



(11) **EP 4 455 481 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.10.2024 Patentblatt 2024/44

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04B 9/04^(2006.01) F04B 43/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24161947.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**F04B 43/025; F04B 9/04; F04B 9/047;
F04B 43/026**

(22) Anmeldetag: **07.03.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Timmer GmbH
48485 Neuenkirchen (DE)**

(72) Erfinder: **Timmer, Herbert
48485 Neuenkirchen (DE)**

(74) Vertreter: **Dr. Träger & Strautmann PAe PartG mbB
Stüvestraße 2
49076 Osnabrück (DE)**

(30) Priorität: **17.04.2023 DE 102023109604**

(54) **DOPPELMEMBRANPUMPE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Doppelmembranpumpe (10), umfassend:

- ein Gehäuse (11) und eine darin bewegbar aufgenommene Kolbenstange (25),
- wobei das Gehäuse (11) zumindest eine Einlassöffnung und zumindest eine Auslassöffnung aufweist, und
- wobei an dem einem Ende der Kolbenstange (25) eine erste Membran (16) und an dem anderen eine zweite Membran (17) angeordnet sind,
- wobei die erste Membran (16) in einer ersten Kammer (19) der Doppelmembranpumpe (10) und die zweite Membran (17) in einer zweiten Kammer (20) angeordnet

sind,

- wobei die Membranen (16, 17) die Kammern (19, 20) in jeweils eine Produktkammer (21; 22) und eine Expansionskammer (23; 24) trennend ausgebildet sind, und
- mit einer Antriebseinrichtung (26) zur Herbeiführung einer translatorischen Bewegung der Kolbenstange (25).

Die Erfindung schlägt eine kompakte Doppelmembranpumpe (10) mit einer Kolbenstange (25) vor, die zur Durchführung einer selbstgeregelte, oszillierende Bewegung ausgebildet ist und damit eine vereinfachten Steuerung der Membranen (16, 17) ermöglicht.

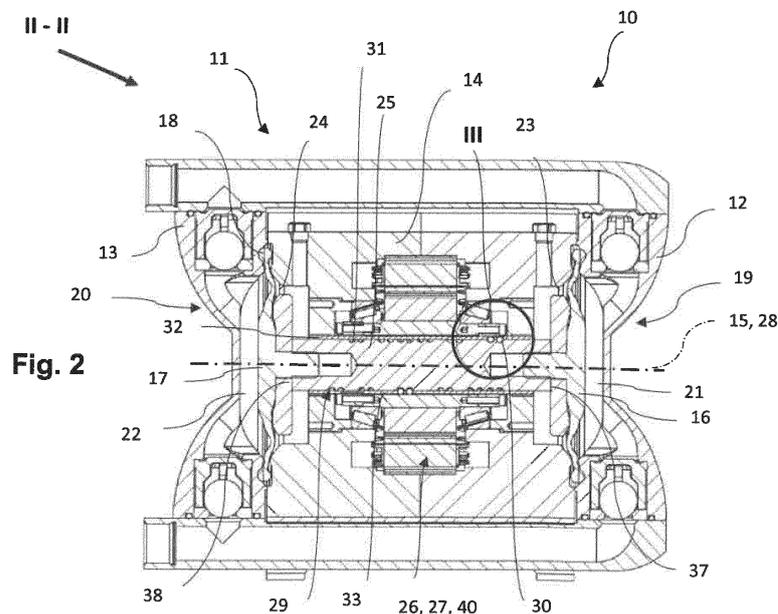


Fig. 2

EP 4 455 481 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Doppelmembranpumpe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige Doppelmembranpumpen, welche insbesondere zur Förderung und Dosierung von flüssigen Medien, wie beispielsweise Chemikalien, Lösemiteln, Farben, Lacken und vielem mehr eingesetzt werden, sind grundsätzlich bekannt.

[0003] Die Förderung erfolgt mit Hilfe einer in der Doppelmembranpumpe bewegbar angeordneten Kolbenstange, welche eine oszillierende translatorische Bewegung von an seinen Enden angeordneten Membranen durch eine translatorische Bewegung der Kolbenstange herbeiführt. Jede der Membranen ist einer Kammer der Doppelmembranpumpe zugeordnet, wobei die Kammer mit Hilfe der Membran in zwei voneinander getrennte Kammerabschnitte ausgebildet ist. Bei einer pneumatisch angetriebenen Doppelmembranpumpe liegt in einem der Kammerabschnitte Druckluft vor, in dem anderen der Kammerabschnitte befindet sich das zu fördernde Medium. Bei mechanisch angetriebenen Doppelmembranpumpen kann die Membran an eine sich hin- und her-bewegende Kolbenstange gekoppelt sein, welche die hin- und her-Bewegung auf die Membranen überträgt und damit die Pumphübe realisiert. Doppelmembranpumpen zeichnen sich dadurch aus, dass im Vergleich zu Membranpumpen mit nur einer Membran ein verbesserter und gleichmäßigerer Volumenstrom des zu fördernden Mediums erwirkt werden kann.

[0004] Es ist aus der Offenlegungsschrift WO 2021/202689 A1 eine gattungsgemäße Doppelmembranpumpe bekannt, welche eine Wandlung der rotatorischen Bewegung des Pumpenantriebs in eine translatorische Bewegung der Kolbenstange mit Hilfe eines rotatorisch gelagerten Hohlzylinders realisiert, der die Kolbenstange umfassend ausgebildet ist. Die Kolbenstange ist in Form einer Spindel ausgebildet, wobei zur Erzielung der oszillierenden Bewegung der Membranen eine Abfrage der Endpositionen und eine aufwändige Steuerung einer Drehrichtungsumkehr der Spindel erfolgt. Hierdurch wird die oszillierende Bewegung der Kolbenstange und damit der Membranen erreicht und eine definierte Abbrems- und Beschleunigungsrampe generiert. Nachteilig an dieser Doppelmembranpumpe ist, dass für einen Drehrichtungswechsel der Spindel der Motor umgeschaltet werden muss. Dies bedingt einen erheblichen Energiebedarf.

[0005] Aus GB 572 502 A ist eine Kolbenpumpe mit einem Nockenwellenmechanismus bekannt. Die Hin- und Her-Bewegung wird aus dem Zusammenwirken zweier Elemente bewirkt. Die Umwandlung der Drehbewegung in eine Linearbewegung wird durch den Einsatz einer Reversierspindel (Umkehrspindel) erreicht. Eine Reversierspindel ist jedoch für eine Membranpumpe bzw. Doppelmembranpumpe ungeeignet, da eine Reversierspindel die für eine Membranpumpe erforderlichen kurzen Hubbewegungen nicht oder zumindest nur

schlecht realisieren kann. Weiterhin können die zum Antrieb einer Membran erforderlichen Kräfte in axialer Richtung nur schlecht, vor allem nicht dauerhaft funktionssicher, aufgenommen werden.

[0006] Aus US 2 508 253 A ist ein Kompressor bekannt, bei dem ein Kompressorzylinder und sein Kolben axial in einem elektrischen Antriebsmotor montiert sind. Dabei sind der Rotor des Motors und der Kompressor Kolben so aneinander gekoppelt, dass bei einer Drehung des Rotors der Kompressor Kolben eine Hin- und Her-Bewegung durchführt. Um den Kolben bei einer Drehung des Rotors hin- und herzubewegen weist er an seinem Umfang eine schraubenförmige Nut auf. Ein in einer Hülse des Rotors gelagertes Kugelement greift in die genannte Nut ein. Bei Drehen des Rotors wird diese Drehbewegung in eine lineare Bewegung des Kolbens umgewandelt, jedoch erzeugt die in der Hülse geführte Kugel eine punktförmige Last, die ein Kippmoment und damit eine ungleichmäßige Lastverteilung bewirkt. Die ungleichmäßige Lastverteilung wiederum bedingt zusätzliche Reibung und zusätzlichen Verschleiß, der sich negativ auf die Lebensdauer des Gesamtsystems auswirkt. Weiterhin ist nachteilig, dass der Kompressionszylinder und der darin befindliche Kolben im Vergleich zu einer Membranpumpe systembedingt relativ kleine Durchmesser aufweisen. Ein mittels des Kolbens erzielter Druck ist somit relativ klein und zur Übertragung hoher Axialkräfte ungeeignet.

[0007] Aus DE 10 2020 112 114 A1 ist ein Mechanismus zur Umwandlung einer Rotationsbewegung in eine translatorische Linearbewegung bekannt. Hierzu wird ein Paar symmetrisch angeordneter Kugellager mit gekrümmten Nuten verwendet. Diese ermöglichen die gegenseitige Umwandlung zwischen Drehbewegung und Linearbewegung der beiden Elemente gegeneinander: Wenn sich das Innenteil dreht, führt das Außenteil eine Linearbewegung aus und umgekehrt führt das Innenteil eine Linearbewegung durch, wenn sich das Außenteil dreht. Nachteilig hieran ist, dass die Kulissee des Kugellageres nur in einer Richtung axiale Kräfte aufnehmen kann. Zur Erzeugung einer oszillierenden Bewegung ist der Antrieb deshalb ungeeignet. Weiterhin ist die beschriebene Kulissenführung auf Grund der geringen Anzahl von Kugeln nur ungenügend zur Übertragung von in axialer Richtung wirkenden Kräften geeignet. Zudem erfordert die beschriebene Kulissenführung systembedingt einen erheblichen Bauraum in axialer Richtung und verhindern einen kompakten Aufbau des Antriebs.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, die beschriebenen Nachteile zu beseitigen und eine Doppelmembranpumpe bereitzustellen, welche sich durch einen kompakten Aufbau und eine vereinfachte Steuerung ihrer Membranen auszeichnet.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Doppelmembranpumpe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0010] Eine erfindungsgemäße Doppelmembranpumpe umfasst:

- ein Gehäuse und eine im Gehäuse translatorisch entlang einer Längsachse des Gehäuses bewegbar aufgenommene Kolbenstange,
- wobei das Gehäuse zumindest eine Einlassöffnung und zumindest eine Auslassöffnung aufweist, und
- wobei an einem ersten Stangenende der Kolbenstange eine erste Membran der Doppelmembranpumpe und an einem von dem ersten Stangenende abgewandt ausgebildeten zweiten Stangenende der Kolbenstange eine zweite Membran der Doppelmembranpumpe angeordnet sind,
- wobei die erste Membran in einer im Gehäuse ausgebildeten ersten Kammer der Doppelmembranpumpe und die zweite Membran in einer im Gehäuse ausgebildeten zweiten Kammer angeordnet sind,
- wobei die Membranen die Kammern in jeweils eine Produktkammer und eine Expansionskammer trennend ausgebildet sind, und
- mit einer Antriebseinrichtung zur Herbeiführung einer translatorischen Bewegung der Kolbenstange.

