



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.03.2021 Patentblatt 2021/10

(51) Int Cl.:
F04B 43/12 (2006.01) F04C 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20194237.2**

(22) Anmeldetag: **03.09.2020**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **06.09.2019 DE 102019213611**

(71) Anmelder: **ebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG**
78112 St. Georgen (DE)

(72) Erfinder:
• **Kuhnert, Gerhard**
78048 Villingen-Schwenningen (DE)
• **Stengel, Patrick**
78112 St. George (DE)
• **Uebersohn, Lars**
78050 Villingen-Schwenningen (DE)
• **Dold, Christian**
78050 Villingen-Schwenningen (DE)

(74) Vertreter: **Jostarndt Patentanwalts-AG**
Philipsstrasse 8
52068 Aachen (DE)

(54) **ORBITALPUMPENVORRICHTUNG MIT BOMBIERUNG ZUM FÖRDERN VON FLÜSSIGEM MEDIUM SOWIE VERFAHREN UND VERWENDUNG**

(57) Bei vielen Pumpen-Typen, insbesondere bei Orbitalpumpen, gibt es Optimierungsbedarf hinsichtlich der Laufeigenschaften, insbesondere hinsichtlich Parametern, welche den geförderten Förderstrom betreffen. Bereitgestellt wird eine Orbitalpumpenvorrichtung (10) zum Fördern von flüssigem Medium durch eine Rotationsbewegung, mit: einem eine Hydraulikkammer (11) fluiddicht umgrenzenden Hydraulikgehäuse (12); wenigstens einer Membraneinheit (14), die innerhalb der Hydraulikkammer in flächigem Kontakt zu einer Innenmantelfläche (13) des Hydraulikgehäuses angeordnet ist; einem im Hydraulikgehäuse vorgesehenen Einlass (7) und einem Auslass (9); wobei an der Innenmantelfläche (13) und/oder an der Membraneinheit (14) wenigstens eine Bombierung (15) derart vorgesehen ist, dass durch die Bombierung in einem Umfangsabschnitt kleiner 360°, insbesondere kleiner 180°, ein Radialspalt (16) zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche definiert ist. Hierdurch kann insbesondere auch eine Stabilisierung des geförderten Volumenstroms sichergestellt werden. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren und eine Verwendung für eine derartige Orbitalpumpenvorrichtung.

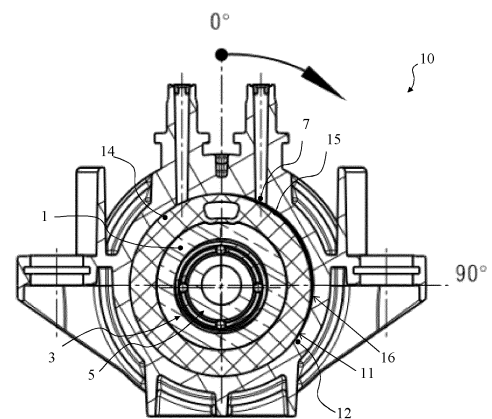


Fig. 1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Orbitalpumpenvorrichtung zum Fördern von flüssigem Medium durch eine Rotationsbewegung. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Orbitalpumpenvorrichtung mit besonders stabilem Betriebsverhalten, insbesondere besonders konstantem Volumenstrom. Nicht zuletzt betrifft die vorliegende Erfindung auch ein entsprechendes Verfahren sowie die Verwendung von wenigstens einer Bombierung in der Orbitalpumpenvorrichtung. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des jeweiligen unabhängigen Anspruchs.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Pumpen mit Rotationsbewegung, insbesondere Orbitalpumpen, werden für unterschiedliche Zwecke eingesetzt und können je nach Anwendungsfall Flüssigkeiten und/oder Gase fördern. Für Flüssigkeiten bietet sich die Verwendung von Orbitalpumpen an.

[0003] Aufgrund von Prozessstreuungs-Effekten und Fertigungstoleranzen kann das Fördervolumen oftmals nicht exakt vorgegeben werden, bzw. das je Zeiteinheit geförderte Volumen (Volumenstrom) variiert in einem vergleichsweise großen Bereich. Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht Interesse an einer Orbitalpumpe mit möglichst konstanten Betriebseigenschaften, insbesondere konstantem Fördervolumenstrom.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Aufgabe ist, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, womit das Betriebsverhalten von Orbitalpumpen optimiert werden kann, insbesondere hinsichtlich möglichst konstanter Betriebseigenschaften, insbesondere hinsichtlich möglichst konstantem und möglichst auch hohem Fördervolumenstrom. Insbesondere besteht die Aufgabe darin, eine Orbitalpumpe derart auszugestalten, dass die Pumpe effizient ist (gute Fördercharakteristik) und dabei vorteilhafte Betriebseigenschaften über ein breites Spektrum von Betriebsparametern aufweist, insbesondere auch bei vorteilhaften Nebeneffekten hinsichtlich möglichst konstantem Fördervolumenstrom und guten Dichteitseigenschaften.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Orbitalpumpenvorrichtung gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren gemäß dem jeweiligen nebengeordneten Verfahrensanspruch gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den jeweiligen Unteransprüchen erläutert. Die Merkmale der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele sind miteinander kombinierbar, sofern dies nicht explizit verneint ist.

[0006] Bereitgestellt wird eine Orbitalpumpenvorrichtung eingerichtet zum Fördern von flüssigem Medium

durch eine Rotationsbewegung, insbesondere durch Ak-tuation mittels eines Exzenters, mit: einem eine Hydraulikkammer fluiddicht umgrenzenden Hydraulikgehäuse; wenigstens einer für die Pumpwirkung aktuierbaren Membraneinheit, die innerhalb der Hydraulikkammer in flächigem Kontakt zu einer Innenmantelfläche des Hydraulikgehäuses angeordnet ist; einem im Hydraulikgehäuse vorgesehenen Einlass, welcher zum Einleiten des Mediums eine hydraulische Verbindung zur Hydraulikkammer liefert; einem im Hydraulikgehäuse vorgesehenen Auslass, über welchen das Medium aus der Hydraulikkammer ausgetragen werden kann.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass an der Innenmantelfläche und/oder an der Membraneinheit wenigstens eine Bombierung derart vorgesehen ist, dass durch die Bombierung in einem Umfangsabschnitt kleiner 360°, insbesondere kleiner 180°, ein Radialspalt zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche definiert ist.

Dies liefert insbesondere einen stabilisierenden Effekt bezüglich des Fördervolumens und auch weitere vorteilhafte Betriebseigenschaften.

[0007] Es hat sich gezeigt, dass sich die Abweichungen von Soll-Maßen oder Soll-Parametern insbesondere an der Schnittstelle zwischen Hydraulikgehäuse und Membraneinheit mit starkem Effekt auf Schwankungen im Fördervolumen(-strom) auswirken. Die vorliegende Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass durch eine geometrische Maßnahme an dieser Schnittstelle eine Stabilisierung hinsichtlich vordefinierter gewünschter Fördervolumina mit besonders gutem Effekt möglich ist.

[0008] Die Erfindung beruht insbesondere auf dem Konzept, eine lokal volumenvergrößernde Irregularität (Abweichung) an kreisrunden Geometrien in radialer Richtung vorzusehen (umfangsabschnittsbezogene Ausnehmung bzw. Kavität). Dies kann bevorzugt durch Materialaussparung oder Materialabtrag an zuvor kreisrunden bzw. zylindrischen Mantelflächen realisiert werden, insbesondere örtlich bezogen auf einen im Pumpengehäuse vorgesehenen Einlass oder Auslass.

[0009] Ferner hat sich gezeigt, dass eine Bombierung an einer Schnittstelle zwischen zwei gekrümmten, insbesondere zylindrischen Oberflächen einen besonders positiven Effekt auf die Laufeigenschaften der Pumpe hat. Insbesondere kann mittels eines irregulär eingearbeiteten oder vorgesehenen Puffervolumens der Fördervolumenstrom stabilisiert werden. Die Bombierung ist bevorzugt entweder an der konkaven (normgemäß insbesondere rohrzylindrischen) Innenmantelfläche des Gehäuses oder an der konvexen (normgemäß insbesondere zylindrischen) Außenkontur der Membraneinheit vorgesehen.

[0010] Im Gegensatz zu bisher erprobten Technologien kann erfindungsgemäß eine Stabilisierung der Betriebseigenschaften der Pumpe durch eine auf einen Umfangsabschnitt begrenzte geometrische Maßnahme an der Schnittstelle zwischen Membraneinheit und Gehäuse erfolgen.

[0011] Basierend auf dem erfindungsgemäßen Konzept lassen sich insbesondere die folgenden Vorteile realisieren: Stabilisierung des Betrages des Fördervolumens bzw. des Fördervolumenstroms; Ausgleich bzw. Kompensation von Durchmessertoleranzen; wirkungsvolle Pufferung; Erhöhung des erzielbaren Ansaugvolumens; Prozessstabilität; gute Dichtigkeit trotz vergleichsweise großer Förderleistung.

