum 24, in dem sich im Betrieb zur Förderung des Fluids sammelt (in der Laufbohrung ist der der jeweiligen Bohrung 15, 16 zuzuordnende Spalt nur ringsegmentartig, wobei sich die beiden Ringsegmente zur "8er"-Form ergänzen). Dargestellt ist des Weiteren die längere erste Symmetrieachse S1 sowie die kürzere zweite Symmetrieachse S2. Ebenfalls dargestellt ist der Durchmesser D der Spindel 4 sowie deren Längs- bzw. Zentralachse ZS. Diese ist ersichtlich um ein Abstandsmaß b von der Längsmittel- bzw. der Zentralachse Z der Bohrung 15 beabstandet, und zwar entgegen der Biegerichtung R. Das heißt, dass sie, gesehen in Fig. 5, etwas nach oben aus der Mitte der Bohrung 15 versetzt ist. Das Abstandsmaß b entspricht letztlich dem Abstandsmaß a, um welches die beiden Einzelbohrungen 18, 19 versetzt sind, über die die Bohrung 15 gebildet ist.

[0033] Wirkt nun im Betrieb ein hydraulischer Biegedruck in Richtung der Biegerichtung R auf die Spindel 4, so biegt sich diese geringfügig. Fig. 6 zeigt diese Betriebssituation, wobei hier der Bereich der maximalen Spindelbiegung gezeigt ist. Ersichtlich fallen die Zentralachse ZS der Spindel 4 und die Zentralachse Z der Bohrung 15 exemplarisch zusammen. Die Spindel 4 biegt sich also in der Bohrung 15 etwas nach unten. Dies führt dazu, dass die Breite B1 des hier ringförmigen Spalts oder Spaltraums 24, gesehen in Richtung der ersten, längeren Symmetrieachse S1 und damit in Biegerichtung R, nahezu gleich ist, verglichen mit dem unbelasteten Zustand. Gesehen in Richtung der zweiten, kürzeren Symmetrieachse S2 jedoch ist die Breite B2 des Spaltraums 24 deutlich schmaler. Die Spaltraumbreite verändert sich folglich um den Umfang bzw. schnürt sich vom oberen und unteren Achspunkt auf der ersten Symmetrieachse S1 zu den seitlichen Achspunkten auf der zweiten Symmetrieachse S2 ein, was auch im Fall einer Laufbohrung gegeben ist. Dies resultiert aus dem Umstand, dass die beiden Einzelbohrungen 18, 19 jeweils einen Bohrungsdurchmesser d1 bzw. d2 aufweisen, der etwas kleiner ist als der Durchmesser, den eine rein zentrische Bohrung aufweisen würde. Eine solche zentrische Bohrung 25, wie sie im Stand der Technik vorgesehen wäre, ist in Fig. 6 gestrichelt eingezeichnet. Ersichtlich entspräche der Durchmesser einer solchen zentrischen Bohrung der Länge der längeren ersten Symmetrieachse S1. Gesehen in Richtung der kürzeren zweiten Symmetrieachse S2 zeigt der Vergleich in Fig. 6 deutlich, dass die Breite B2 des Spaltraums 24 deutlich kleiner ist verglichen mit der Situation bei einer zentrischen Bohrung 25. Hieraus resultiert, wie Fig. 6 ferner deutlich zeigt,

dass die gesamte Querschnittsfläche des Spaltraums 24 bei Ausgestaltung einer langlochförmigen Bohrung 15 gegenüber der Querschnittsfläche bei Ausbildung einer zentrischen Bohrung 25 deutlich kleiner ist, was wiederum dazu führt, dass ein etwaiges Leckagevolumen deutlich reduziert werden kann und demzufolge das Förder-
volumen wie auch die Effizienz der Schraubenspindel-
pumpe verbessert werden kann.