[0011] Eine Membranpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass das Fluid über eine große Fläche bewegt wird. Ersatzweise kann man annehmen, dass die Membran in einer Doppelmembranpumpe einem Kolben entspricht, der eine überproportional große Kolbenfläche aufweist, aber nur kurze Hubbewegungen macht. Da der von einer Pumpe realisierte Druck sich aus der Kraft pro Fläche herleitet ergeben sich bei großen Kolben- bzw. Membranoberflächen große axiale Kräfte.

[0012] Erfindungsgemäß weist die Kolbenstange Mittel auf, die zur Durchführung einer selbstgeregelten, oszillierenden Bewegung ausgebildet sind. Oder mit anderen Worten gesagt, die Bewegung der Kolbenstange ist eine selbstgeregelte, oszillierende Bewegung der Kolbenstange. Das bedeutet, dass die oszillierende Bewegung der Kolbenstange aufgrund ihres Aufbaus herbeigeführt wird, somit selbstgeregelt ist. Es wird keine zusätzliche Maßnahme oder ein zusätzliches Mittel benötigt, damit die oszillierende Bewegung, welche so genannte Wendepunkte besitzt, herbeigeführt wird.

[0013] In einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe ist die Kolbenstange geteilt und die selbstgeregelte, oszillierende Bewegung der Kolbenstange ist mit Hilfe zumindest zwei voneinander unabhängig ausgebildeten Kulissen realisiert, wobei eine Kulisse zur Bewegung der ersten Membran und die andere der Kulissen zur Bewegung der zweiten Membran ausgebildet sind.

[0014] Die geteilte Kolbenstange umfasst einen ersten und einen zweiten Kolbenstangenabschnitt mit jeweils gleicher Mittenachse. Der erste Kolbenstangenabschnitt ist an die erste Membran und der zweite Kolbenstangenabschnitt die zweite Membran gekoppelt. Die beiden Kolbenstangenabschnitte befinden sich, analog zur durchgängigen Kolbenstange, zwischen den beiden Membranen, sind jedoch voneinander beabstandet angeordnet. Vereinfacht gesagt entspricht die unterbrochene Kolben-

stange einer in zwei Hälften geteilten nichtunterbrochenen Kolbenstange mit einer Lücke zwischen den beiden Teilen. Die vorzugsweise in der Mitte der Kolbenstange angeordnete Lücke bildet einen Freiraum aus, der die Hubbewegungen der beiden Kolbenstangenabschnitte voneinander entkoppelt beziehungsweise voneinander unabhängig macht.

[0015] Während bei einer durchgängigen Kolbenstange die Überlagerung von Pumphüben der beiden Membranen nicht möglich ist, können die Kulissenführungen bei geteilter Kolbenstange auch symmetrisch bzw. spiegelsymmetrisch ausgeführt sein. In diesem Fall ist die Lücke, das heißt: der Abstand zwischen den beiden Kolbenstangenabschnitten, während eines Pump-Saug-Zyklus nicht konstant, sondern variiert. Während beispielsweise der eine Kolbenstangenabschnitt sich noch nach rechts bewegt, kann für den anderen Kolbenstangenabschnitt bereits der Umschaltzeitpunkt erreicht sein und eine Bewegungsumkehr erfolgen.

[0016] Im Ergebnis lässt sich bei einer in zwei Kolbenstangenabschnitte geteilten Kolbenstange eine Kulissenführung mit überlagernden Pumphüben besonders einfach realisieren.

[0017] Der Vorteil ist darin zu sehen, dass mittels der Kulissenführung auf einfache Weise unabhängige Bewegungen der Membranen und damit die Saug- und Pumphübe, realisiert werden können. Die Kulissen in der Kolbenstange sind dabei so ausgeführt, dass eine aufwändige Drehrichtungssteuerung der Antriebseinrichtung entfallen kann.

[0018] Unter einer Kulissenführung wird eine Führung verstanden, die die Bewegung eines Bauteils unter zwangsweiser Änderung der Bewegungsrichtung auf ein anderes Bauteil überträgt. Im vorliegenden Fall dient die Kulissenführung dazu, eine rotatorische Bewegung eines Motors in Form einer translatorische Hin- und Herbewegung auf eine Stange zu übertragen.

[0019] Insofern umfasst der im vorliegenden Falle vorgesehene Motor einen Hohlzylinder sowie eine im Hohlzylinder angeordnete Kolbenstange. Hohlzylinder und Kolbenstange bilden gemeinsam eine Spielpassung aus und sind über eine Kulissenführung so aneinander gekoppelt, dass die rotatorische Bewegung des Hohlzylinders in eine translatorische Hin- und Her-Bewegung der Kolbenstange umgewandelt wird.

[0020] Beispielsweise kann an der außen liegenden Mantelfläche der Welle ein Stift vorgesehen sein, der in eine in der inneren Mantelfläche des Hohlzylinders vorgesehene, nicht lineare und nutartige Führungsbahn (Kulisse) eingreift. Dreht sich der Hohlzylinder, wird der Stift, und damit die Welle insgesamt, linear verschoben. Alternativ zu einem von der Welle in eine nutartige Führungsbahn des Hohlzylinders hineinragenden Stift kann der Stift auch an der inneren Mantelfläche des Hohlzylinders vorgesehen sein und in eine in der äußeren Mantelfläche der Welle eingebrachte nichtlineare, nutartige Führungsbahn (Kulisse) eingreifen. In Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsfall sind Steigung und Verlauf der

Kulissenführung zudem konstruktiv unterschiedlich ausführbar. Insofern kann beispielsweise vorgesehen sein, dass während eines Pump-Saug-Zyklus die Bewegungen der beiden Membranen unterschiedlich, vorzugsweise auch temporär gegenläufig, erfolgen.

[0021] Bei der erfindungsgemäßen Membranpumpe ist die Kolbenstange nicht als Spindel ausgeführt. Ein Vorteil ist somit, dass die Drehrichtung der Spindel nicht, wie im Stand der Technik, umgekehrt werden muss.

[0022] An dieser Stelle sei erwähnt, dass die Kulissenführung zumindest eine Kulisse, die der ersten Membran und die weitere Kulisse der zweiten Membran zugeordnet ist. Ebenso könnten auch zwei oder drei oder mehr Kulissen zur Bewegung einer Membran ausgebildet sein. Grundsätzlich sind vorzugsweise jeder Membran die gleiche Anzahl Kulissen zugeordnet.

[0023] Zur Realisierung einer kompakten Doppelmembranpumpe ist die Antriebseinrichtung zur Herbeiführung der translatorischen Bewegung der Kolbenstange ausgebildet, welche einen mit der Kolbenstange koaxial ausgebildeten Rotor aufweist. So kann auf einfache Weise mit Hilfe einer rotatorischen Bewegung die erforderliche translatorische Bewegung herbeigeführt werden.

[0024] Insbesondere ist die Antriebseinrichtung eine elektrische Antriebseinrichtung. Eine kompakte Bauform ist wichtig, da z.B. bei der Anwendung als Pumpe für Farbversorgungen in einer Lackiererei oder in Druckmaschinen der Bauraum stets beengt ist und ausladende Ausführungen dann nur schwer oder gar nicht untergebracht werden können. Eine kompakte Bauform ist außerdem bei einem so genannten Retrofit, also der Modernisierung und/oder Nachrüstung einer bestehenden Anlage, von Vorteil. Beispielsweise ermöglicht die kompakte Bauform einen Ersatz energetisch ungünstigerer pneumatischer Pumpen, da die Pumpen dann ohne größere Umbaumaßnahmen ausgetauscht werden können.

[0025] Besonders vorteilhaft ist die elektrische Antriebseinrichtung in Form eines Torquemotors ausgebildet. Unter einem Torquemotor wird ein vorzugsweise hochpoliger, elektrischer Direktantrieb verstanden. Torquemotoren weisen in der Regel sehr hohe Drehmomente bei relativ kleinen Drehzahlen auf. Vereinfacht gesagt kann ein Torquemotor als ein auf hohe Drehmomente optimierter Motor mit Hohlwelle betrachtet werden. Ein Vorteil eines Torquemotors ist ein sehr niedriger Energiebedarf.

[0026] Im Gegensatz zu der als Stand der Technik bekannten Lösung gemäß GB 572502 A ermöglicht es der Torque-Motor, die Umwandlung der Drehbewegung in eine lineare Bewegung innerhalb des Motors vorzunehmen. Hierdurch ergibt sich eine wesentlich kompaktere Konstruktion.

[0027] Aufgrund der Bauweise des Torquemotors kann ein für einen Hub der Membranen benötigtes hohes Drehmoment auch ohne Unteretzungsgetriebe erreicht werden. Ein Torquemotor hat seinen Bemessungspunkt bei einer beliebigen wählbaren niedrigeren Drehzahl. Ein

Asynchronmotor benötigt dagegen auch bei kleinen Drehzahlen einen vollständigen Magnetisierungsstrom, um ein Rotorfeld zu erzeugen. In einem niedrigen Drehzahlbereich, der bei Membranpumpen erforderlich ist, ist der Asynchronmotor daher ohne Getriebe für die Anwendung der Doppelmembranpumpen nicht einsetzbar.

[0028] Alternativ zu einem elektrischen Torquemotor wäre beispielsweise auch ein pneumatisch angetriebener Außenläufermotor denkbar.

[0029] Des Weiteren ermöglicht der Torquemotor auf einfache Weise die Realisierung der koaxialen Ausführung von Rotor und Kolbenstange. Unabhängig davon, ob eine geteilte oder eine ungeteilte Kolbenstange vorgesehen ist, sind an die äußeren Enden der Kolbenstange die Membranen gekoppelt. Der Torquemotor befindet sich somit in einem Bereich zwischen den durch Membranen. Hierdurch ist die Bauweise besonders kompakt und weniger ausladend als beispielsweise bei senkrecht zur Kolbenstange angeordneten Antrieben.

[0030] Im Gegensatz zu der aus WO 2021/202 689 A1 bekannten Doppelmembranpumpe kann die Drehrichtung ohne Umschalten des Motors geändert werden, indem an Stelle einer Spindel eine Kolbenstange mit darin eingebrachten Kulissen vorgesehen ist. In die Kulissen greifen Führungselemente wie Nocken, Kugeln oder Rollen ein und bilden so eine Kulissensteuerung. Vorzugsweise befinden sich die Führungselemente nach einer vollen Umdrehung wieder an ihrem Startpunkt. Durch die Kulissensteuerung entfällt das Umschalten der Motordrehrichtung und der Motor kann mit gleichbleibender Drehgeschwindigkeit arbeiten.