[0012] Dabei kann über das Ausmaß einer Volumenvergrößerung bzw. eines Spaltes im entsprechenden Winkelbereich Einfluss auf die Förder-Eigenschaften (Stichwort: Fördersichel) auch in den weiteren Winkelbereichen der Umfangskontur genommen werden, insbesondere als Funktion von Durchmesser-Verhältnissen bzw. als Funktion der Tiefe einer Bombierung oder Aussparung. Je nach relativer Anordnung der Bombierung kann dabei auch ein guter Dichtigkeits-Effekt erzielt werden.

[0013] Als Bombierung ist dabei insbesondere eine lokale Abweichung von der Normgeometrie an der Schnittstelle zwischen Membraneinheit und Innenmantelfläche des Gehäuses zu verstehen, insbesondere bezüglich eines jeweiligen Nenndurchmessers, insbesondere bezüglich einer zylindrischen bzw. im Querschnitt kreisrunden Geometrie. Eine Bombierung begründet auf geometrische Weise einen spaltvergrößernden Effekt über einen Teilbereich des Umfangs. Eine Bombierung kann dabei negativ sein (Anordnung an der Membraneinheit, Wölbung nach innen zum Mittelpunkt der Hydraulikkammer) oder positiv sein (Anordnung am Gehäuse, Wölbung nach radial außen). Der Begriff "Bombierung" ist dabei nicht auf eine spezifische Geometrie oder ein spezifisches Herstellungsverfahren oder eine spezifische Materialkombination beschränkt. Der Begriff "Bombieren" kann sich im engeren Sinne auf Maßnahmen an metallischen Materialien beziehen, kann im vorliegenden Fall jedoch auch entsprechende Maßnahmen an bevorzugten Materialien der Membraneinheit betreffen.

[0014] Der Begriff "fluiddicht" kann dabei auch spezifischer auf die Bedeutung "flüssigkeitsdicht" reduziert werden.

[0015] Die Geometrie einer Bombierung kann dabei auch individuell für den jeweiligen Anwendungsfall optimiert werden. Beispielsweise ist die Bombierung sichelförmig tangential einlaufend und tangential auslaufend. Die Umfangsposition bezüglich des Einlasses oder Auslasses kann ebenfalls individuell gewählt werden.

[0016] Die Orbitalpumpenvorrichtung kann ferner einen Membranträger innen von der Membraneinheit sowie ein Lager (insbesondere Nadellager) und einen Exzenter aufweisen. Die Pumpbewegung kann beispielsweise von einem/vom Exzenter auf die Membraneinheit übertragen werden. Die Membraneinheit kann die Komponenten Membranträger, Lager und Exzenter umfassen oder alternativ separat von diesen Komponenten vorgesehen sein.

[0017] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der durch die Bombierung definierte Radialspalt sichelför-

mig, insbesondere tangential einlaufend und tangential auslaufend. Es hat sich gezeigt, dass eine sichelförmige Geometrie der Bombierung bzw. des Spaltes eine besonders gute Pufferwirkung ermöglicht. Die tangentiale Verjüngung wirkt sich auch vorteilhaft auf die Betriebseigenschaften aus, insbesondere hinsichtlich Vibrationen oder Impulsen.

[0018] Eine tangential einlaufende und/oder tangential auslaufende Ausgestaltung kann dabei auch unabhängig von der Sichelgeometrie realisiert werden. Es hat sich gezeigt, dass sich durch einen derartigen stetigen Übergang vom Normbereich in den Bombierungsbereich ein besonders vorteilhaftes Betriebsverhalten realisieren lässt. Die tangential ein-/auslaufende Ausgestaltung kann z.B. auch durch einen sich kontinuierlich ändernden Krümmungsradius gekennzeichnet sein.

[0019] Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird mittels der Bombierung umfangsabschnittsweise eine Ausgleichsgeometrie (Ausgleichskavität) mit erhöhtem Volumen bereitgestellt, insbesondere für das flüssige Medium. Dies begünstigt ein besonders stabiles Betriebsverhalten.

[0020] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist die Bombierung auf halber Länge von deren Umfangserstreckung die größte radiale Tiefe auf. Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Bombierung in Umfangsrichtung symmetrisch ausgestaltet. Diese Ausgestaltung wirkt sich jeweils auch vorteilhaft auf das Betriebsverhalten aus.

[0021] Gemäß einem Ausführungsbeispiel variiert der Krümmungsradius der Bombierung als Funktion von der Umfangsposition, insbesondere an einem jeweiligen Übergang zur Innenmantelfläche. Anders ausgedrückt: Die Krümmung ist nicht konstant, sondern nimmt zu oder ab. Diese geometrische Maßnahme kann das Betriebsverhalten weiter optimieren.

[0022] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Bombierung entlang der gesamten Längserstreckung (Richtung insbesondere parallel zur Achse des Exzenter) der Membraneinheit ausgebildet. Dies liefert einen guten Effekt.

[0023] Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird durch die Bombierung ein umfangspositions-bezogenes maximales Spaltmaß definiert, welches betragsmäßig im einstelligen Promille-Bereich bezüglich des Nenndurchmessers der Membraneinheit oder der Hydraulikkammer liegt, beispielsweise im Bereich von 1 bis 3 Promille (Tausendstel). Dieser Bereich hat sich insbesondere in Hinblick auf einen guten Kompromiss aus Effekt der Bombierung und Abweichung von der Normgeometrie als vorteilhaft erwiesen.

[0024] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Bombierung in einer Anordnung in hydraulischer Kommunikation mit dem Einlass und/oder mit dem Auslass angeordnet. Dies ermöglicht auch eine gezielte Einflussnahme nicht nur auf das Laufverhalten, sondern auch auf die Leistungscharakteristik der Pumpe. Als "in hydraulischer Kommunikation" ist dabei eine Anordnung zu

verstehen, bei welcher die relative Position der Bombierung hydraulisch mit dem Einlass interagiert und insbesondere auch das Strömungsverhalten oder den Durchfluss beeinflusst. Insbesondere umfasst eine derartige Anordnung eine Überlappung der Bombierung in Umfangsrichtung.

[0025] Gemäß einem Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Bombierung in Umfangsrichtung ausgehend vom Einlass (bzw. dessen Lot auf die Innenmantelfläche) oder bis zum Auslass, insbesondere mit einer umfangsmäßigen Überlappung von maximal 25% der absoluten Umfangserstreckung der Bombierung. Eine Überlappung kann dabei auch den Grad der fluiden Kommunikation zwischen Bombierung und Einlass oder Auslass beeinflussen, so dass der erzielte Effekt justiert werden kann, insbesondere der auf das flüssige Medium ausgeübte Effekt.

[0026] Gemäß einem Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Bombierung in einem Umfangswinkel im Bereich von 5 bis 120°, insbesondere mindestens 40 bis 80°, insbesondere ca. 70°. Der Umfangswinkel kann individuell an den jeweiligen Einzelfall und insbesondere auch in Abhängigkeit von der Tiefe des Radialspaltes adaptiert werden. Falls eine einlass- oder auslassseitige Überlappung gewünscht wird, kann der Umfangswinkel vergleichsweise groß sein.

[0027] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Schnittstelle (Kontaktbereich) zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche in vier gleich große Umfangsabschnitte unterteilt, wobei sich die Bombierung in nur einem Umfangsabschnitt oder in/über maximal zwei aneinandergrenzende Umfangsabschnitte erstreckt. Es hat sich gezeigt, dass eine derartige lokale Begrenzung für die Anordnung der Bombierung vorteilhaft ist hinsichtlich des Effektes der Bombierung und hinsichtlich der weiteren Betriebsparameter der Pumpe.

[0028] Gemäß einem Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Bombierung zumindest annähernd über 90° Umfangswinkel $\pm 10^\circ$ und überlappt dabei entweder den Einlass oder den Auslass um 5 bis 20° Umfangswinkel. Diese spezifische Ausgestaltung (Erstreckung der Bombierung im Wesentlichen über % des gesamten Umfangs) hat sich für viele Pumpentypen als vorteilhaft erwiesen.

[0029] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Membraneinheit ringförmig ausgestaltet und durch einen innenliegenden Membranträger abgestützt, insbesondere durch einen ringförmigen Membranträger, welcher einen/den Exzenter der Orbitalpumpenvorrichtung umgibt. Diese Ausgestaltung hat sich bei vielen Orbitalpumpen-Typen als vorteilhaft erwiesen. In einer solchen Anordnung hat sich die Bombierung als besonders vorteilhaft bzw. effektiv erwiesen.

[0030] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Innenmantelfläche rohrzylindrisch ausgestaltet. Demnach stellt die Bombierung, wenn an der Innenmantelfläche vorgesehen, eine Abweichung von dieser rohrzylindrischen Geometrie dar.