[0034] Die Fig. 7 und 8 zeigen zum Vergleich die Anordnung der Spindel 4 in einer zentrischen Bohrung 25, also einer Bohrung mit einem konstanten Durchmesser, der der Länge der ersten Symmetrieachse S1 entspricht. Auch hier ist die Zentralachse ZS der Spindel 4 deachsiert zur Zentralachse Z der kreisrunden zentrischen Bohrung 25, es ist also auch hier eine Deachsierung entgegen der Biegerichtung R gegeben.

[0035] Wird nun im Betrieb die Spindel 4 belastet, so verbiegt sie sich geringförmig, wie in Fig. 8 gezeigt ist. Ersichtlich liegt dann die Spindel 4 quasi zentrisch in der zentrischen Bohrung 25. Es ergibt sich ein ringförmig umlaufender Spaltraum 24, der um den gesamten Umfang nahezu die gleiche Breite B1 aufweist, also die Spaltbreite, wie sie bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung lediglich im oberen und unteren Achspunkt gegeben ist. Ersichtlich ist die sich in Fig. 8 ergebende Querschnittsfläche des ringförmigen Spaltraums 24 deutlich größer als die Fläche des Spaltraums 24 gemäß Fig. 6.

[0036] Die erfindungsgemäße Reduzierung der Spalt-
raumfläche respektive des Abstands der Bohrun-
genwand von der Spindel gesehen in der Ebene der kürzeren zweiten Symmetrieachse S2 resultiert aus der langlochartigen Ausgestaltung und dem Umstand, dass diese die Möglichkeit bietet, die jeweilige Bohrung aus zwei Einzelbohrungen herzustellen, deren jeweiliger einzelner Durchmesser d1, d2 kleiner ist als der Durchmesser d einer zylindrischen Bohrung, die in gleicher Weise geeignet wäre, die Spindelverbiegung aufzunehmen. Das heißt, dass $d_1, d_2 < d$ ist.

[0037] Wenngleich vorstehend beschrieben ist, dass die jeweilige Bohrung 15, 16 über zwei Einzelbohrungen 18, 19 bzw. 20, 21, die nacheinander eingebracht werden und einander schneiden, gebildet ist, besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit, die jeweilige Bohrung 15, 16 mittels eines Fräasers zu bilden, der einerseits eine Bohrung einbringt, andererseits aber auch geringfügig in Biegerichtung bewegt werden kann, um die Langlochgeometrie herzustellen. Auch dieser weist einen Durchmesser auf, der kleiner als der Durchmesser einer zentrischen Bohrung wie im Stand der Technik üblich bilden-
den Bohrers auf.

[0038] Beim Ausführungsbeispiel der vorstehend beschriebenen Figuren erstreckt sich jede Bohrung 15, 16 linear durch das Gehäuse 3. Alternativ dazu besteht jedoch die Möglichkeit, die jeweilige Bohrung 15, 16 aus zwei aneinander anschließenden Bohrungsabschnitten auszubilden, deren Zentralachsen geringfügig gegeneinander angestellt sind, um über diese quasi gewinkelt zueinander stehende Ausgestaltung der Bohrungsab-

schnitte die Form der sich ergebenden Spindelbiegung aufzunehmen. Eine Prinzipdarstellung einer solchen Anordnung ist in Fig. 9 gezeigt. Dort ist exemplarisch das Gehäuse 3 gezeigt sowie die Bohrung 15. Diese besteht aus zwei Bohrungsabschnitten 15a, 15b, wobei jeder Bohrungsabschnitt wiederum aus zwei separaten, miteinander schneidenden Einzelbohrungen 18a, 19a bzw. 18b, 19b besteht, die einander schneiden, wie vorstehend zur ersten Erfindungsalternative beschrieben. Das heißt, dass auch hier die Einzelbohrungen 18a, 19a bzw. 18b, 19b minimal um das Abstandsmaß a in Biegerichtung versetzt sind. Ersichtlich fluchten die Bohrungsabschnitte 15a, 15b nicht miteinander, sondern stehen unter einem Winkel $\alpha \neq 180^\circ$ zueinander, sind also quasi mittig in der Biegerichtung R verkippt bzw. angestellt.