[0031] Alternativ zu einer Steuerung, bei der die Kulissen so ausgeführt sind, dass die Führungselemente nach einer vollen Umdrehung die Hubrichtung von Kolbenstange und Membran umkehren, ist es auch möglich, einen oder mehrere Umschaltpunkte nach weniger als einer Umdrehung, beispielsweise nach 0,5 Umdrehungen der Kolbenstange vorzusehen. Besonders gut geeignet ist eine solche Steuerung dann, wenn der für die Kolbenstange zur Verfügung stehende Bauraum so groß ist, dass auch die Kolbenstange selbst einen relativ großen Durchmesser bzw. Umfang haben kann. Eine Kulissenführung mit Umschaltpunkten während einer Umdrehungsrunde hat den Vorteil, dass bei gleichem Membranhub die Steigung der Kulisse größer gewählt werden kann als bei einer Kulissenführung mit Umschaltung jeweils nach jeder vollen Umdrehung. Zudem erhöht sich bei gleichbleibender Motordrehzahl die Pump-Frequenz.

[0032] Als Führungselemente besonders bevorzugt ist der Einsatz von Kugeln. Eine Kolbenstange mit eingebrachter Kulisse und darin geführten Kugeln kann auch als Kugelumlaufspindel bezeichnet werden. Eine Kugelumlaufspindel ist vereinfacht gesagt ein Schraubgewinde, bei dem eingefügte Kugeln die Kraft zwischen Schraube und Mutter übertragen. Beide Teile haben je eine schraubenförmige Rille mit halbrundem Querschnitt, die gemeinsam eine mit Kugeln gefüllte schraubenförmige Röhre bilden. Die formschlüssige Verbin-

dung im Gewinde quer zur Schraubenlinie bilden die Kugeln. Bei einer Drehbewegung zwischen Schraube und Mutter rollen die Kugeln in ihrer Röhre und wandeln die durch den Motor bewirkte Drehbewegung in eine Linearbewegung um. Durch die rollende Bewegung reduziert sich der Reibwiderstand und dementsprechend auch der Verschleiß und der Antriebsbedarf.

[0033] Durch den Wegfall der Drehrichtungsumschaltung, und der damit einhergehenden Brems- und Beschleunigungsverluste, ergibt sich eine erhebliche Energieeinsparung.

[0034] Besonders vorteilhaft ist weiterhin, dass die Kulissensteuerung nicht eine Kulissee, sondern mehrere Kulissen, beispielsweise vier Kulissen aufweisen kann. Bei einer Kulissensteuerung mit vier Kulissen wird ein durch den Antrieb bedingtes Kippmoment in vier Quadranten von der Kulissenführung bzw. der Kolbenstange aufgenommen. Durch die vorzugsweise gleichmäßig versetzt zueinander angeordneten Kulissenbahnen, beispielsweise vier um 90° versetzt zueinander angeordnete Kulissenbahnen, sind die Start- beziehungsweise Endpunkte der Kulissen gleichmäßig über den Umfang verteilt. Hierdurch werden Kippmomente, wie sie beispielsweise bei dem aus GB 572 502 A bekannten Stand der Technik auftreten, vermieden. Die Kolbenstange verkantet nicht oder zumindest weniger stark und der Antrieb läuft leichter. Hierdurch wird der Verschleiß gemindert und Energie gespart.

[0035] Da eine aufwändige Drehrichtungssteuerung entfallen kann, kann der Torquemotor mit einem handelsüblichen Frequenzumrichter betrieben werden. Für einen gewünschten Förderstrom der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe ist bei der beanspruchten Bauform lediglich die gewünschte Drehzahl vorzugeben.

[0036] Zur Herbeiführung eines einfachen Aufbaus der Kulissenführung ist die Kulissee ringförmig ausgebildet. Das heißt sie ist über einem Umfang der Kolbenstange geschlossen ausgeführt. Beispielsweise kann die Kulissenführung durch Einbringen nutartiger Vertiefungen in die Kolbenstange und/oder den Zylinder-Innenmantel des Torquemotors ausgeführt sein.

[0037] In einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe sind jeweils mehrere, beispielsweise zwei, einer Membran zugeordnete Kulissen identisch ausgebildet und parallel nebeneinander angeordnet. Der Vorteil ist eine geringere Flächenpressung von in die Kulissee einragend ausgebildeten Führungselemente. Das heißt mit anderen Worten, dass mehrere, zumindest zwei, von der Form identische Kulissen nebeneinander bzw. in Bewegungsrichtung hintereinander, angeordnet sind und somit die Flächenpressungen reduziert werden können.

[0038] Insbesondere bei einer Ausführung mit geteilter Kolbenstange sind zur Bewegung jeweils einer der Membranen zumindest zwei Kulissen ausgebildet, wobei die beiden Kulissen in Achsrichtung der Kolbenstange gesehen hintereinander auf der Kolbenstange angeordnet sind. Die eine Kulissee dient somit zur Steuerung der Be-

wegung der einen Membran und die andere Kulissee zur Steuerung der Bewegung der anderen Membran. Die beiden Kulissen weisen vorzugsweise einen rotatorischen Winkelversatz zueinander auf. Dadurch können die zur Führung in der Kulissee ausgebildeten Führungselemente räumlich versetzt angeordnet werden und eine exakte Führung der Kolbenstange über deren gesamten Umfang bilden

[0039] Sofern die Kulissenführung ein unabhängig von der Kulissee ausgebildetes Führungselement aufweist, ist auf einfache Weise ein verbessert sicherer Betrieb der Doppelmembranpumpe herbeigeführt, da ein Verklemmen wesentlich reduziert, insbesondere eliminiert ist. Unter dem unabhängig ausgebildeten Führungselement ist ein frei in der Kulissee bewegbares Führungselement zu verstehen. Die sowohl in den Rotor als auch in der Kolbenstange eingreifenden Führungselemente, mit deren Hilfe die Oszillierbewegung der Kolbenstange herbeigeführt wird, stehen somit in Wirkverbindung mit dem Rotor und der Kolbenstange, sind jedoch nicht fest mit einem der beiden Bauteile verbunden, sondern sind relativ zu beiden Bauteile bewegbar.

[0040] Bevorzugt betriebssicher ist die erfindungsgemäße Doppelmembranpumpe sofern das Führungselement in Form einer Kugel, einer Rolle oder eines Stiftes ausgebildet ist. Insbesondere dann, wenn das Führungselement in Form einer Kugel ausgebildet ist, wird aufgrund der Rotationssymmetrie der Kugel ein Verkanten oder Hängebleiben in der Kulissee unterbunden ist. Um dynamische Belastungen und/oder Toleranzen auszugleichen, können die Führungselemente zudem federbelastet sein.

[0041] In einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe weist die Kulissenführung eine bewegbar auf der Kolbenstange angeordnete und an den Torquemotor gekoppelte Führungshülse auf, welche zur Aufnahme der Führungselemente ausgebildet ist. Somit werden die Führungselemente gesichert in der Kulissenführung bewegbar gehalten.

[0042] Bei symmetrisch arbeitenden Doppelmembranpumpen wechseln Saughub und Pumphaub einander nach jeweils gleich langen Zeitspanne ab. Es ist somit bei einem Erreichen von Endpositionen der Membranen eine Richtungsumkehr notwendig, welche zur kurzzeitigen Unterbrechung des Förderstrom führt. Dieses, als Pulsation bekannte Phänomen, wird üblicherweise mit Hilfe von Pulsationsdämpfern minimiert. Der Nachteil beim Einsatz von Pulsationsdämpfern besteht darin, dass sie einen zusätzlichen Kostenaufwand darstellen und das Reinigen der Pumpen und Förderleitungen bei einem Materialwechsel oder der Außerbetriebnahme der Pumpen erschweren. Es ist somit vorteilhaft, die Pulsation so weit zu minimieren, dass auf den Einsatz von Pulsationsdämpfern verzichtet werden kann und die Doppelmembranpumpe eine möglichst gleichförmige, unterbrechungsfreie Förderung aufweist. Dies kann beispielsweise in einer entsprechenden Ausführung der Ku-

lissen, somit mit Hilfe entsprechender Kulissenformen und/oder durch eine entsprechende Ausführung der Kolbenstange erzielt werden.

[0043] So sind In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe die Kulissen derart ausgebildet, dass eine Zeitspanne für einen Saughub kürzer ist, als eine Zeitspanne für einen Förderhub. Damit ist die Möglichkeit gegeben eine Pulsation so weit zu minimieren, dass auf den Einsatz von Pulsationsdämpfern verzichtet werden kann und die Doppelmembranpumpe eine möglichst gleichförmige, unterbrechungsfreie Förderung aufweist.

[0044] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe sind die Kulissen derart ausgebildet, dass sich in einem Umschaltpunkt einer Membran die gegenüberliegende Membran noch in einem Förderhub befindet und umgekehrt. Die Pumphübe der beiden Membranen überlagern einander somit. Es gibt somit keinen Zeitpunkt, an dem weder die eine noch die andere Membran sich nicht im Pumpmodus befindet und der Volumenstrom des zu fördernden Mediums auf Null abfällt. Somit kann die Pulsation weiter reduziert werden.

[0045] Auch besteht die Möglichkeit der Pulsationsreduzierung dadurch, oder ergänzend zu den vorstehend genannten Ausgestaltungen, dass die erste Membran ein Förderprofil aufweist, welches von einem Förderprofil der zweiten Membran verschieden ist. Dies kann beispielsweise auf einfache Weise durch unterschiedliche Materialien der Membranen erzielt werden.

[0046] Die Figuren zeigen:

- Fig. 1 zeigt in einer perspektivischen Darstellung eine erfindungsgemäße Doppelmembranpumpe gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 2 zeigt in einem Längsschnitt II-II die Doppelmembranpumpe gem. Fig. 1;
- Fig. 3 zeigt in einer Detailansicht III die Doppelmembranpumpe gem. Fig. 1;
- Fig. 4 zeigt in einer perspektivischen Darstellung eine Kolbenstange mit einer Führungshülse aufweisend zwei Membranen der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 5 zeigt in einem Längsschnitt die Kolbenstange gem. Fig. 4;
- Fig. 6 zeigt in einer perspektivischen Darstellung die Kolbenstange der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe in einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 7 zeigt in einer perspektivischen Darstellung die Kolbenstange gemäß Fig. 6 mit der Führungshülse;
- Fig. 8 zeigt in einer perspektivischen Darstellung die Kolbenstange gem. Fig. 6;
- Fig. 9 zeigt in einer Seitenansicht die Kolbenstange gem. Fig. 6;
- Fig. 10 zeigt in einer perspektivischen Darstellung ei-

ne Kolbenstange der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel aufweisend die zwei Membranen;

- 5 Fig. 11 zeigt in einer perspektivischen Darstellung die Kolbenstange gem. Fig. 10;
- Fig. 12 zeigt in einer Seitenansicht die Kolbenstange gem. Fig. 11, und
- Fig. 13 zeigt in einem Zeit-Volumenstrom-Diagramm ein Volumenstromverlauf einer Doppelmembranpumpe gemäß dem Stand der Technik im Vergleich mit einem Volumenstromverlauf gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel.