[0031] Gemäß einem Ausführungsbeispiel liegt das

Verhältnis des Durchmessers der Bombierung zum Nenndurchmesser der Membraneinheit oder der Hydraulikkammer im Bereich von 0,9 bis 1,1 (Verhältniszahl S1), insbesondere im Bereich von 0,95 bis 1,05. Dieser Grad einer radialen Irregularität (maximal ca. 10%, insbesondere 0,1 bis 5%) hat sich als vorteilhaft erwiesen.

[0032] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Bombierung ausschließlich an der Innenmantelfläche vorgesehen (negative Bombierung). Dies kann z.B. bei bestimmten Materialkombinationen (Membraneinheit und Innenmantelfläche) vorteilhaft sein. Alternativ kann die Bombierung ausschließlich an der Membraneinheit vorgesehen sein. Dies kann je nach Ausgestaltung des Gehäuses und je nach Anforderungen im Einzelfall besonders vorteilhaft sein.

[0033] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Bombierung ausschließlich in einer Anordnung in hydraulischer Kommunikation mit dem Einlass vorgesehen. Der stabilisierende Effekt der Bombierung ist dabei besonders spürbar. Insbesondere kann dadurch auf besonders effektive Weise eine Pufferung von Durchmesertoleranzen erfolgen. Bevorzugt überlappt die Bombierung die Einlassöffnung dabei vollständig.

[0034] Wahlweise ist die Bombierung ausschließlich in einer Anordnung in hydraulischer Kommunikation mit dem Auslass vorgesehen. Eine Bombierung ausschließlich am Auslass liefert insbesondere auch Vorteile hinsichtlich optimierter Dichtigkeit. Insbesondere kann ein weitgehend konstanter Dichtspalt an der Gehäusekontur sichergestellt werden. Bevorzugt überlappt die Bombierung die Auslassöffnung dabei vollständig.

[0035] Die zuvor genannte Aufgabe wird auch gelöst durch eine Orbitalpumpenvorrichtung zum Fördern von flüssigem Medium durch eine Rotationsbewegung, mit einem eine Hydraulikkammer fluiddicht umgrenzenden Hydraulikgehäuse, mit wenigstens einer für die Pumpwirkung aktudierbaren Membraneinheit, und mit einem im Hydraulikgehäuse vorgesehenen Einlass und einem Auslass; insbesondere eine zuvor beschriebene Orbitalpumpenvorrichtung, hergestellt durch Ausgestalten wenigstens einer Bombierung an der Innenmantelfläche und/oder an der Membraneinheit zur Definition eines Radialspaltes zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche, insbesondere hergestellt durch Bombieren. Hierdurch ergeben sich zuvor genannte Vorteile, insbesondere auch eine betriebsmäßige Verbesserung von Pumpen mit einer vergleichsweise einfachen, wirkungsvollen Maßnahme, die sich auf einfache Weise an einer Vielzahl unterschiedlicher Pumpentypen realisieren lässt. Beispielsweise wird das Bombieren auf metallische Materialien angewandt. Wahlweise kann das Bombieren auch auf andere Materialien angewandt werden. Insbesondere wird das Bombieren in einer radialen Tiefe durchgeführt, die größer gleich einem Toleranzbereich für die betroffene Komponente ist, insbesondere größer gleich einem kumulierten Toleranzbereich für den Innendurchmesser der Hydraulikkammer und für den Außendurchmesser der Membraneinheit.

[0036] Die zuvor genannte Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Berteiben einer Orbitalpumpenvorrichtung zum Fördern von flüssigem Medium durch eine Rotationsbewegung, insbesondere durch Aktuierung einer Membraneinheit mittels eines Exzenters, insbesondere einer zuvor beschriebenen Orbitalpumpenvorrichtung, wobei zum Fördern des flüssigen Mediums eine Relativbewegung einer/der Membraneinheit der Orbitalpumpenvorrichtung relativ zu einer Innenmantelfläche eines Hydraulikgehäuses der Orbitalpumpenvorrichtung gesteuert oder geregelt wird, wobei die Membraneinheit die Innenmantelfläche kontaktiert; wobei die Membraneinheit relativ zu wenigstens einer an der Schnittstelle zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche angeordneten und in hydraulischer Kommunikation mit dem Einlass und/oder mit dem Auslass vorgesehenen Bombierung bewegt wird, wobei durch die Bombierung in einem Umfangsabschnitt kleiner 360°, insbesondere kleiner 180°, ein Radialspalt zur Aufnahme des flüssigen Mediums zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche definiert wird. Hierdurch ergeben sich zuvor genannte Vorteile, insbesondere auch während des Betriebes von Pumpen. Das Betriebsverhalten kann optimiert werden. Insbesondere wird die Membraneinheit derart aktuiert und relativ zum Gehäuse bewegt, dass der Radialspalt als Pump-Kavität für das Medium nutzbar ist/bleibt.

[0037] Das Verfahren kann beispielsweise auch ein Regeln des Durchsatzes (Fördervolumenstrom bzw. gefördertes Volumen pro Zeiteinheit) umfassen, insbesondere durch Drehzahlregelung.

[0038] Die zuvor genannte Aufgabe wird auch gelöst durch Verwendung einer an einer Membraneinheit oder an der Innenmantelfläche eines Hydraulikgehäuses einer Orbitalpumpenvorrichtung vorgesehenen Bombierung zum Definieren eines Radialspalts in einem Umfangsabschnitt kleiner 360°, insbesondere kleiner 180°, zur Aufnahme von durch die Pumpbewegung zu förderndem flüssigen Mediums zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche, insbesondere in einer zuvor beschriebenen Orbitalpumpenvorrichtung, insbesondere bei einem zuvor beschriebenen Verfahren. Hierdurch ergeben sich zuvor genannte Vorteile.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0039] In den nachfolgenden Zeichnungsfiguren wird die Erfindung noch näher beschrieben, wobei für Bezugszeichen, die nicht explizit in einer jeweiligen Zeichnungsfigur beschrieben werden, auf die anderen Zeichnungsfiguren verwiesen wird. Insbesondere werden einzelne Varianten für die Anordnung und Ausgestaltung einer Bombierung von erfindungsgemäßen Orbitalpumpenvorrichtungen illustriert. Es zeigen:

Figur 1 in einer geschnittenen Seitenansicht eine Orbitalpumpenvorrichtung mit Bombierung gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Figuren 2, 5 jeweils in einer geschnittenen Seitenansicht geometrische Besonderheiten einer Bombierung an einem Hydraulikgehäuse einer Orbitalpumpenvorrichtung gemäß Ausführungsbeispielen; **Figur 3** in einer geschnittenen Seitenansicht beispielhafte Durchmesserhältnisse einer Bombierung einer Orbitalpumpenvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele;

Figur 4 in einer perspektivischen Seitenansicht eine beispielhafte Anordnung einer Bombierung an einem Hydraulikgehäuse einer Orbitalpumpenvorrichtung gemäß Ausführungsbeispielen;

Figur 5 in einer perspektivischen Seitenansicht eine beispielhafte Anordnung einer Bombierung an einem Hydraulikgehäuse einer Orbitalpumpenvorrichtung gemäß Ausführungsbeispielen;

Figuren 6, 7, 8, 9 jeweils in schematischer Darstellung beispielhafte Anordnungen und Ausgestaltungen einer Bombierung an einem Hydraulikgehäuse oder an der Membraneinheit bei einer Orbitalpumpenvorrichtung gemäß Ausführungsbeispielen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0040] Die Figuren werden zunächst gemeinsam unter Bezugnahme auf alle Bezugszeichen beschrieben. Einzelne Aspekte werden durch Bezugnahme auf jede der Figuren hervorgehoben.

[0041] Eine Orbitalpumpenvorrichtung 10 umfasst eine Hydraulikkammer 11 (Nenndurchmesser D11), ein Hydraulikgehäuse 12 mit einer Innenmantelfläche 13 und eine Membraneinheit 14 (Nenndurchmesser D14). Ein Membranträger 1 ist auf einem Lager 3, insbesondere Nadellager gelagert und wird von einem Exzenter 5 aktuiert. Die zu pumpende Flüssigkeit wird über einen Einlass 7 in die Kammer 11 gefördert und über einen Auslass 9 weitergepumpt.

[0042] Durch eine Bombierung 15 (fiktiver bzw. mathematischer Durchmesser D15) ist in einer umfangsspezifischen Position ein Radialspalt 16 zwischen der Membraneinheit 14 und der Innenmantelfläche 13 geschaffen. An einem Umfangspunkt A beginnt die Bombierung, und an einem Umfangspunkt C endet die Bombierung. Der umfangsmäßige Mittelpunkt B des Bombierungsbereiches ist insbesondere die Stelle mit dem tiefsten radialen Spalt (Spaltmaß R15).