[0039] Die Fig. 9 zeigt des Weiteren schematisch den Verlauf der Zentralachse ZS der Spindel 4, die aufgrund der Spindelbiegung zwangsläufig ebenfalls geringfügig gebogen ist. Die gewinkelte Anstellung der Bohrungsabschnitte 15a 15b nimmt nun näherungsweise diesen Biege-
linien- oder gebogenen Achsverlauf auf, sodass letztlich die sich insgesamt ergebende, quasi gewinkelte oder geknickte Bohrung 15 besser an den sich bei hydraulischer Belastung ergebenden Spindelgeometrie angepasst ist.

[0040] Auch hier gilt natürlich, dass die Biegung und gewinkelte Anstellung rein aus Darstellungsgründen deutlich übertrieben dargestellt ist. Tatsächlich beträgt der Winkel α nur wenige Minuten.

[0041] Wenngleich die beschriebenen Ausführungsbeispiele, insbesondere die Fig. 1 - 4, eine doppel-
flutige Schraubenspindelpumpe mit zwei Spindeln zeigt, ist die Erfindung hierauf natürlich nicht beschränkt. Vielmehr kann es sich auch um eine einflutige Schraubenspindel-
pumpe handeln, wo also an jeder Spindel nur ein Schneckenprofil vorgesehen ist. Daneben können auch mehr als zwei Spindel vorgesehen sein, das heißt, dass eine zentrale Arbeitsspindel und zwei parallele Laufspindeln vorgesehen sind. Grundsätzlich kann die erfindungsgemäße langlochartige Ausgestaltung der jeweiligen Spindelbohrung überall dort angewendet werden, wo im Betrieb aufgrund der gegebenen hydraulischen Druckverhältnisse eine Spindelbiegung gegeben und auszugleichen ist.

Patentansprüche

1. Schraubenspindelpumpe, umfassend ein Gehäuse (3) mit einer Laufbohrung (14) bestehend aus wenigstens zwei einander schneidenden Bohrungen (15, 16), in denen jeweils eine Spindel (4, 5) aufgenommen ist, wobei die Spindeln (4, 5) abschnittsweise miteinander kämmende Schneckenprofile (6, 7, 8, 9) aufweisen und sich im Betrieb durch einen hydraulischen Biegedruck in eine definierte Biegerichtung (R) verbiegen, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Bohrung (15, 16) langlochartig mit einer