- 15 **[0047]** Gleiche oder ähnliche Elemente können in den nachfolgenden Figuren mit gleichen oder ähnlichen Bezugszeichen versehen sein. Ferner enthalten die Figuren der Zeichnung, deren Beschreibung sowie die Ansprüche zahlreiche Merkmale in Kombination. Einem Fachmann ist dabei klar, dass diese Merkmale auch einzeln betrachtet werden oder sie zu weiteren, hier nicht näher beschriebenen Kombinationen zusammengeführt werden können. Die Erfindung erstreckt sich ausdrücklich auch auf solche Ausführungsformen, welche nicht durch
- 20 Merkmalskombinationen aus expliziten Rückbezügen der Ansprüche gegeben sind, womit die offenbarten Merkmale der Erfindung, soweit dies technisch sinnvoll ist, beliebig miteinander kombiniert sein können. Die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele haben somit nur beschreibenden Charakter und sind nicht dazu
- 25 gedacht, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken.

- [0048]** Ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe 10 ist in Fig. 1 in einer perspektivischen Darstellung und in Fig. 2 in einem Schnitt II-II entlang einer Längsachse 15 der Doppelmembranpumpe 10 abgebildet. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die hier beschriebene erfindungsgemäße Doppelmembranpumpe 10 nicht auf die
- 30 dargestellten Ausführungsbeispiele eingeschränkt sein soll, sondern vielmehr auf jede denkbare Ausführungsform einer Doppelmembranpumpe übertragbar ist.

- [0049]** Die erfindungsgemäße Doppelmembranpumpe 10 weist im Wesentlichen ein Gehäuse 11, mit einem zwischen einem ersten Gehäusedeckel 12 und einem zweiten Gehäusedeckel 13 angeordneten Pumpenkorpus 14 auf. Des Weiteren weist die Doppelmembranpumpe 10 als wesentliche Elemente zwei Membranen, nämlich eine erste Membran 16 und eine zweite Membran
- 35 17, auf. Die Membranen 16, 17 sind mit Hilfe eines an ihrem Umfang ausgebildeten peripheren Ringwulst 18 zwischen den jeweiligen Gehäusedeckeln 12, 13 und dem Pumpenkorpus 14 zusammengedrückt und dort gehalten.

- 50 **[0050]** Als Materialien für die Membranen 16, 17 kommen vorzugsweise elastomere Verbundstoffe, wie beispielsweise NBR zum Einsatz. Der Werkstoff NBR übernimmt die Funktion eines elastischen Grundmaterials,

auf welches, insbesondere zur Medienseite hin, eine chemisch beständige, dünne PTFE-Folie aufkaschiert sein kann.

[0051] Die Gehäusedeckel 12, 13 bilden zusammen mit dem Pumpenkorpus 14 zwei Kammern aus, eine erste Kammer 19 und eine zweite Kammer 20, welche jeweils durch die Membranen 16, 17 in eine Produktkammer 21, 22 und eine Expansionskammer 23, 24 mit wechselnden Volumina geteilt sind. Das heißt, dass die erste Kammer 19 mit Hilfe der ersten Membran 16 in die erste Produktkammer 21 und die erste Expansionskammer 23, und die zweite Expansionskammer 24 mit Hilfe der zweiten Membran 17 in die zweite Produktkammer 22 und die zweite Expansionskammer 24 geteilt sind. Bei pneumatisch angetriebenen Doppelmembranpumpen dienen die Kammern 23, 24 als Expansionskammern, die, durch Ventile gesteuert, abwechselnd mit Druckluft beaufschlagt werden und so einen Volumenstrom eines zu pumpenden Mediums realisieren.

[0052] Die Membranen 16, 17 sind mit einer Kolbenstange 25 an deren Stangenenden 37, 38 derart verbunden, dass sie die Produktkammern 21, 22 wechselseitig expandieren und komprimieren. Dabei unterteilt sich ein Zyklus, wie bei Pumpen üblich, in einen Pumphub und einen Saughub.

[0053] Während des Pumphubs drücken die Membranen 16, 17 wechselseitig in Richtung der Gehäusedeckel 12, 13 und verdrängen das zu fördernde Produkt bzw. Medium aus den Produktkammern 21, 22. Während des Saughubs werden die Membran 16; 17 durch die Kolbenstange 25 in Richtung Mitte des Pumpenkorpus 14 gezogen, so dass sich die Produktkammern 21, 22 vergrößern und eine weitere Menge des Mediums eingesaugt wird. Um einen gleichmäßigen Volumenstrom des zu fördernden Mediums zu realisieren, ist die Doppelmembranpumpe 10 so konzipiert, dass dann, wenn mit der einen Membran 16 gepumpt wird, von der anderen Membran 17 gesaugt wird und umgekehrt. Der Rückfluss des Mediums beim Umschalten der Kammern 19, 20 wird durch geeignete, nicht näher abgebildete Rückschlagventile verhindert.

[0054] Zwischen den Membranen 16, 17 ist eine elektrische Antriebseinrichtung 26 in Form eines Torquemotors 40 angeordnet. Die Antriebseinrichtung 26 in Form des Torquemotors 40 ermöglicht eine kompakte koaxiale Bauweise seines Rotors 27 und der Kolbenstange 25, welche zwischen den Membranen 16, 17 ausgebildet ist. Das heißt mit anderen Worten, dass eine ausladende Bauweise, also eine einen großen Bauraumbedarf aufweisende Bauweise, wie beispielsweise bei senkrecht zur Kolbenstange 25 und somit senkrecht zu einer Bewegungsachse 28 der Membranen 16, 17 angeordneten Antriebsmotoren nicht mehr zwangsläufig ist.

[0055] Erfindungsgemäß ist eine selbstgeregelt oszillierende Bewegung der Kolbenstange 25 mit Hilfe einer Kulissenführung 29, die im dargestellten Ausführungsbeispiel auf der Kolbenstange 25 ausgebildet ist, realisiert. An dieser Stelle sei erwähnt, dass die oszillierende

Bewegung der Kolbenstange 25 nicht wie bei der oszillierenden Bewegung der Membranen 16, 17 eine schwingende Bewegung ist, sondern unter der oszillierenden Bewegung der Kolbenstange 25 ist eine translatorische Hin- und Her-Bewegung der Kolbenstange zu verstehen.

[0056] Hierzu greifen im Rotor 27 der Antriebseinrichtung 26, oder, wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel, in einem an den Rotor 27 gekoppelten Führungshülse 32, angeordnete Führungselemente 30 in nutartige Vertiefungen der Kolbenstange 25 ein. Die nutartigen Vertiefungen in der Kolbenstange 25 bilden somit Kulissen 31 der Kulissenführung 29 aus. In dieser Ausführung sind je zwei Führungen parallel zueinander angeordnet. Sie sind insofern voneinander unabhängig, dass sie einander nicht kreuzen.

[0057] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Führungselemente 30 in Form von Kugelelementen bzw. Kugeln ausgebildet. Die Führungshülse 32 umfasst Vertiefungen zur Aufnahme der Kugeln. Im montierten Zustand ragen die Kugeln aus den Vertiefungen der Führungshülse 32 heraus und in die Kulissen 31 der Kolbenstange 25 hinein. Mit Hilfe der durch die Kulissenführung 29 ausgebildeten Zwangsführung wird die zum Antrieb der Membranen 16, 17 notwendige Oszillierbewegung der Kolbenstange 25 realisiert. Das heißt mit anderen Worten, dass die selbstgeregelt, oszillierende Bewegung der Kolbenstange 25 mit Hilfe einer Kulissenführung 29 aufweisend zumindest zwei voneinander unabhängig ausgebildete Kulissen 31 herbeigeführt ist.

[0058] Die Kulissenführung 29 weist somit ein unabhängig von der Kulisse 31 ausgebildetes Führungselement 30 auf. Insbesondere ist das Führungselement 30 auch unabhängig von der Antriebseinrichtung 26 ausgebildet. Es ist somit gemäß einer Führungsform der Kulisse 31 frei bewegbar in der Kulisse 31.

[0059] Fig. 3 zeigt eine der Fig. 2 entnommene Ausschnittsvergrößerung III der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe 10 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Die Führungshülse 32 bildet mit der Kolbenstange 25 eine Spielpassung aus. Zu erkennen ist weiterhin, dass zwei Führungselemente 30, hier: Kugeln, die Führungshülse 32 und die Kolbenstange 25 aneinander koppeln. Da es sich bei den in die Führungshülse 32 eingebrachten Vertiefungen um kreisrund Bohrungen zur Aufnahme der Kugeln handelt, können diese sich in den Bohrungen zwar relativ widerstandsarm um ihren Mittelpunkt drehen, jedoch keine translatorische Bewegung gegenüber der Führungshülse 32 durchführen. Dahingegen handelt es sich bei den in die Kolbenstange 25 eingebrachten Kulissen 31 um kanalartige Führungsbahnen. Wenn die Führungshülse 32 mittels des Rotors 29 gedreht wird, wird somit die Drehbewegung der Führungshülse 32 in eine translatorische Bewegung der Kolbenstange 25 umgewandelt. Dabei ist die Länge des Hubes und die Zeitanteile für Saughub und Pumphub abhängig von der Ausgestaltung der Kulisse 31 bzw. durch die Ausgestaltung der Kulisse 31 konstruktiv festlegbar.

[0060] In den Figuren 4 und 5 ist die Kolbenstange 25

umfasst von der Führungshülse 32 und gemeinsam mit den an die Kolbenstange 25 gekoppelten Membranen 16 und 17 dargestellt. Die Figuren 4 und 5 zeigen das erste Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 1 bis 3 der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe 10 in einer perspektivischen Darstellung bzw. in einem Längsschnitt. Die Führungshülse 32 der Kulissenführung 29 ist bewegbar auf der Kolbenstange 25 angeordnet.