[0043] Basierend auf den folgenden geometrischen Kennzahlen kann die Bombierung näher gekennzeichnet werden:

- α Umfangswinkelposition Einlass oder Auslass, insbesondere bezüglich der Vertikalen (0°)
- β Umfangswinkelposition des Beginns der Bombierung
- $\beta 0$ Übergangsbereich zur Bombierung
- $\beta 1$ Auslaufbereich der Bombierung bzw. der Puffersichel
- γ Umfangsabschnitt der Bombierung (Puffersichel)

δ Normbereich bzw. standardmäßiger Bereich (keine Bombierung)

S1 Verhältniszahl Durchmesser Bombierung zu Nenndurchmesser Hydraulikkammer oder Nenndurchmesser Membraneinheit

S2 Verhältniszahl Nenndurchmesser Hydraulikkammer zu Spaltmaß bzw. Radialer Streckung der Bombierung

[0044] Der Übergangsbereich β_0 bzw. Auslaufbereich β_1 der Bombierung kann als derjenige Bereich beschrieben werden, in welchem sich aufgrund der Bombierung bereits ein hydraulischer Effekt einstellt, insbesondere bezüglich des Drucks. Der Übergangsbereich kann insbesondere im einstelligen Grad-Bereich liegen, je nach geometrischer Ausgestaltung der Bombierung, und je nachdem, ob eine umfangsmäßige Überlappung der Bombierung mit dem Einlass-/Auslass vorliegt. Die Verhältniszahlen S1, S2 können die Bombierung jeweils charakterisieren, sind jedoch nicht die einzigen Parameter, anhand welcher die Bombierung ausgelegt werden kann.

[0045] In Fig. 1 ist eine Orbitalpumpenvorrichtung 10 im Querschnitt gezeigt, mit einer Blickrichtung parallel zur Achse des Exzenters. In einem Winkelbereich von ca. 10° bis ca. 125° ist eine den Einlass 7 überlappende Bombierung vorgesehen (Quadrant oben rechts). Abgesehen davon liegt die Membraneinheit 14 an der Innenmantelfläche des Gehäuses 12 an.

[0046] In Fig. 2 ist ein Normbereich δ (ohne Radialspalt) im Vergleich zu einer Bombierung 15 gezeigt. Die Bombierung 15 ist hier nicht leicht zu erkennen, insbesondere da die Membraneinheit nicht dargestellt ist. Die Bombierung 15 erstreckt sich über einen Umfangsabschnitt von z.B. 40° bis 80° , und der jeweilige Übergangsbereich β_0 und β_1 erstreckt sich jeweils über ca. 10° .

[0047] In Fig. 3 werden die Durchmesser D15 und D11 näher erläutert. Der Bombierungs-Durchmesser D15 ist die Summe aus dem Nenndurchmesser D11 der Kammer 11 und der radialen Tiefe R15 des Spaltes. Beispielsweise liegt ein Durchmesser Verhältnis D15 zu D11 (Verhältniszahl S1) im Bereich von 1,002 (entsprechend ca. 2 Promille Bombierungstiefe). Je nach zulässiger Toleranz kann das Spaltmaß R15 jedoch auch deutlich größer sein, insbesondere bis zu 10% des Normdurchmessers der Kammer. Eine weitere Verhältniszahl S2 kann auch aus dem Nenndurchmesser D11 der Hydraulikkammer und dem Spaltmaß R15 gebildet werden ($D11 : R15$).

[0048] In Fig. 4 ist in perspektivischer Ansicht eine beispielhafte Position einer an der Innenmantelfläche vorgesehenen Bombierung 15 kenntlich gemacht, nämlich in einer überlappenden Anordnung mit dem Einlass 7.

[0049] In Fig. 5 ist eine vergleichsweise lange Bombierung 15 (Erstreckung $\geq 120^\circ$) gezeigt, wobei der Radialspalt R15 verhältnismäßig übertrieben groß dargestellt ist. Die Bombierung weist sichelförmige Geometrie auf und überlappt den Einlassbereich.

[0050] In Fig. 6 wird eines der Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die Bombierung 15 ist an der Innenmantelfläche 13 vorgesehen und beginnt im Bereich des Einlasses ($\beta \leq \alpha$). Die lokale Spaltvergrößerung wird dabei durch eine stärkere (konkave) Wölbung der Innenmantelfläche sichergestellt (kleinerer Krümmungsradius als Normdurchmesser). Der Umfangsabschnitt γ der Bombierung beträgt ca. 70° . Die Umfangs-Position des Einlasses 7 und der Innendurchmesser des Gehäuses sind bei diesem und auch bei den weiteren Ausführungsbeispielen individuell wählbar bzw. adaptierbar.

[0051] In Fig. 7 ist eine vergleichsweise lange und tiefe Bombierung 15 illustriert. Die Bombierung ist an der Innenmantelfläche vorgesehen und beginnt im Bereich des Einlasses, jedoch mit vergleichsweise großem Überlappungsbereich ($\beta - \alpha \approx 20^\circ$). Der Umfangsabschnitt γ der Bombierung beträgt ca. 120° .

[0052] In Fig. 8 ist eine vergleichsweise schwache Bombierung 15 illustriert. Die Bombierung ist an der Membraneinheit vorgesehen. Die lokale Spaltvergrößerung wird dabei durch eine schwächere (konkave) Wölbung der Membraneinheit sichergestellt (größerer Krümmungsradius als die Norm-Abschnitte der Außenmantelfläche der Membraneinheit). Der Umfangsabschnitt γ der Bombierung beträgt ca. 70° .

[0053] In Fig. 9 ist eine Bombierung 15 gezeigt, die vergleichbar zu jener der Fig. 6 ist, jedoch gegensätzlich an der Seite des Auslasses angeordnet ist. Die Bombierung kann wahlweise an der Innenmantelfläche oder an der Membraneinheit (negativ) vorgesehen sein. Der Umfangsabschnitt γ der Bombierung beträgt ca. 70° .

[0054] Bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 6 bis 9 kann der Umfangsabschnitt wahlweise auch im Bereich von 5° bis 120° variiert werden. Die Bombierung überlappt jeweils die Umfangsposition des Einlasses ($\beta < \alpha$) bzw. Auslasses (Fig. 9).

Bezugszeichenliste

[0055]

- 1 Membranträger
- 3 Lager, insbesondere Nadellager
- 5 Exzenter
- 7 Einlass
- 9 Auslass
- 10 Orbitalpumpenvorrichtung
- 11 Hydraulikkammer
- 12 Hydraulikgehäuse
- 13 Innenmantelfläche des Hydraulikgehäuses
- 14 Membraneinheit
- 15 Bombierung
- 16 Radialspalt

- A Umfangspunkt Beginn der Bombierung
- B Mittelpunkt des Bombierungsbereiches, insbesondere größter Spalt
- C Umfangspunkt Ende der Bombierung

D11 Nenndurchmesser Hydraulikkammer bzw. Innenmantelfläche

D14 Nenndurchmesser Membraneinheit (Außendurchmesser)

D15 Durchmesser Bombierung

R15 Spaltmaß

α Umfangswinkelposition Einlass oder Auslass, insbesondere bezüglich der Vertikalen (0°)

β Umfangswinkelposition Beginn Bombierung bzw. Umfangsabschnitt

β 0 Übergangsbereich zur Bombierung bzw. zum Umfangsabschnitt

β 1 Auslaufbereich der Bombierung bzw. der Puffersichel

γ Umfangsabschnitt Bombierung bzw. Pufferbereich bzw. Puffersichel

δ Normbereich bzw. standardmäßiger Bereich

S1 Verhältniszahl Durchmesser Bombierung zu Nenndurchmesser Hydraulikkammer oder Nenndurchmesser Membraneinheit

S2 Verhältniszahl Nenndurchmesser Hydraulikkammer zu Spaltmaß bzw. Radialer Streckung der Bombierung

Patentansprüche

1. Orbitalpumpenvorrichtung (10) eingerichtet zum Fördern von flüssigem Medium durch eine Rotationsbewegung, insbesondere durch Aktuierung mittels eines Exzentrers (5), mit:

- einem eine Hydraulikkammer (11) fluiddicht umgrenzenden Hydraulikgehäuse (12);
- wenigstens einer für die Pumpwirkung aktuierten Membraneinheit (14), die innerhalb der Hydraulikkammer in flächigem Kontakt zu einer Innenmantelfläche (13) des Hydraulikgehäuses angeordnet ist;
- einem im Hydraulikgehäuse vorgesehenen Einlass (7), welcher zum Einleiten des Mediums eine hydraulische Verbindung zur Hydraulikkammer liefert;
- einem im Hydraulikgehäuse vorgesehenen Auslass (9), über welchen das Medium aus der Hydraulikkammer ausgetragen werden kann;

dadurch gekennzeichnet, dass an der Innenmantelfläche (13) und/oder an der Membraneinheit (14) wenigstens eine Bombierung (15) derart vorgesehen ist, dass durch die Bombierung in einem Umfangsabschnitt kleiner 360° , insbesondere kleiner 180° , ein Radialspalt (16) zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche definiert ist.