- längeren ersten Symmetrieachse (S1) und einer orthogonal dazu stehenden kürzeren zweiten Symmetrieachse (S2) ausgeführt ist, wobei die längere erste Symmetrieachse (S1) in der Biegerichtung (R) verläuft.
2. Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spindeln (4, 5) im unbelasteten Zustand versetzt zur Mitte (Z) der ersten Symmetrieachse S (1) angeordnet sind.
 3. Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spindeln (4, 5) derart positioniert sind, dass sich bei einem definierten Differenzdruck zwischen einer Saugseite und einer Druckseite der Pumpe oder innerhalb eines definierten Differenzdruckintervalls die Breite (B1) eines Spalts (24) zwischen den Schneckenprofilen (6, 7, 8, 9) und der Bohrungswand (22) in Richtung der ersten Symmetrieachse (S1) größer als die Breite (B2) des Spalts (24) in Richtung der zweiten Symmetrieachse (S2) ist.
 4. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Bohrung (15, 16) aus zwei separaten, einander schneidenden Einzelbohrungen (18, 19, 20, 21), deren Bohrungsachsen (Z1, Z2) in Biegerichtung (R) versetzt zueinander sind, oder als eine gefräste Bohrung oder als eine aus einer zylindrischen Bohrung geschliffene Bohrung gebildet ist.
 5. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die beiden Einzelbohrungen (18, 19, 20, 21) über die gesamte Länge des Gehäuses (3) erstrecken.
 6. Schraubenspindelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Bohrung (15, 16) aus zwei axial aneinander anschließenden Bohrungsabschnitten (15a, 15b) besteht, wobei die Zentralachsen jedes Bohrungsabschnitts (15a, 15b) gegeneinander angestellt sind.
 7. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Spindel (4, 5) zwei axial benachbarte, gegengleich steigende Schneckenprofile (6, 7, 8, 9), die im Bereich der Längsmitte der jeweiligen Spindeln (4, 5) vorgesehen sind, aufweist.
 8. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Flüssigkeitspumpe oder eine Mehrphasenpumpe ist.
 9. Gehäuse für eine Schraubenspindelpumpe (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einer Laufbohrung (14) bestehend aus wenigstens zwei einander schneidenden Bohrungen (15, 16) zur Aufnahme jeweils einer Spindel (4, 5), wobei die Spindeln (4, 5) abschnittsweise miteinander kämmende Schneckenprofile (6, 7, 8, 9) aufweisen und sich im Betrieb der Schraubenspindelpumpe (1) durch einen hydraulischen Biegedruck in eine definierte Biegerichtung (R) verbiegen, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Bohrung (15, 16) langlochartig mit einer längeren ersten Symmetrieachse (S1) und einer orthogonal dazu stehenden kürzeren zweiten Symmetrieachse (S2) ausgeführt ist, wobei die längere erste Symmetrieachse (S1) in der Biegerichtung (R) verläuft.
 10. Gehäuse nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Bohrung (15, 16) aus zwei separaten, einander schneidenden Einzelbohrungen (18, 19, 20, 21), deren Bohrungsachsen (Z1, Z2) in Biegerichtung (R) versetzt zueinander sind, oder als eine gefräste Bohrung der als eine aus einer zylindrischen Bohrung geschliffene Bohrung gebildet ist.
 11. Gehäuse nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die beiden Einzelbohrungen (18, 19, 20, 21) über die gesamte Länge des Gehäuses (3) erstrecken.
 12. Gehäuse nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Bohrung (15, 16) aus zwei axial aneinander anschließenden Bohrungsabschnitten (15a, 15b) besteht, wobei die Zentralachsen jedes Bohrungsabschnitts (15a, 15b) gegeneinander angestellt sind.
 13. Verfahren zur Herstellung eines Gehäuses für eine Schraubenspindelpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend eine aus zwei einander schneidenden Bohrungen (15, 16) gebildete Laufbohrung (14), **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ausbildung jeder Bohrung (15, 16) entweder wenigstens zwei separate, einander schneidende Einzelbohrungen (18, 19, 20, 21), deren Bohrungsachsen (Z1, Z2) versetzt zueinander sind, in einen Gehäussekörper gebohrt werden, oder jede Bohrung mit den beiden verschiedenen Symmetrieachsen gefräst wird, oder jede Bohrung durch Schleifen einer zylindrischen Bohrung mit den beiden verschiedenen Symmetrieachsen gebildet wird.
 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die beiden Einzelbohrungen (18, 19, 20, 21) über die gesamte Länge des Gehäussekörpers erstrecken.
 15. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Bohrung aus zwei axial anein-

ander anschließenden Bohrungsabschnitten (15a, 15b) besteht, wobei die Zentralachsen jedes Bohrungsabschnitts (15a, 15b) gegeneinander angeordnet sind, wobei zur Ausbildung der Bohrungsabschnitte (15a, 15b) an beiden einander gegenüberliegenden Seiten des Gehäusekörpers jeweils zwei separate Einzelbohrungen (18a, 19a, 18b, 19b) gebohrt werden.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