[0061] Die Kulissenführung 29 umfasst Kulissen 31, welche derart ausgebildet sind, dass eine Drehrichtungs-umkehr der Antriebseinrichtung 26 entfallen kann. Eine aufwändige Drehrichtungssteuerung ist somit überflüssig. Das heißt, dass die erfindungsgemäße Doppelmembranpumpe 10 selbstregelnd ausgebildet ist. Die in Form des Torquemotors 40 ausgebildete Antriebseinrichtung 26 kann somit mit einem handelsüblichen nicht näher abgebildeten Frequenzrichter betrieben werden. Für einen gewünschten Förderstrom der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe 10 ist lediglich eine dem Förderstrom zugehörige Drehzahl vorzugeben.

[0062] Die Kulissen 31 sind jeweils ringförmig ausgebildet, das heißt, sie bilden jeweils eine, sich über einem Umfang der Kolbenstange 25 erstreckende, geschlossene Ringnut. In jeder dieser Kulissen 31 ist zumindest ein Führungselement 30 angeordnet, welches sich vollständig in der Kulisse 31 über deren Umfang bewegen kann. Oder mit anderen Worten gesagt, es ist jedes Führungselement 30 in der Kulisse 31 vollständig über deren Umfangserstreckung bewegbar. Dies führt zu einer gesicherten Betriebsweise der Doppelmembranpumpe 10.

[0063] Die Kolbenstange 25 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel weist in der gezeigten Ausführung jeweils zwei gleichförmige Kulissen 31 paarweise und parallel, nebeneinander angeordnet auf. Dadurch, dass im vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei Kulissen 31 paarweise ausgeführt sind, reduziert sich durch die Kulissenführung bewirkte Flächenpressung. Oder mit anderen Worten gesagt, sind zur Vermeidung eines aufgrund einer hohen Flächenpressung auftretenden Verschleißes der Kolbenstange 25 und der Führungselemente 30 mehrere von der Form identische Kulissen 31 nebeneinander angeordnet, so dass die Flächenpressung reduziert werden kann. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Flächenpressung durch Hinzufügen einer oder mehrere zusätzlicher Kulissen weiter zu reduzieren. Ein Winkelversatz der Kulissen ist ebenfalls möglich. Hierdurch wird eine Verteilung der Kräfte über den Umfang ermöglicht.

[0064] Die nebeneinander angeordneten paarweise ausgebildeten Kulissen 31 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ermöglichen eine höhere Packungsdichte um eine möglichst geringe Flächenpressung zu erreichen.

[0065] Alternativ sind die Kulissen 31 so konzipiert, dass alle Kugeln einerseits dieselbe Hub-Saugbewegung realisieren, andererseits aber gleichmäßig über den Umfang von Führungshülse 32 und Kolbenstange 25 verteilt sind (vgl. Fig. 7). Die durch die Kulissenführung

29 bewirkte Last wird somit nicht einseitig, also entlang einer einzigen, zur Mittelachse der Kolbenstange 25 parallelen, Geraden, von der Führungshülse 32 auf die Kolbenstange 25 übertragen, sondern gleichmäßig, beispielsweise von vier Führungselementen 26 oder Führungselementen-Paaren an vier Punkten bzw. Punktpaaren bei 90°, 180°, 270° und 360° von der Führungshülse 32 auf die Kolbenstange 25 übertragen.

[0066] In den Figuren 6 bis 9 ist die Kolbenstange 25 gemäß der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe 10 in verschiedenen Ansichten illustriert. Figur 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel in einer perspektivischen Ansicht mit den Membranen 16, 17, aber ohne Führungshülse 32. Figur 7 zeigt das System gemäß Fig. 6 mit montierter Führungshülse 32, in einer weiteren perspektivischen Ansicht. Die Figuren 8 und 9 zeigen die Kolbenstange 25 mit den in die Kolbenstange 25 eingebrachten Kulissen 31 in einer perspektivischen Ansicht, Figur 9 zeigt die Kolbenstange 25 gemäß fig. 8 in einer Seitenansicht. Bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel sind die Kulissen 31 alleinstehend, somit nicht paarweise angeordnet.

[0067] Die nebeneinander angeordneten Kulissen 31 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel sind zueinander radial und axial versetzt angeordnet, wie insbesondere in den Figuren 6, 8 und 9 illustriert ist.

[0068] Die Anzahl der Kulissen 31, oder Kulissenpaare, ist grundsätzlich abhängig von dem gewünschten Einsatzgebiet der Doppelmembranpumpe 10 und ihrer entsprechenden axialen Ausdehnung.

[0069] Durch einen ausgewählten rotatorischen Winkelversatz der einzelnen Kulissen 31 oder Kulissenpaare zueinander, können die Führungselemente 30 räumlich versetzt angeordnet werden und somit auch eine exakte, vorzugsweise kugelgelagerte, Führung der Kolbenstange 25 über deren gesamten Umfang bilden. Das heißt mit anderen Worten, dass zur Bewegung der Membran 16, 17 zumindest zwei Kulissen 31 ausgebildet sind, wobei die beiden Kulissen 31 nebeneinander auf der Kolbenstange 25 angeordnet sind, und wobei die beiden Kulissen 31 einen rotatorischen Winkelversatz zueinander aufweisen.

[0070] Die Führungselemente 30 sind mit Hilfe der Führungshülse 32, welche die Kolbenstange 25 um deren Mantelfläche 33 umfassend ausgebildet ist, in Aufnahmeöffnungen 34 der Führungshülse 32 bewegbar angeordnet.

[0071] In einem dritten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe 10 ist die Kolbenstange 25 geteilt ausgebildet. Diese geteilte Koppelstange 25 ist in den Figuren 10 bis 12 abgebildet, wobei sie in den Figuren 10 und 11 in einer perspektivischen Ansicht mit den Membranen 16, 17 bzw. ohne diese Membranen 16, 17 und in Fig. 12 in einer Seitenansicht ebenfalls ohne die Membranen 16, 17 illustriert ist.

[0072] Grundsätzlich wird bei Doppelmembranpumpen 10 aufgrund der Tatsache, dass beim Erreichen einer Endpositionen der Membranen 16, 17 und dem damit

notwendigen Umschalten der Bewegungsrichtung der Kolbenstange 25 ein Förderstrom des zu fördernden Mediums oder Produktes kurzzeitig unterbrochen. Dabei tritt eine so genannte Pulsation auf, welche üblicherweise mit Hilfe von Pulsationsdämpfern minimiert wird. Der Nachteil beim Einsatz von Pulsationsdämpfern besteht darin, dass sie einen zusätzlichen Kostenaufwand darstellen und das Reinigen der Doppelmembranpumpen 10 und nicht näher abgebildete Förderleitungen bei einem Materialwechsel oder einer Außerbetriebnahme der Doppelmembranpumpen 10 erschweren.

[0073] Die geteilten Kolbenstange 25 weist somit einen ersten Kolbenstangenabschnitt 35 und einen zweiten Kolbenstangenabschnitt 36 auf, wobei der erste Kolbenstangenabschnitt 35 an seinem von dem zweiten Kolbenstangenabschnitt 36 abgewandt ausgebildeten ersten Stangenende 37 die erste Membran 16 besitzt, und der zweite Kolbenstangenabschnitt 36 an seinem von dem ersten Kolbenstangenabschnitt 35 abgewandt ausgebildeten zweiten Stangenende 38 die zweite Membran 17 aufweist. Die beiden Kolbenstangenabschnitte 35, 36 sind bevorzugt gleich dimensioniert.

[0074] Das heißt mit anderen Worten, dass die Kolbenstange 25 der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe 10 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel vorzugsweise mittig unterbrochen ist, und damit unabhängige Bewegungen der beiden Membranen 16, 17 realisiert werden können.

[0075] Bei der Ausbildung von mindestens zwei voneinander unabhängigen Kulissen 31 in jeweils einem Kolbenstangenabschnitt 35; 36 wird eine Bewegung der Membranen 16, 17 derart realisiert, dass eine benötigte Zeitspanne für einen Saughub der Membranen 16, 17 kürzer, vorzugsweise minimal kürzer, ist als eine Zeitspanne für einen Förderhub. Hierdurch ergibt sich eine zwangsweise Überlagerung der Förderhübe der beiden Membranen 16, 17.

[0076] Die Bewegungsprofile sind dabei vorzugsweise derart ausgelegt, dass im Umschaltzeitpunkt der ersten Membran 16, in dem eine Förderung des Mediums nicht vorhanden ist, die zweite Membran 17 ihren Umschaltzeitpunkt gerade noch nicht erreicht hat und damit die Förderung der Doppelmembranpumpe 10 aufrecht hält. Umgekehrt wird die Unterbrechung des Förderstroms im Umschaltzeitpunkt der zweiten Membran 17 durch die Förderung der ersten Membran 16 zumindest teilweise kompensiert.

[0077] Dieses ist möglich, da die Zeit für den Saughub durch die Auslegung der Kulissen 31 in der geteilten Kolbenstange 25, oder mit anderen Worten, in den beiden Kolbenstangenabschnitten 35, 36 immer kürzer ist, als die Zeit für den Förderhub. Somit kann das Phänomen der Pulsation erheblich reduziert werden und der Einsatz von Pulsationsdämpfern kann entfallen.

[0078] An dieser Stelle sei erwähnt, dass sowohl bei Doppelmembranpumpen 10 mit durchgehender Kolbenstange 25 als auch bei Doppelmembranpumpen 10 mit geteilter Kolbenstange 25 jeder Membran 16, 17 eine

Stützscheibe 39 zugeordnet ist, damit der von der Kolbenstange 25 auf die Membran 16, 17 ausgeübte Druck großflächig auf die entsprechende Membran 16, 17 übertragen werden kann. Wäre sie nicht ausgebildet, würde eine punktuelle, bzw. sehr kleinflächige, Druckübertragung auf die Membran 16; 17 erfolgen.

[0079] In Fig. 13 ist in einem Zeit-Volumenstrom-Diagramm ein erster Volumenstromverlauf V1 einer Doppelmembranpumpe gemäß dem Stand der Technik im Vergleich mit einem zweiten Volumenstromverlauf V2 der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe 10 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel abgebildet. Der zweite Volumenstromverlauf V2 ist gestrichelt eingetragen.