2. Orbitalpumpenvorrichtung nach Anspruch 1, wobei

der durch die Bombierung (15) definierte Radialspalt (16) sichelförmig ist, insbesondere tangential einlaufend und tangential auslaufend; und/oder wobei mittels der Bombierung (15) umfangsabschnittsweise eine Ausgleichsgeometrie mit erhöhtem Volumen bereitgestellt wird, insbesondere für das flüssige Medium; und/oder wobei die Bombierung (15) auf halber Länge von deren Umfangserstreckung die größte radiale Tiefe aufweist; und/oder wobei die Bombierung in Umfangsrichtung symmetrisch ausgestaltet ist.

3. Orbitalpumpenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Krümmungsradius der Bombierung (15) als Funktion von der Umfangsposition variiert, insbesondere an einem jeweiligen Übergang (A, C) zur Innenmantelfläche (13).

4. Orbitalpumpenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bombierung (15) entlang der gesamten Längserstreckung der Membraneinheit (14) ausgebildet ist.

5. Orbitalpumpenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei durch die Bombierung (15) ein umfangspositionsbezogenes maximales Spaltmaß (R15) definiert wird, welches betragsmäßig im einstelligen Promille-Bereich bezüglich des Nenndurchmessers (D11, D14) der Membraneinheit (14) oder der Hydraulikkammer (11) liegt, beispielsweise im Bereich von 1 bis 3 Promille.

6. Orbitalpumpenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bombierung (15) in einer Anordnung in hydraulischer Kommunikation mit dem Einlass (7) und/oder mit dem Auslass (9) angeordnet ist; und/oder wobei sich die Bombierung in Umfangsrichtung ausgehend vom Einlass erstreckt oder bis zum Auslass erstreckt, insbesondere mit einer umfangsmäßigen Überlappung von maximal 25% der absoluten Umfangserstreckung der Bombierung.

7. Orbitalpumpenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich die Bombierung (15) in einem Umfangswinkel im Bereich von 5 bis 120° erstreckt, insbesondere mindestens 40 bis 80° , insbesondere ca. 70° ; und/oder wobei die Schnittstelle zwischen der Membraneinheit (14) und der Innenmantelfläche (13) in vier gleich große Umfangsabschnitte unterteilt ist, wobei sich die Bombierung in nur einem Umfangsabschnitt oder in/über maximal zwei aneinandergrenzende Umfangsabschnitte erstreckt; und/oder wobei sich die Bombierung (15) zumindest annähernd über 90° Umfangswinkel $\pm 10^\circ$ erstreckt und dabei entweder den Einlass oder den Auslass um 5 bis 20° Umfangswinkel überlappt.

8. Orbitalpumpenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Membraneinheit (14) ringförmig ausgestaltet ist und durch einen innenliegenden Membranträger (1) abgestützt ist, insbesondere durch einen ringförmigen Membranträger, welcher einen/den Exzenter (5) der Orbitalpumpenvorrichtung (10) umgibt; und/oder wobei die Innenmantelfläche (13) rohrzylindrisch ausgestaltet ist.
9. Orbitalpumpenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verhältnis des Durchmessers (D15) der Bombierung (15) zum Nenndurchmesser der (D11, D14) Membraneinheit (14) oder der Hydraulikkammer (11) im Bereich von 0,9 bis 1,1 liegt.
10. Orbitalpumpenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bombierung (15) ausschließlich an der Innenmantelfläche (13) vorgesehen ist; oder wobei die Bombierung ausschließlich an der Membraneinheit (14) vorgesehen ist.
11. Orbitalpumpenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bombierung (15) ausschließlich in einer Anordnung in hydraulischer Kommunikation mit dem Einlass (7) vorgesehen ist; oder wobei die Bombierung ausschließlich in einer Anordnung in hydraulischer Kommunikation mit dem Auslass (9) vorgesehen ist.
12. Orbitalpumpenvorrichtung (10) zum Fördern von flüssigem Medium durch eine Rotationsbewegung, mit einem eine Hydraulikkammer (11) fluiddicht umgrenzenden Hydraulikgehäuse (12), mit wenigstens einer für die Pumpwirkung aktudierbaren Membraneinheit (14), und mit einem im Hydraulikgehäuse vorgesehenen Einlass (7) und einem Auslass (9); insbesondere Orbitalpumpenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, hergestellt durch Ausgestalten wenigstens einer Bombierung (15) an der Innenmantelfläche (13) und/oder an der Membraneinheit (14) zur Definition eines Radialspalts (16) zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche, insbesondere hergestellt durch Bombieren.
13. Verfahren zum Berteiben einer Orbitalpumpenvorrichtung (10) zum Fördern von flüssigem Medium durch eine Rotationsbewegung, insbesondere durch Aktuierung einer Membraneinheit (14) mittels eines Exzenters (5), insbesondere einer Orbitalpumpenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, wobei zum Fördern des flüssigen Mediums eine Relativbewegung einer/der Membraneinheit (14) der Orbitalpumpenvorrichtung relativ zu einer Innenmantelfläche (13) eines Hydraulikgehäuses (12) der Orbitalpumpenvorrichtung gesteuert oder geregelt wird, wobei die Membraneinheit die Innenmantelfläche kontaktiert; **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membraneinheit (14) relativ zu wenigstens einer an der Schnittstelle zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche angeordneten und in hydraulischer Kommunikation mit dem Einlass (7) und/oder mit dem Auslass (9) vorgesehenen Bombierung (15) bewegt wird, wobei durch die Bombierung in einem Umfangsabschnitt kleiner 360°, insbesondere kleiner 180°, ein Radialspalt (16) zur Aufnahme des flüssigen Mediums zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche definiert wird.
14. Verwendung einer an einer Membraneinheit (14) oder an einer/der Innenmantelfläche (13) eines Hydraulikgehäuses (12) einer Orbitalpumpenvorrichtung (10) vorgesehenen Bombierung (15) zum Definieren eines Radialspalts (16) in einem Umfangsabschnitt kleiner 360°, insbesondere kleiner 180°, zur Aufnahme von durch die Pumpbewegung zu förderndem flüssigen Mediums zwischen der Membraneinheit und der Innenmantelfläche, insbesondere in einer Orbitalpumpenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, insbesondere bei einem Verfahren nach dem vorhergehenden Verfahrensanspruch.