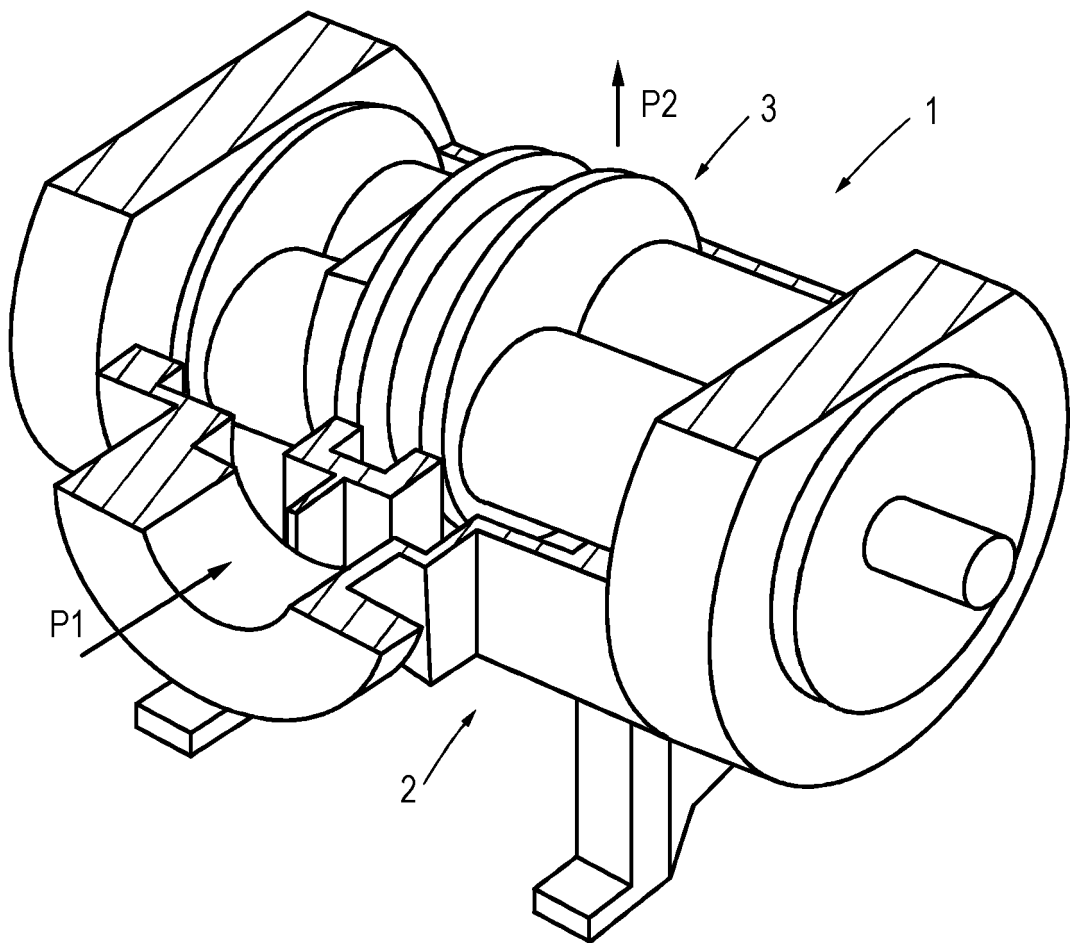


FIG. 2

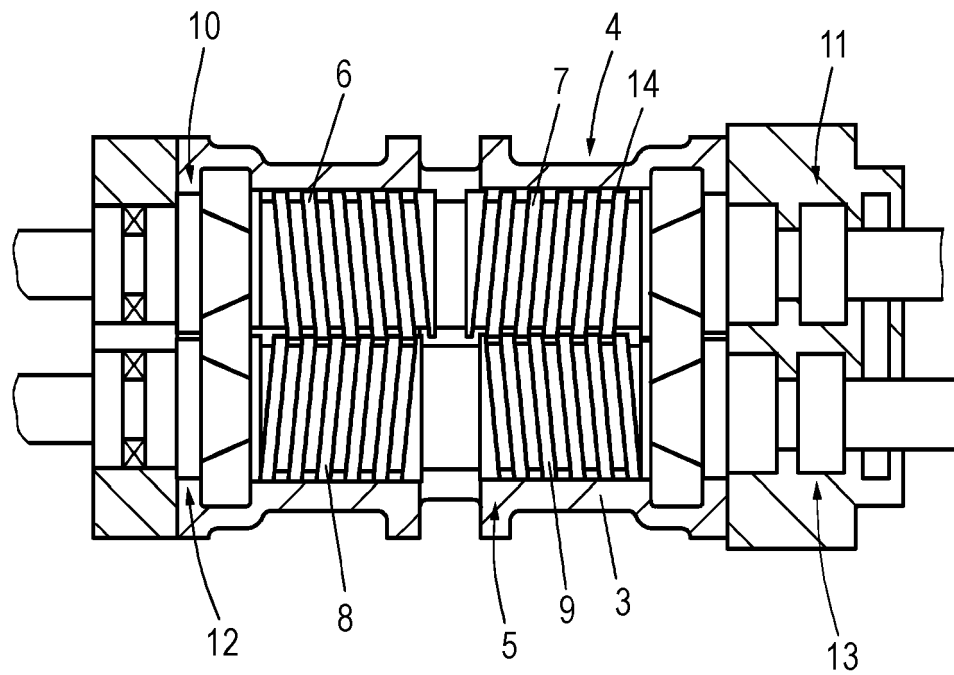


FIG. 3

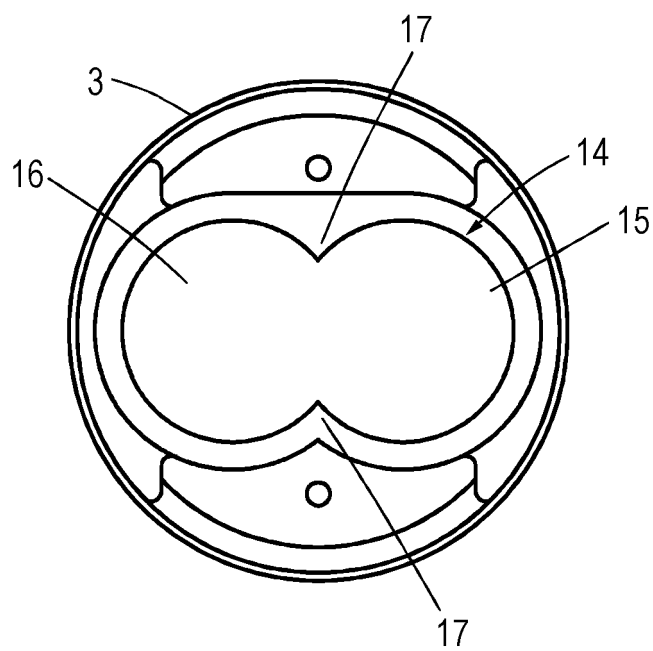


FIG. 4

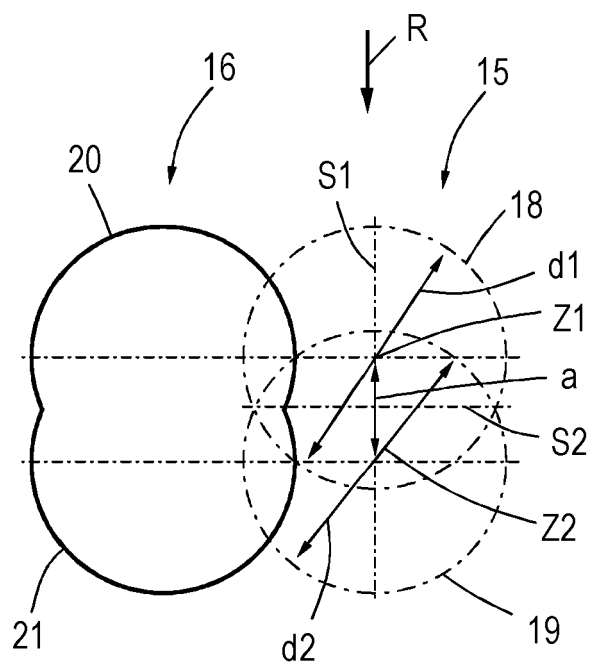


FIG. 5

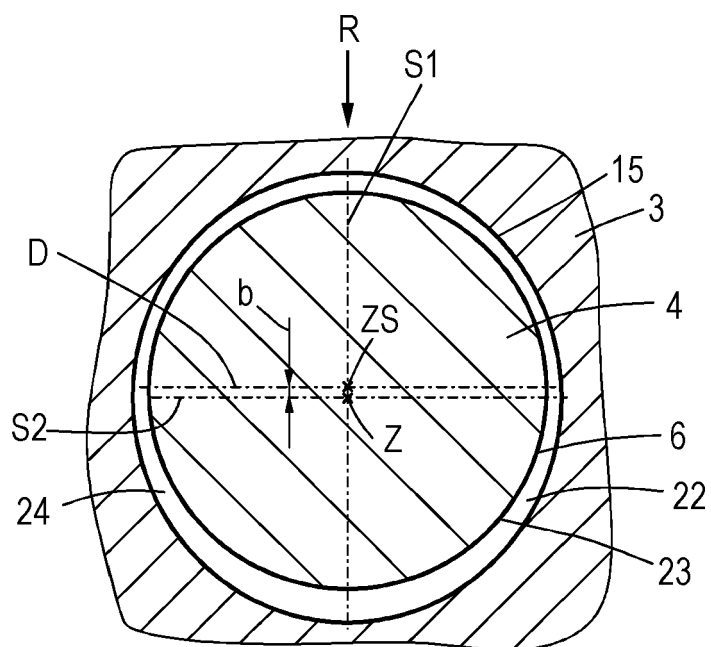


FIG. 6

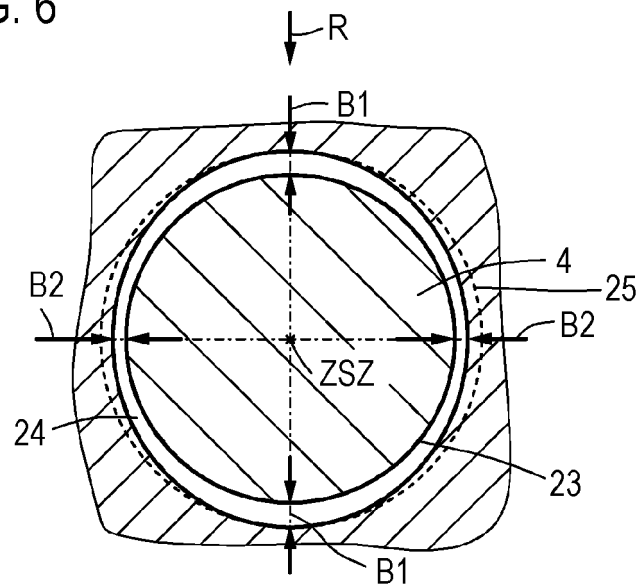


FIG. 7

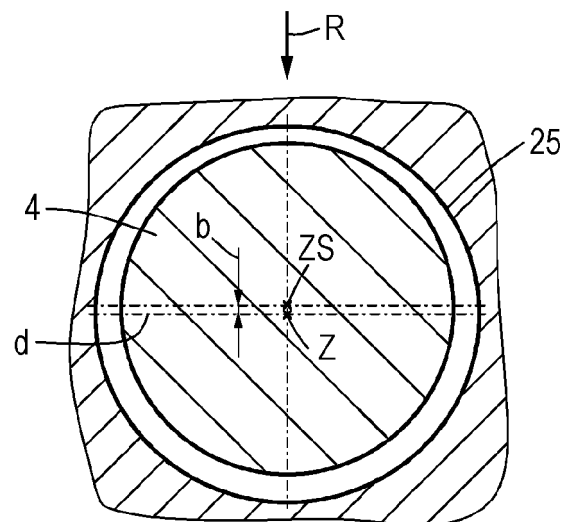


FIG. 8

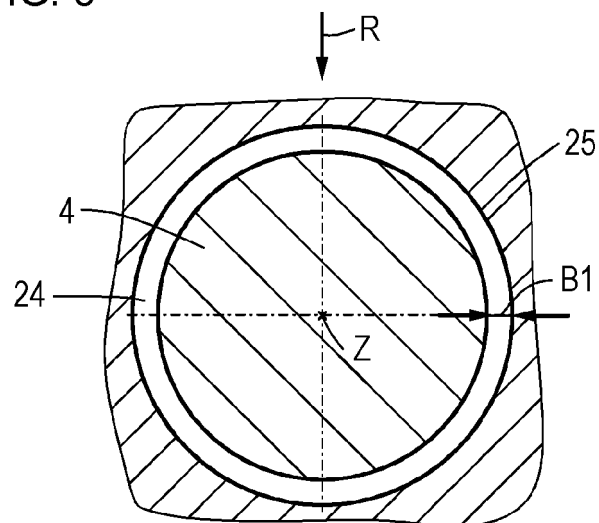