[0080] Beide Volumenstromverläufe V1, V2 weisen vor einem Umschalten zu einem bestimmten Umschaltzeitpunkt T1 einen im Wesentlichen identischen Verlauf auf. Mit einem Umschalten erfolgt grundsätzlich eine Reduktion eines geförderten Volumenstromes, weshalb der erste Volumenstromverlauf V1 von einem ersten Wert $W1_{V1}$ des ersten Volumenstromverlaufes V1 auf einen zweiten Wert $W2_{V1}$ des ersten Volumenstromverlaufes V1 bzw. der zweite Volumenstromverlauf V2 von einem ersten Wert $W1_{V2}$ auf einen zweiten Wert $W2_{V2}$ des zweiten Volumenstromverlaufes V2 abfallen. Es ist zu erkennen, dass der Volumenstrom V1 (durchgezogene Linie) nach dem Umschalten sehr stark auf den sehr niedrigen Wert $W2_{V1}$ abfällt. Dahingegen fällt der Volumenstrom V2 (gestrichelte Linie) der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe 10 deutlich weniger stark ab, nämlich lediglich vom Wert $W2_{V1}$ auf den Wert $W2_{V2}$.

[0081] Nach dem Umschalten steigt der erste Volumenstromverlauf V1 auf einen dritten Wert $W3_{V1}$ an, ebenso steigt der zweite Volumenstromverlauf V2 auf einen dritten Wert $W3_{V2}$ an, wobei die beiden dritten Werte $W3_{V1}$, $W3_{V2}$ wieder, wie auch die ersten Werte $W1_{V1}$, $W1_{V2}$, identisch sind.

[0082] Im weiteren Verlauf des Pumpenhubes reduzieren sich ebenfalls beide Volumenstromverläufe V1, V2 vom Wert $W3_{V1}$ bzw. $W3_{V2}$ auf den jeweiligen ersten Wert $W1_{V1}$ bzw. $W1_{V2}$. Dieser grundsätzliche Verlauf der Volumenstromverläufe V1, V2 ist auf eine Elastizität der Membranen 16, 17 und Leitungen zurückzuführen. Als Pulsation wird grundsätzlich eine Differenz des Volumenstromverlaufes zwischen dem jeweils zweiten Wert, somit dem zum Zeitpunkt des Umschaltens erzielte Wert, und dem dritten Wert während eines so genannten Pump-Zyklus bezeichnet. Somit weist der erste Volumenstromverlauf V1 eine erste Pulsation P1 auf und der zweite Volumenstromverlauf V2 weist eine zweite Pulsation P2 auf. Es ist deutlich erkennbar, dass die zweite Pulsation P2 wesentlich geringer ist als die erste Pulsation P1.

[0083] Mit Hilfe der Kolbenstange 25 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Doppelmembranpumpe 10, das heißt mit anderen Worten, der geteilten Kolbenstange 25, ist es möglich für jede Membran 16; 17 einen kurzen Saughub, beispielsweise 215 der Zeit eines Pump-Zyklus, und einen längeren

Pumphub, beispielsweise 3/5 der Zeit eines Pumphubes, zu realisieren. Die unterschiedliche Zeitdauer wird realisiert durch unterschiedliche Steigungen der in den Kolbenstangenabschnitten 35, 36 ausgebildeten Kulissen 31. Auf Grund der mehr als 50% betragenden Zeitdauer eines Pumphubes ist es möglich, dass die Pumphübe der beiden Membranen 16, 17 einander überlappen. Durch die Überlappung der Pumphübe ist es möglich die Pulsation wesentlich zu reduzieren, wie es der Verlauf des zweiten Volumenstromverlaufes V2 im Vergleich mit dem ersten Volumenstromverlauf V1 zeigt.

Bezugszeichenliste

[0084]

10	Doppelmembranpumpe
11	Gehäuse
12	Erster Gehäusedeckel
13	Zweiter Gehäusedeckel
14	Gehäusekorpus
15	Längsachse
16	Erste Membran
17	Zweite Membran
18	Ringwulst
19	Erste Kammer
20	Zweite Kammer
21	Erste Produktkammer
22	Zweite Produktkammer
23	Erste Expansionskammer
24	Zweite Expansionskammer
25	Kolbenstange
26	Antriebseinrichtung
27	Rotor
28	Bewegungsachse
29	Kulissenführung
30	Führungselement
31	Kulisse
32	Führungshülse
33	Mantelfläche
34	Aufnahmeöffnung
35	Erster Kolbenstangenabschnitt
36	Zweiter Kolbenstangenabschnitt
37	Erstes Stangenende
38	Zweites Stangenende
39	Stützscheibe
40	Torquemotor
II - II	Schnitt (aus Fig. 1)
III	Ausschnitt (aus Fig. 2)
P1	Erste Pulsation
P2	Zweite Pulsation
T	Zeit
T1	Umschaltzeitpunkt
V	Volumenstrom
V1	Erster Volumenstrom
V2	Zweiter Volumenstrom
W1 _{V1}	Erster Wert des ersten Volumenstromverlaufes

W1 _{V2}	Erster Wert des zweiten Volumenstromverlaufes
W2 _{V1}	Zweiter Wert des ersten Volumenstromverlaufes
5 W2 _{V2}	Zweiter Wert des zweiten Volumenstromverlaufes
W3 _{V1}	Dritter Wert des ersten Volumenstromverlaufes
W3 _{V2}	Dritter Wert des zweiten Volumenstromverlaufes
10	

Patentansprüche

1. Doppelmembranpumpe (10), umfassend:

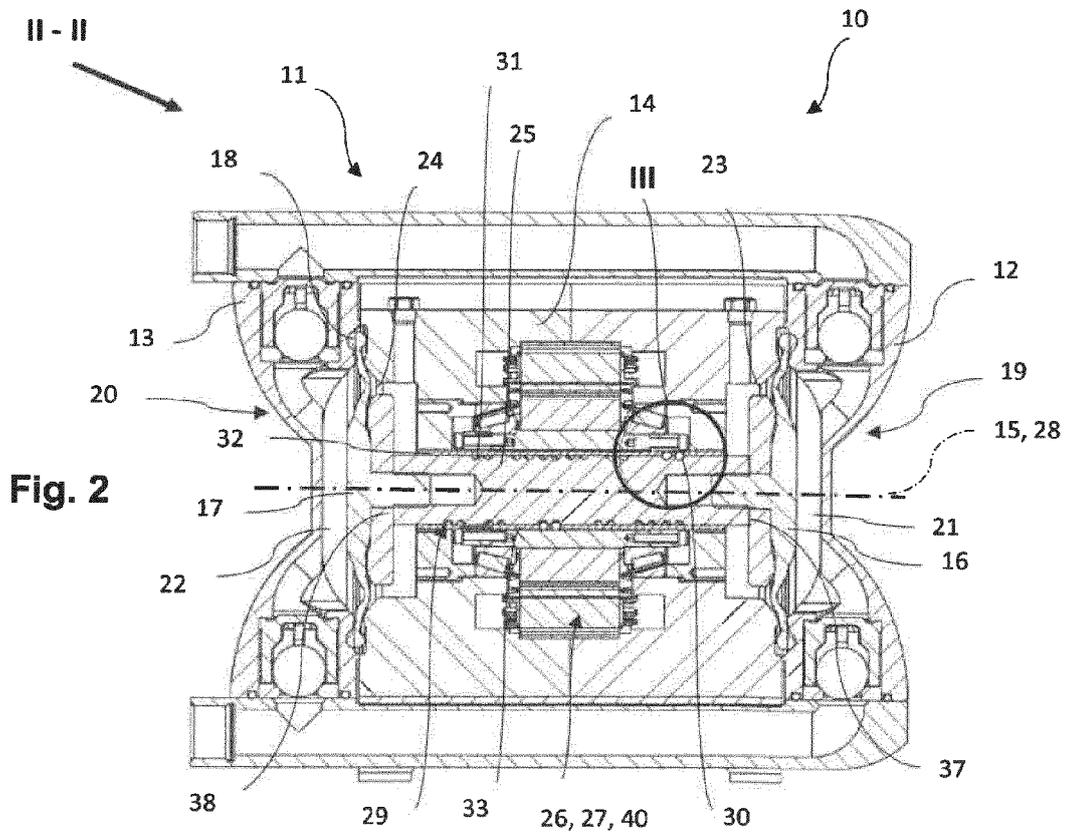
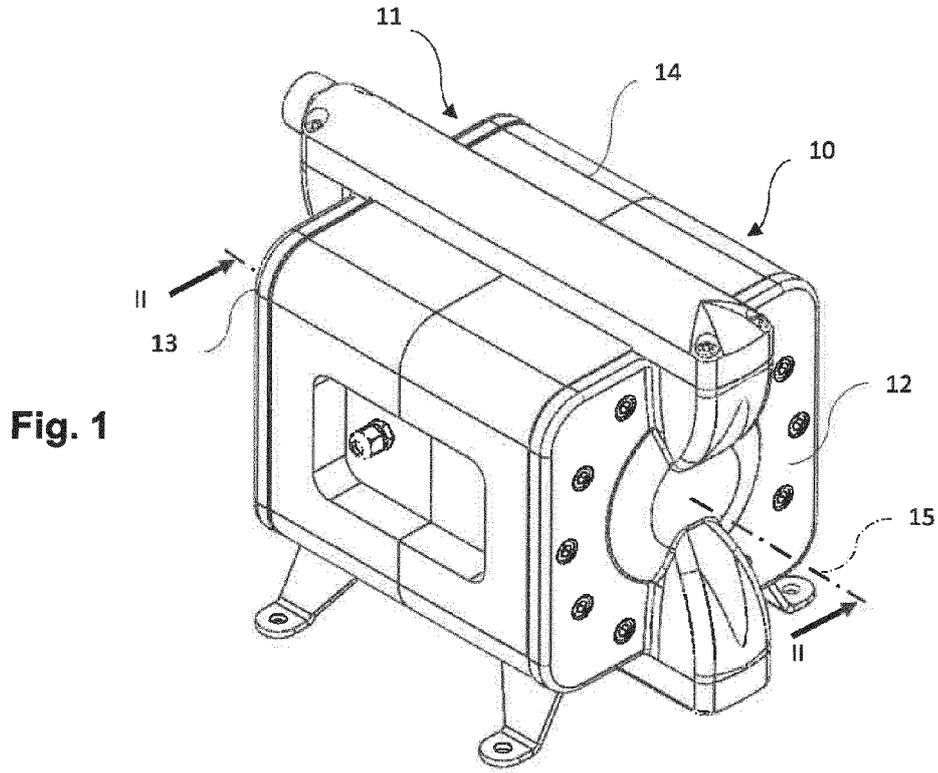
- 15
- ein Gehäuse (11) und eine im Gehäuse (11) translatorisch entlang einer Längsachse (15) des Gehäuses (11) bewegbar aufgenommenen Kolbenstange (25),
 - 20 - wobei das Gehäuse (11) zumindest eine Einlassöffnung und zumindest eine Auslassöffnung aufweist, und
 - wobei an einem ersten Stangenende (37) der Kolbenstange (25) eine erste Membran (16) der Doppelmembranpumpe (10) und an einem von dem ersten Stangenende (37) abgewandt ausgebildeten zweiten Stangenende (38) der Kolbenstange (25) eine zweite Membran (17) der Doppelmembranpumpe (10) angeordnet sind,
 - 25 - wobei die erste Membran (16) in einer im Gehäuse (11) ausgebildeten ersten Kammer (19) der Doppelmembranpumpe (10) und die zweite Membran (17) in einer im Gehäuse (11) ausgebildeten zweiten Kammer (20) angeordnet sind,
 - 30 - wobei die Membranen (16, 17) die Kammern (19, 20) in jeweils eine Produktkammer (21; 22) und eine Expansionskammer (23; 24) trennend ausgebildet sind, und
 - 35 - mit einer Antriebseinrichtung (26) zur Herbeiführung einer translatorischen Bewegung der Kolbenstange (25),
 - 40