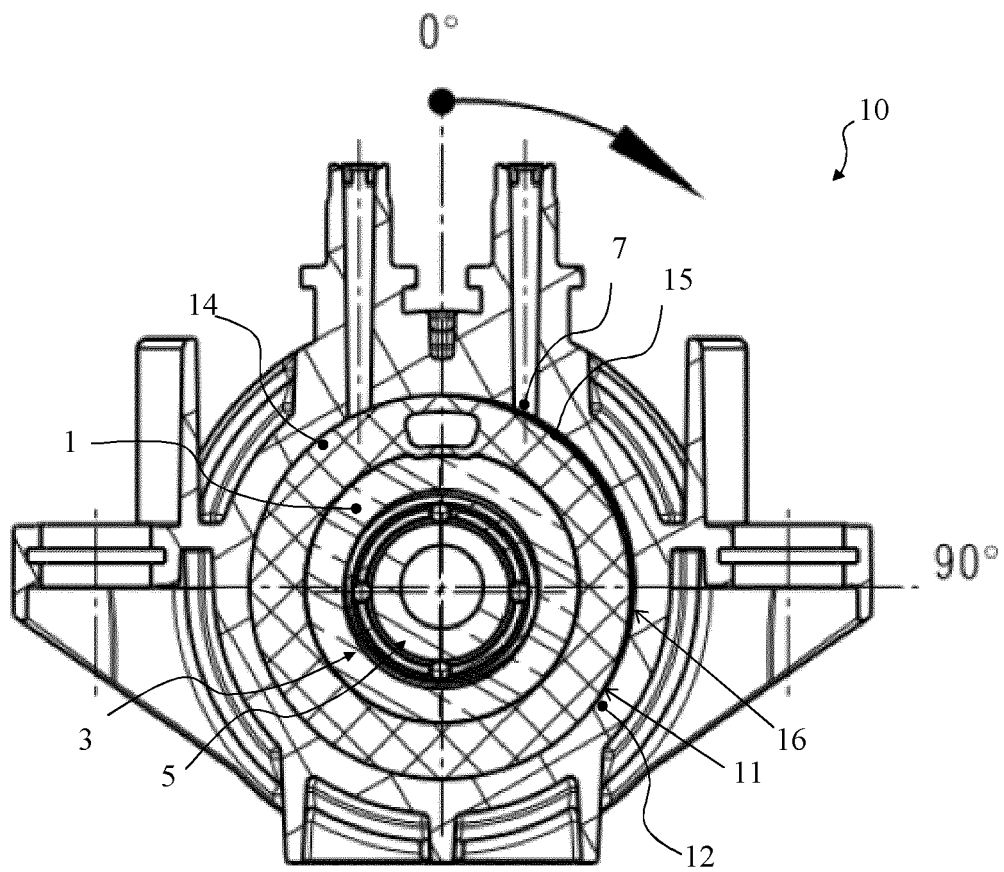
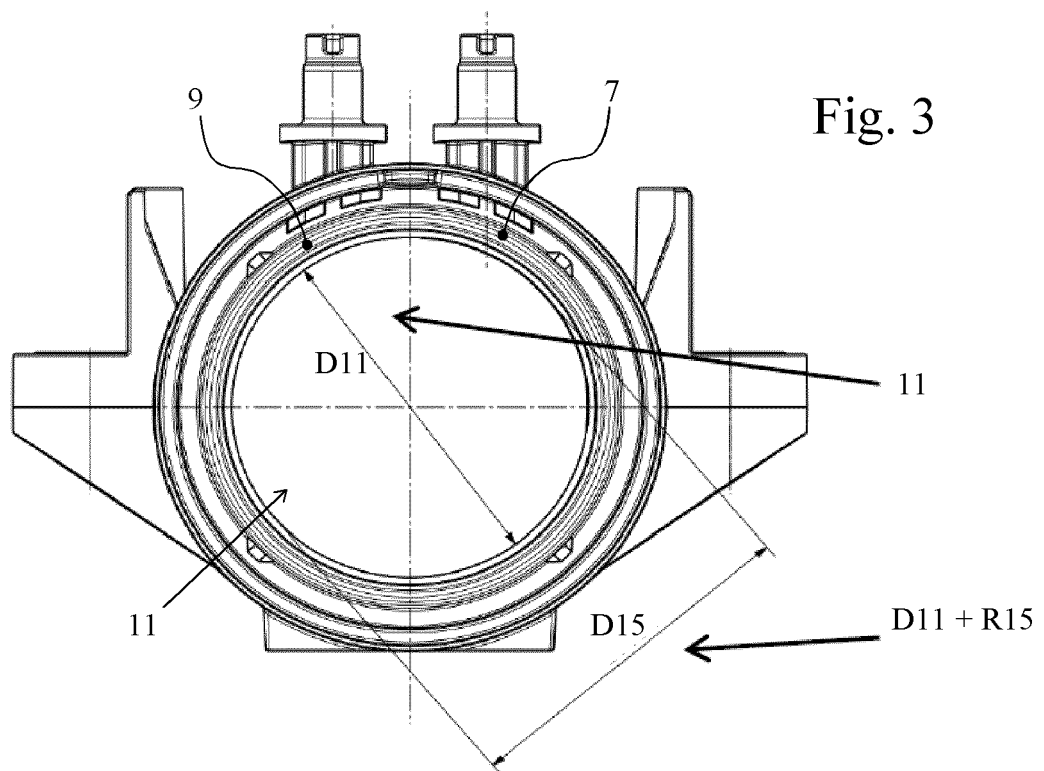
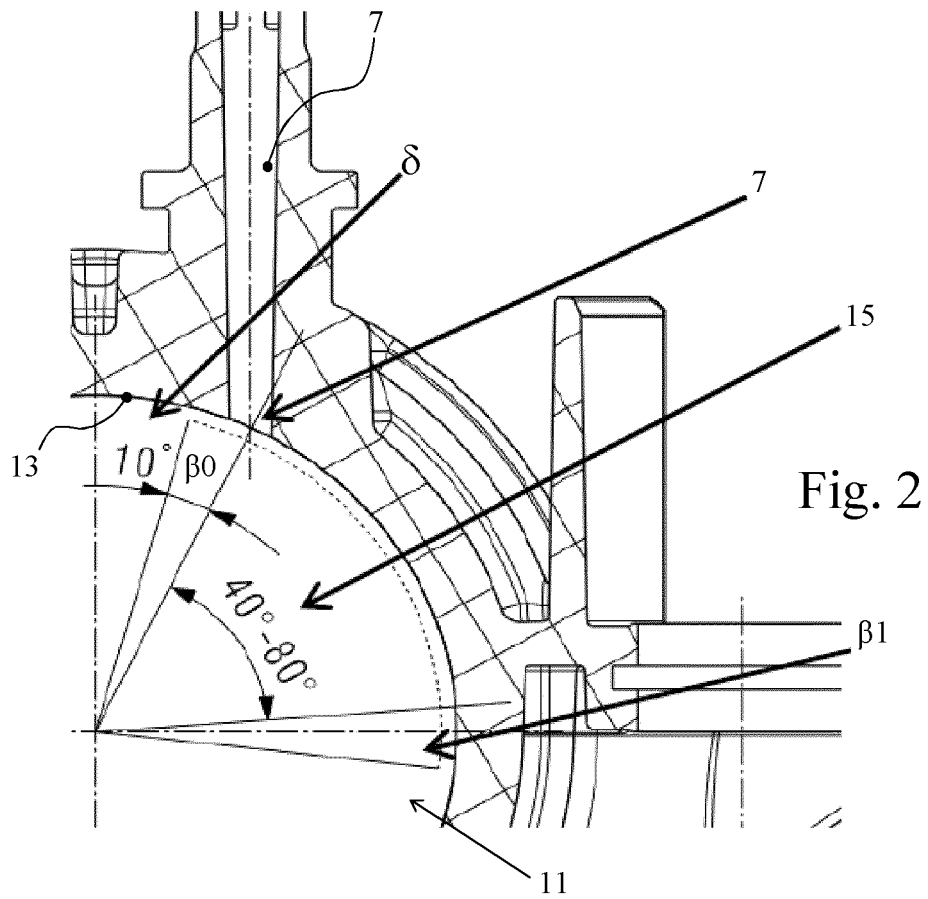
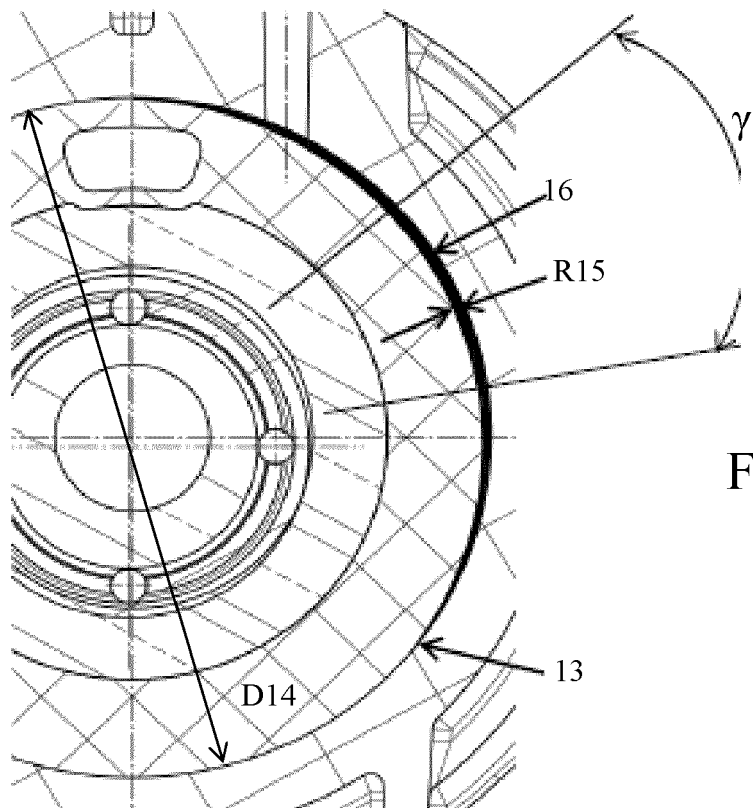
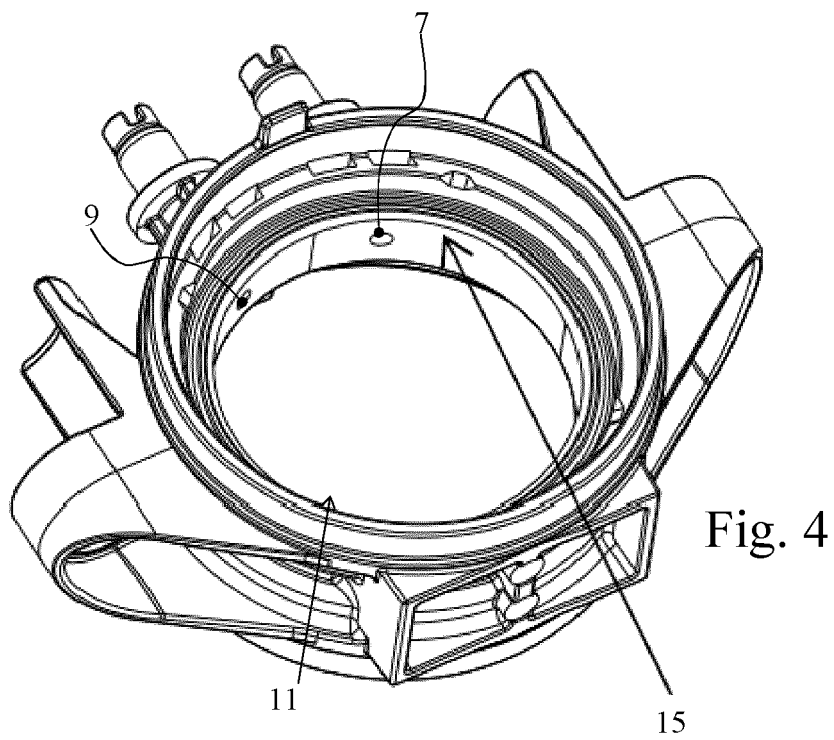