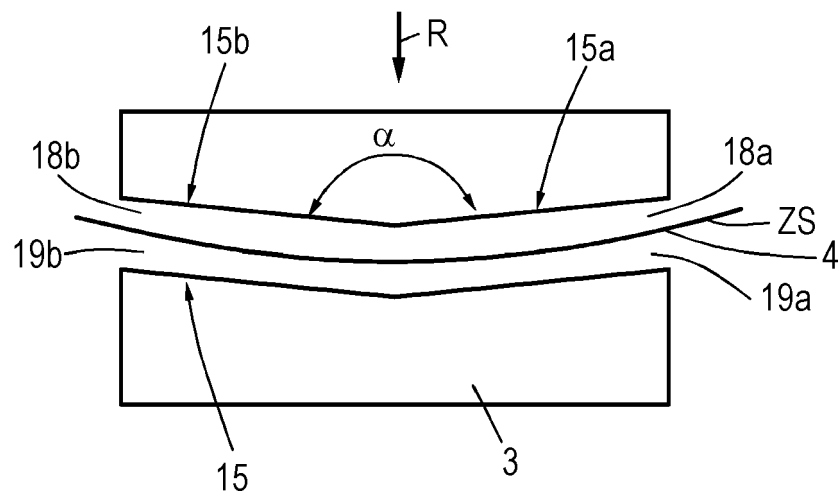


FIG. 9





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 16 8615

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)
A	DE 10 2011 101648 A1 (LEISTRITZ PUMPEN GMBH [DE]) 22. November 2012 (2012-11-22) * Abbildungen 3,4 * * Zusammenfassung *	1-15	INV. F01C21/10 F04C2/08 F04C2/16
A	SU 1 435 819 A1 (VNII SBORU [SU]) 7. November 1988 (1988-11-07) * Abbildung 1 *	1-15	
A	US 2019/078566 A1 (INOUE MASASHI [JP] ET AL) 14. März 2019 (2019-03-14) * Abbildung 3 * * Absatz [0055] *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01C F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Juni 2021	Prüfer Durante, Andrea
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 : mündliche 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 21 16 8615

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.

03-06-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102011101648 A1	22-11-2012	KEINE	

15	SU 1435819 A1	07-11-1988	KEINE	

	US 2019078566 A1	14-03-2019	JP 2019049229 A	28-03-2019
			US 2019078566 A1	14-03-2019

20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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