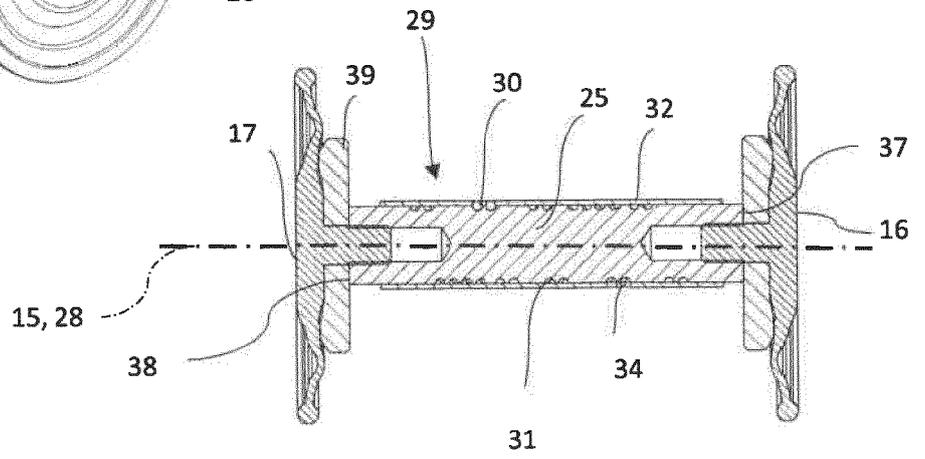
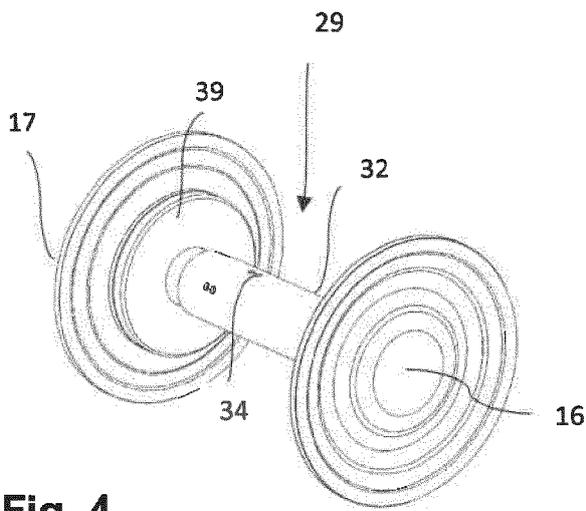
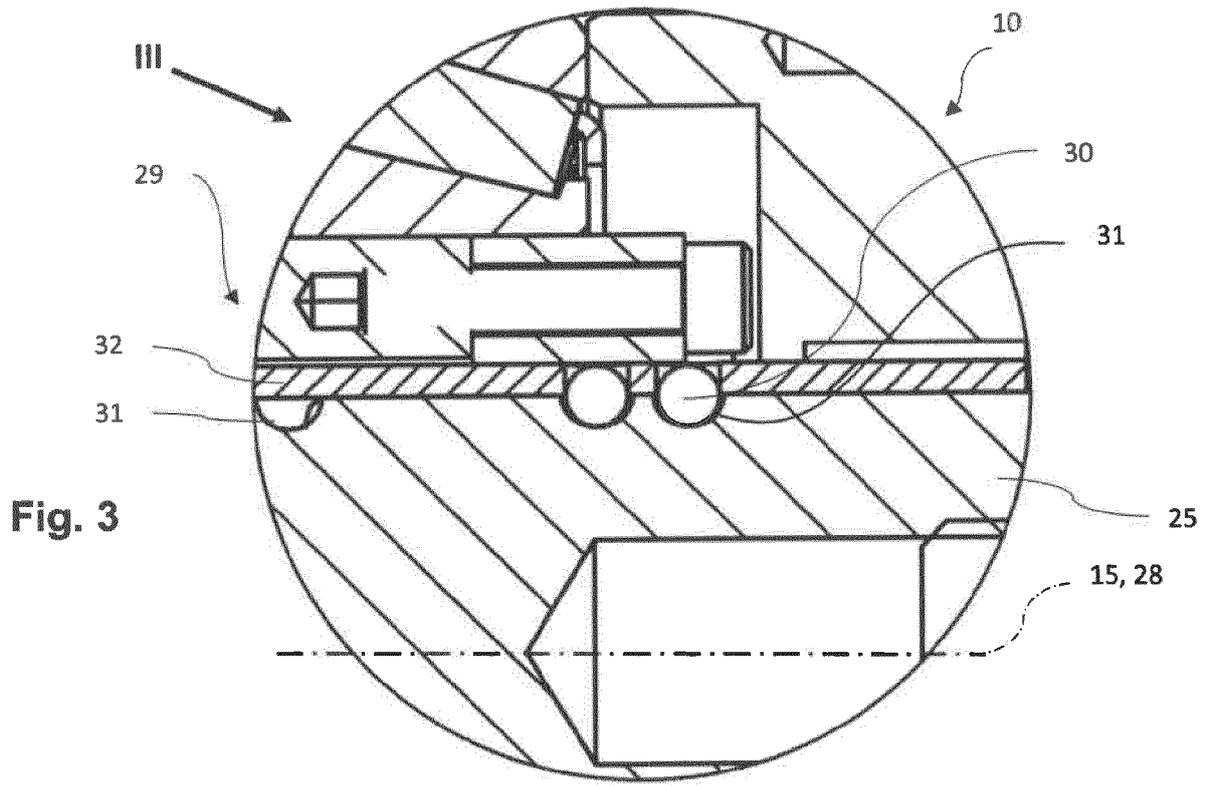
dadurch gekennzeichnet, dass die Kolbenstange (25) zur Durchführung einer selbstgeregelten, oszillierenden Bewegung ausgebildet ist.

- 45
2. Doppelmembranpumpe (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbenstange (25) geteilt ist und die selbstgeregelte, oszillierende Bewegung der Kolbenstange (25) mit Hilfe einer Kulissenführung (29) aufweisend zumindest zwei voneinander unabhängig ausgebildete Kulissen (31) herbeigeführt ist, wobei eine Kulisse (31) zur Bewegung der ersten Membran (16) und die andere der Kulissen (31) zur Bewegung der zweiten Membran (17) ausgebildet sind.
- 50
- 55

3. Doppelmembranpumpe (10) nach Anspruch 1 oder

- 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung (26) einen mit der Kolbenstange (25) koaxial ausgebildeten Rotor (27) aufweist.
4. Doppelmembranpumpe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung (26) eine elektrische Antriebseinrichtung ist.
5. Doppelmembranpumpe (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Antriebseinrichtung (26) in Form eines Torquemotors (40) ausgebildet ist.
6. Doppelmembranpumpe (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kulisse (31) ringförmig ausgebildet ist.
7. Doppelmembranpumpe (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Kulissen (31) identisch ausgebildet und parallel nebeneinander angeordnet sind.
8. Doppelmembranpumpe (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bewegung der Membran (16; 17) zumindest zwei Kulissen (31) ausgebildet sind, wobei die beiden Kulissen (31) nebeneinander auf der Kolbenstange (25) angeordnet sind, und wobei die beiden Kulissen (31) einen rotatorischen Winkelversatz zueinander aufweisen.
9. Doppelmembranpumpe (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kulissenführung (29) ein unabhängig von der Kulisse (31) ausgebildetes Führungselement (30) aufweist.
10. Doppelmembranpumpe (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Führungselement (30) in Form einer Kugel, einer Rolle oder eines Stiftes ausgebildet ist.
11. Doppelmembranpumpe (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kulissenführung (29) eine bewegbar auf der Kolbenstange (25) angeordnete Führungshülse (32) aufweist.
12. Doppelmembranpumpe (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kulissen (31) derart ausgebildet sind, dass eine Zeitspanne für einen Saughub kürzer ist, als eine Zeitspanne für einen Förderhub.
13. Doppelmembranpumpe (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kulissen (31) derart ausgebildet sind, dass sich
- in einem Umschaltpunkt einer Membran (16; 17) die gegenüberliegende Membran (17; 16) noch in einem Förderhub befindet.
14. Doppelmembranpumpe (10) nach Anspruch 2 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Membran (16) ein Förderprofil aufweist, welches von einem Förderprofil der zweiten Membran (17) verschieden ist.