Fig. 1





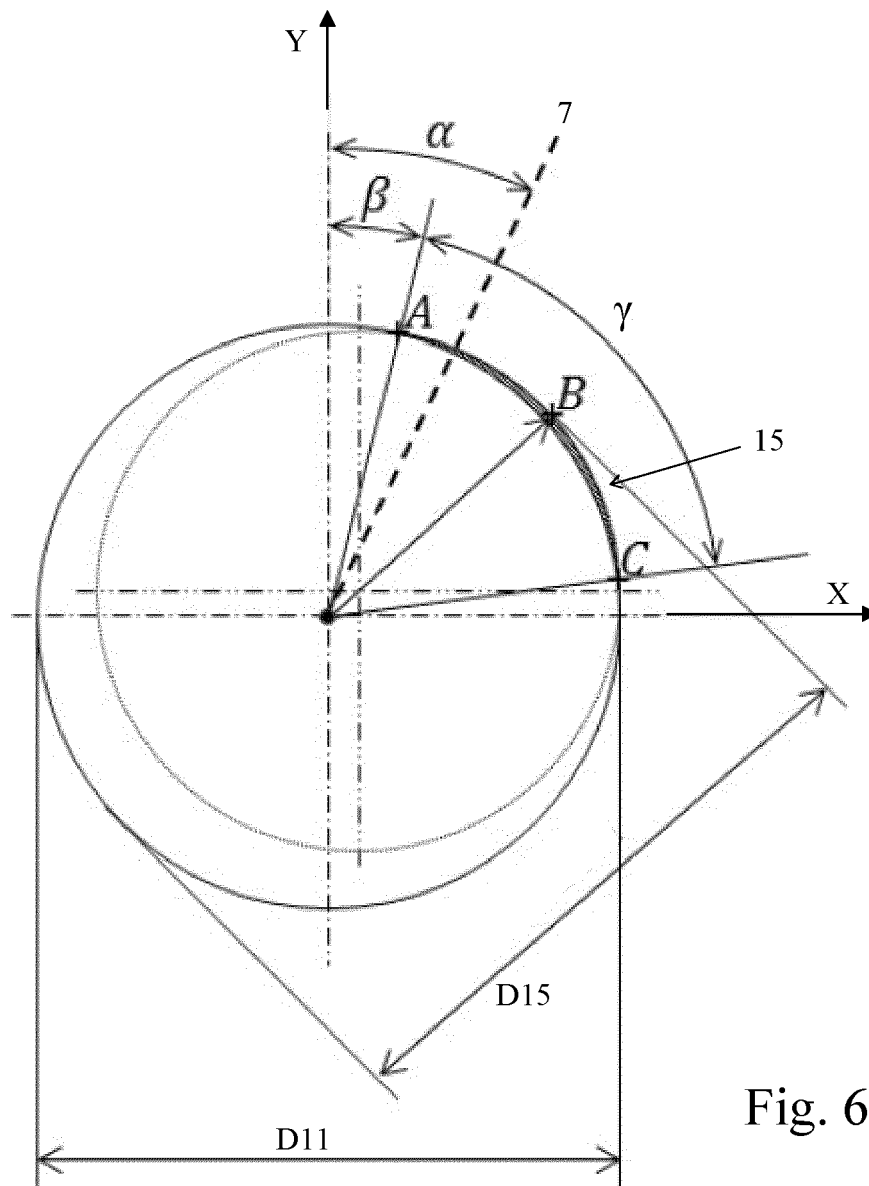


Fig. 6

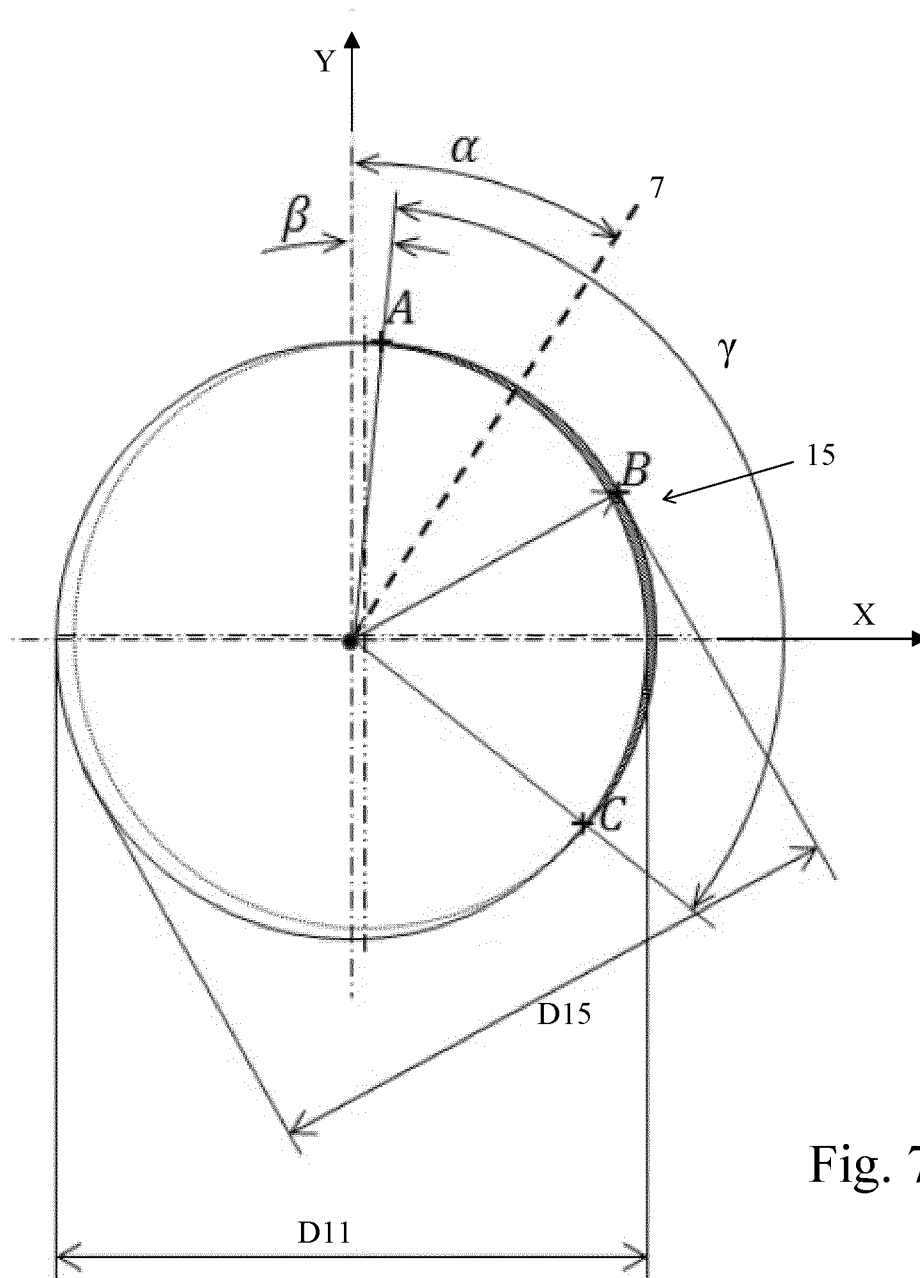
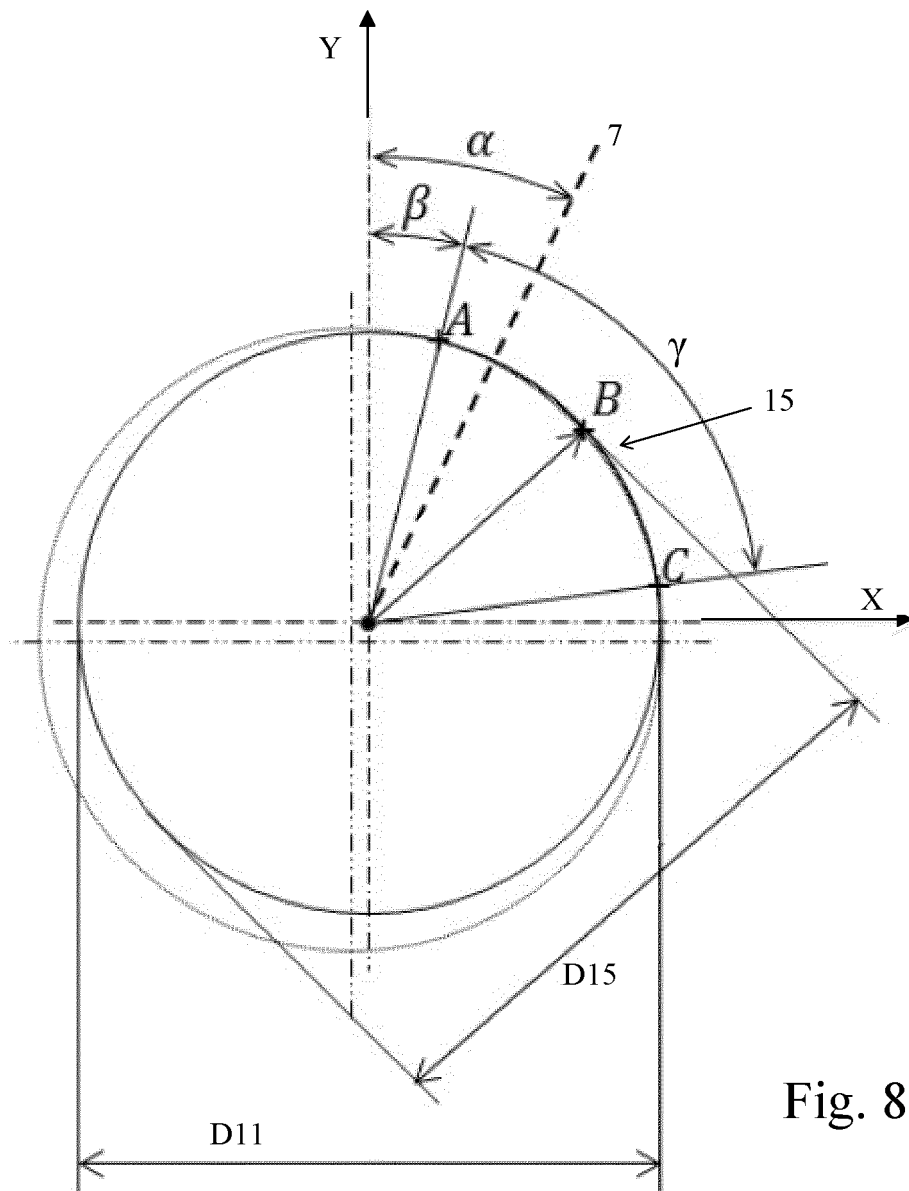
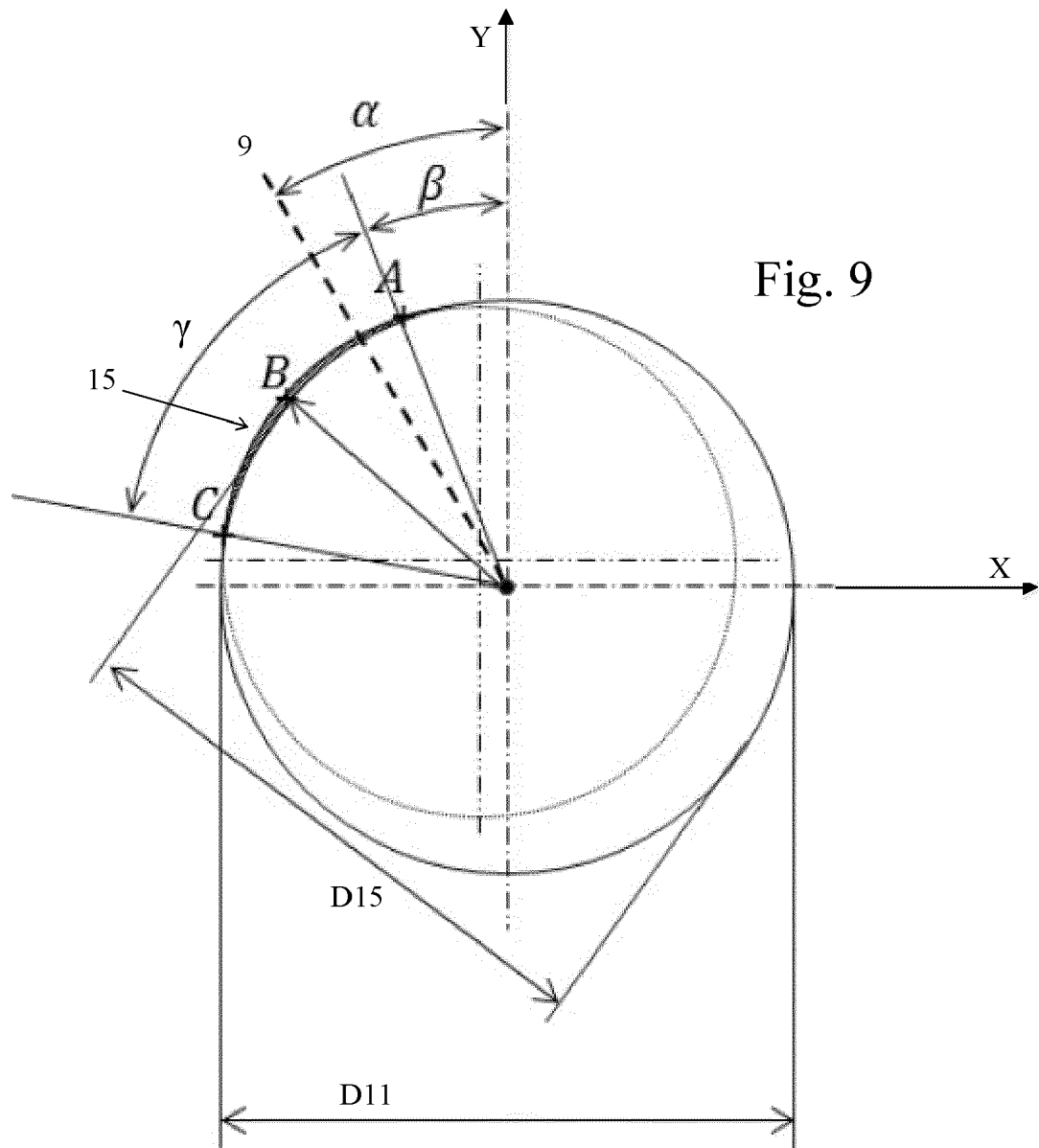


Fig. 7







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 19 4237

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	DE 10 2013 106170 A1 (EMITEC GES FÜR EMISSIONSTECHNOLOGIE MBH [DE]) 31. Dezember 2014 (2014-12-31) * Zusammenfassung; Abbildungen 4,5 *	1-14	INV. F04B43/12 F04C5/00
X	US 4 332 534 A (BECKER ERICH) 1. Juni 1982 (1982-06-01) * das ganze Dokument *	1-14	
X	WO 03/100256 A1 (JUNTUNEN KRISTER [FI]) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-14	
X	FR 981 992 A (EMMANUEL-JEAN POUVREAU [FR]) 1. Juni 1951 (1951-06-01) * Abbildung 1 *	1-14	
X	DE 10 2016 116384 B3 (EBM-PAPST ST GEORGEN GMBH & CO KG [DE]) 25. Januar 2018 (2018-01-25) * das ganze Dokument *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B F04C F01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. Februar 2021	Prüfer Alquezar Getan, M
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 20 19 4237

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.

01-02-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013106170 A1	31-12-2014	CN 105492770 A	13-04-2016
		DE 102013106170 A1	31-12-2014
		EP 3008342 A1	20-04-2016
		JP 2016521829 A	25-07-2016
		KR 20160017091 A	15-02-2016
		US 2016138589 A1	19-05-2016
		WO 2014198597 A1	18-12-2014

US 4332534 A	01-06-1982	FR 2444177 A1	11-07-1980
		GB 2037371 A	09-07-1980
		US 4332534 A	01-06-1982

WO 03100256 A1	04-12-2003	AU 2003232261 A1	12-12-2003
		FI 20021007 A	30-11-2003
		WO 03100256 A1	04-12-2003

FR 981992 A	01-06-1951	KEINE	

DE 102016116384 B3	25-01-2018	DE 102016116384 B3	25-01-2018
		DE 212017000110 U1	04-12-2018
		WO 2018041425 A1	08-03-2018

EPO FORM P0461

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