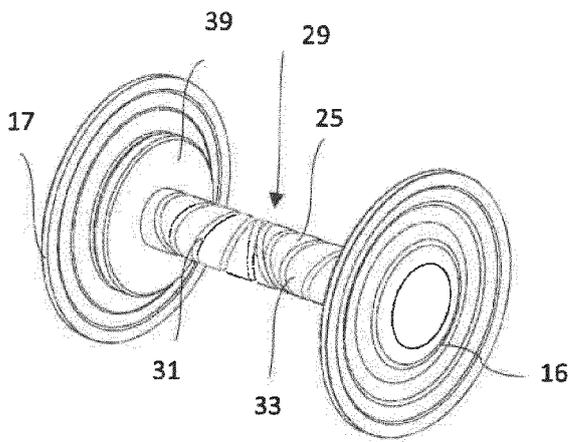


Fig. 6

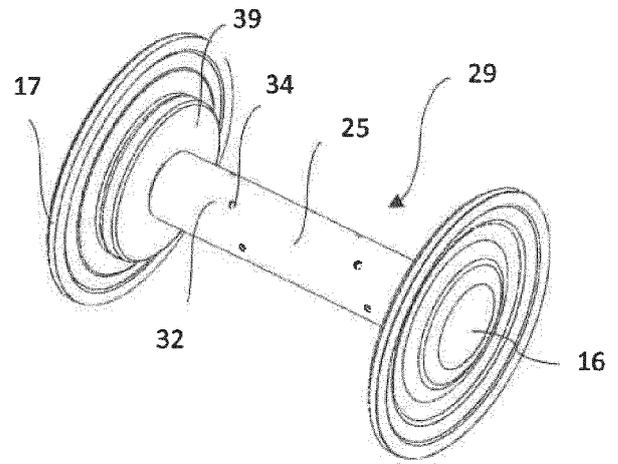


Fig. 7

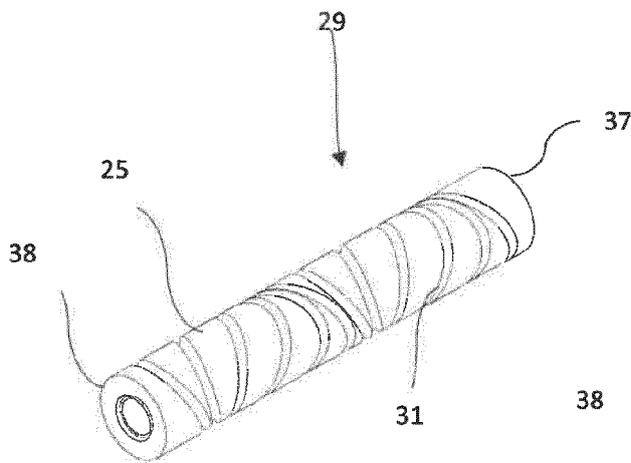


Fig. 8

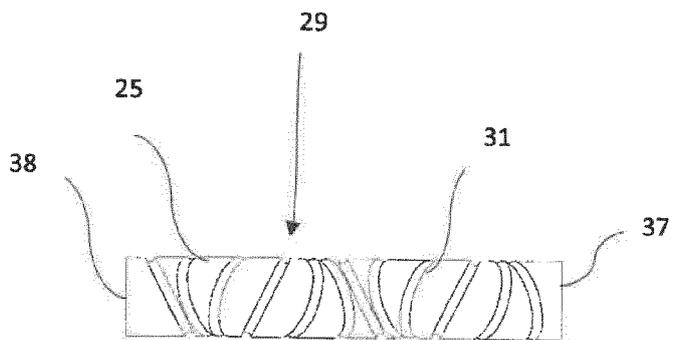


Fig. 9

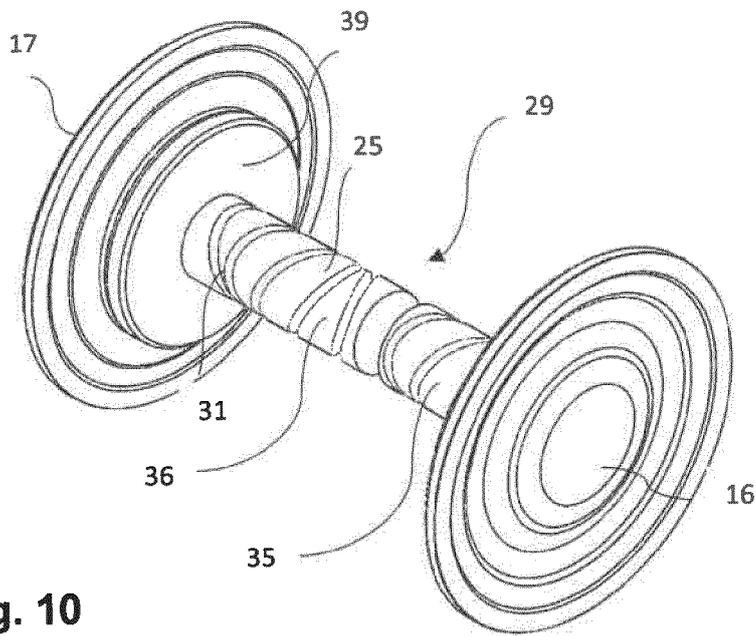


Fig. 10

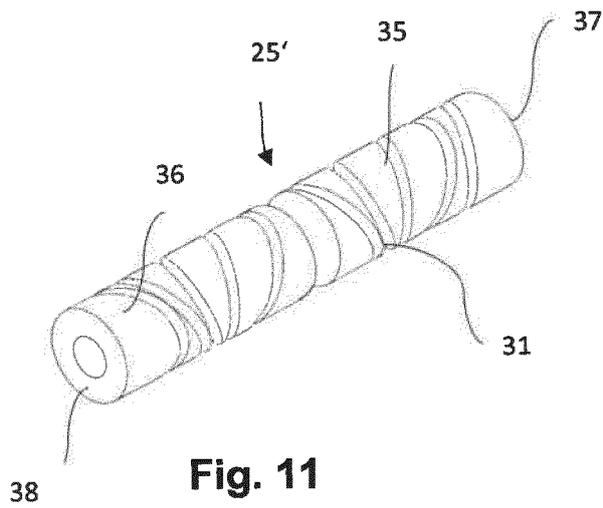


Fig. 11

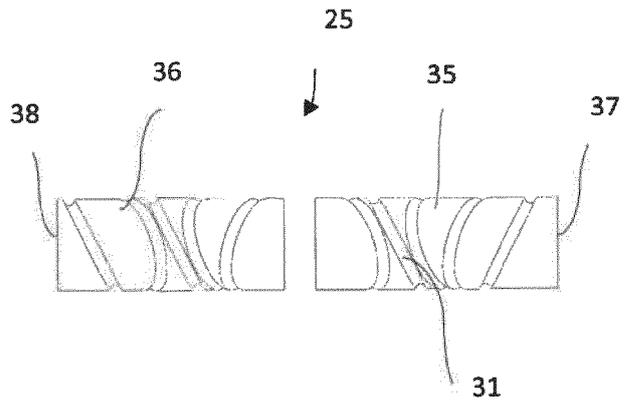


Fig. 12

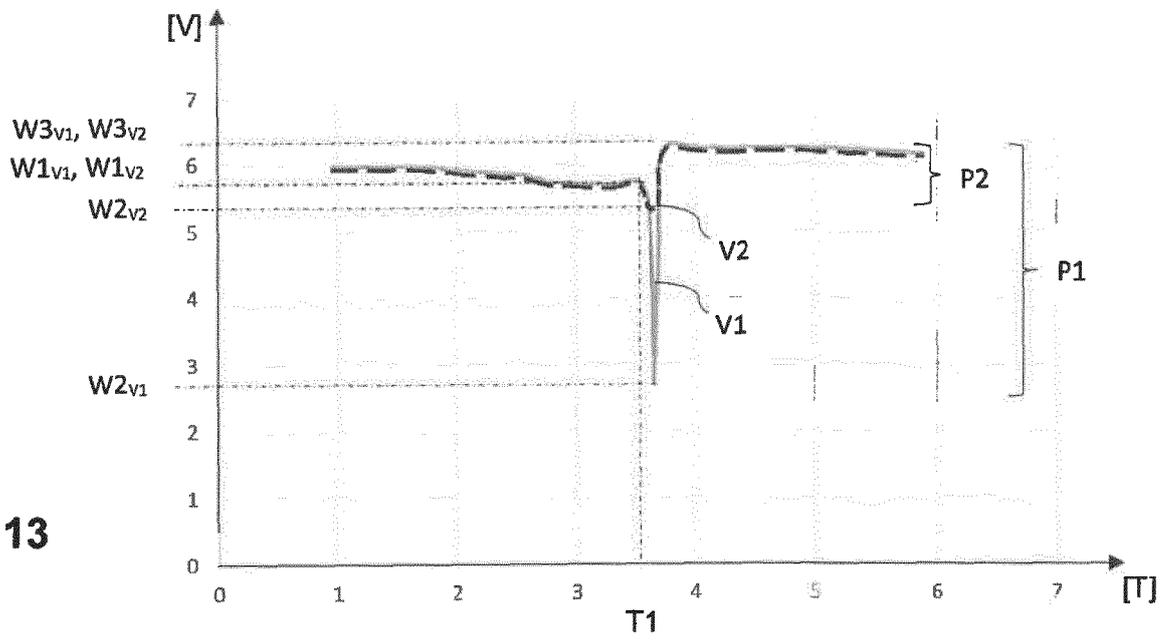


Fig. 13



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 24 16 1947

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 20 2004 020335 U1 (ABEL GMBH & CO KG [DE]) 31. März 2005 (2005-03-31)	1,3-5	INV. F04B9/04
Y	* das ganze Dokument *	2,6,7, 9-11	F04B43/02
A	-----	8,12-14	
X	CA 2 009 361 A1 (ARO CORP [US]) 26. Oktober 1990 (1990-10-26)	1	
A	* Absatz [0014] * * Abbildung 2 *	2-14	
X	US 3 652 187 A (LOEFFLER HERBERT H ET AL) 28. März 1972 (1972-03-28)	1	
A	* Spalte 6, Zeile 9 - Spalte 7, Zeile 15 * * Abbildungen 1,4,5 *	2-14	
Y	US 3 914 958 A (NELSON DANIEL E) 28. Oktober 1975 (1975-10-28)	2,6,7, 9-11	
A	* Spalte 1, Zeile 36 - Zeile 65 * * Abbildung 1 *	1,3-5,8, 12-14	
A	EP 1 418 959 B1 (SUNSHINE HEART CO PTY LTD [AU]) 23. November 2011 (2011-11-23) * Abbildung 1 *	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. September 2024	Prüfer Lange, Christian
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	

4 EPO FORM 1503 03.82 (F04/C03)

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

EP 24 16 1947

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 - 09 - 2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202004020335 U1	31-03-2005	KEINE	
CA 2009361 A1	26-10-1990	AU 5046190 A CA 2009361 A1 WO 9012962 A1	16-11-1990 26-10-1990 01-11-1990
US 3652187 A	28-03-1972	KEINE	
US 3914958 A	28-10-1975	KEINE	
EP 1418959 B1	23-11-2011	AT E534416 T1 CA 2419809 A1 DK 1418959 T3 EP 1418959 A1 ES 2379728 T3 JP 4201705 B2 JP 2004535899 A US 2004102675 A1 US 2008027270 A1 US 2008255405 A1 US 2012065457 A1 WO 03011365 A1	15-12-2011 13-02-2003 16-01-2012 19-05-2004 03-05-2012 24-12-2008 02-12-2004 27-05-2004 31-01-2008 16-10-2008 15-03-2012 13-02-2003

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

- WO 2021202689 A1 [0004] [0030]
- GB 572502 A [0005] [0026] [0034]
- US 2508253 A [0006]
- DE 102020112114 A1 [0007]