

(19)



(11)

EP 3 004 645 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.07.2017 Patentblatt 2017/28

(51) Int Cl.:
F04B 43/12 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14728970.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/061864

(22) Anmeldetag: **06.06.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/195475 (11.12.2014 Gazette 2014/50)

(54) **PERISTALTIKPUMPE MIT VERRINGERTER PULSATION UND VERWENDUNG DER PERISTALTIKPUMPE**

PERISTALTIC PUMP HAVING REDUCED PULSATION AND USE OF THE PERISTALTIC PUMP

POMPE PÉRISTALTIQUE À PULSATION RÉDUITE ET UTILISATION DE LA POMPE PÉRISTALTIQUE

(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

(30) Priorität: **06.06.2013 DE 102013210548**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.04.2016 Patentblatt 2016/15

(73) Patentinhaber: **Bausch + Ströbel Maschinenfabrik Ilshofen GmbH + Co. KG**
74532 Ilshofen (DE)

(72) Erfinder:
• **ACKERMANN, Simon**
74586 Frankenhardt (DE)
• **BAUER, Harald**
74549 Wolpertshausen (DE)

(74) Vertreter: **Tiesmeyer, Johannes et al**
Weickmann & Weickmann
Patentanwälte PartmbB
Postfach 860 820
81635 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-99/14497 DE-A1- 3 940 730
DE-A1- 19 611 637 US-A- 4 564 342

EP 3 004 645 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft eine Peristaltikpumpe zur Förderung eines fluiden Fördermediums durch einen Schlauch, umfassend einen Sattel mit einer bogenartig geformten Sattellinnenfläche und einen in dem Sattel um eine Drehachse drehbar angeordneten Rotor mit mehreren winkelmäßig um die Drehachse verteilten, der Sattellinnenfläche zumindest zeitweise gegenüberliegend angeordneten Schlauchquetschmitteln zur äußeren Beaufschlagung eines zwischen der Sattellinnenfläche und dem Rotor anzuordnenden Schlauches, derart, dass bei Drehung des Rotors eine jeweilige durch äußere Beaufschlagung des Schlauches durch ein Schlauchquetschmittel verursachte lokale Verengung des Durchlassquerschnittes des Schlauchs sich mit dem betreffenden Schlauchquetschmittel entlang der Sattellinnenfläche bewegbar ist, um das Fördermedium in dem Schlauch zu fördern, wobei der Sattel entlang der Sattellinnenfläche in der genannten Reihenfolge einen Eintauchbereich entlang der Sattellinnenfläche von vorzugsweise 30°, einen Dichtbereich über einen Winkelbereich der Sattellinnenfläche, der mindestens so groß wie der Abstand zwischen zwei Schlauchquetschmitteln ist, und einen Austauschbereich für die Schlauchquetschmittel aufweist und wobei der radiale Abstand zwischen der Drehachse des Rotors und der Sattellinnenfläche im Eintauchbereich ab- und im Austauschbereich zunimmt, so dass die Schlauchquetschmittel bei ihrer Bewegung durch den Eintauchbereich den Schlauch unter Verengung seines Durchlassquerschnitts zunehmend beaufschlagen und bei ihrer Bewegung durch den Austauschbereich den Schlauch zur Beseitigung oder zumindest Verminderung der jeweiligen Verengung entlasten können. Weiter betrifft die Erfindung eine Verwendung der Peristaltikpumpe.

[0002] Es ist bekannt, zum Fördern von fluiden Fördermedien Schlauchpumpen zu verwenden, die mit einem Schlauchquetschmittel, das etwa als Gleitschuh oder als Rolle ausgebildet sein kann, ausgestattet sind. Das Schlauchquetschmittel kann den Schlauch verschließen, der sich in einem Spalt zwischen dem Rotor und dem Inneren eines Sattels befindet. Durch das Vorwärtsbewegen der Verschlussstelle wird das Fördermedium gefördert. Dabei tritt ein Schlauchquetschmittel in einem Eintauchbereich in den Schlauch ein, bis es ihn zunehmend im Übergang zu dem Dichtbereich schließlich verschließt. Der in dem Dichtbereich erzeugte Verschluss wird mit dem Rotor und dem Schlauchquetschmittel entlang des Schlauchs verschoben, wodurch der Fördereffekt der Schlauchpumpe entsteht. Die Länge des Dichtbereichs erstreckt sich wenigstens über einen Abschnitt des Schlauches, der dem Abstand von zwei aufeinanderfolgenden Schlauchquetschmitteln entlang von deren Förderbahn entspricht. Ab dem Übergang des Dichtbereichs in den Austauschbereich auf der Austrittsseite der Peristaltikpumpe wird die Verschlussstelle in dem Schlauch geöffnet, indem das geöffnete

Schlauchquetschmittel aus dem Schlauch austauscht und die Verschlussstelle wieder öffnet. Bei diesem Vorgang vergrößert sich das Innenvolumen des Schlauchs an der Verschlussstelle bzw. in der Umgebung der Verschlussstelle. Während der Schlauch zusammengedrückt und verschlossen ist, ist sein Innenvolumen verringert, wogegen bei vollständig aus dem Schlauch ausgetauchtem Schlauchquetschmittel der Schlauch seinen normalen Querschnitt einnimmt und ein beträchtlich höheres Innenvolumen in dem betreffenden Bereich aufweist als im verschlossenen Zustand. Durch diese Zunahme des Innenvolumens erfolgt beim Austauschen des Schlauchquetschmittels ein Rücksaugeffekt. Ein dem ausgetauchten Schlauchquetschmittel nachfolgendes, weiteres Schlauchquetschmittel verschließt den Schlauch zwischen einem Eintrittsbereich für Förderfluid in die Pumpe und einem Austrittsbereich, an dem das Austauschen stattfindet. Die Zunahme des Innenvolumens bzw. der Rücksaugeffekt in dem Austrittsbereich wirkt sich somit nur auf der Auslassseite der Pumpe aus. Dies führt dazu, dass bereits gefördertes Förderfluid in die Pumpe zurückgesaugt wird. Betrachtet man das Fördern als einen kontinuierlichen Vorgang, so zeigt sich, dass der Rücksaugeffekt periodisch bei jedem Austauschen eines Schlauchquetschmittels aus dem Schlauch auftritt. Sich wiederholende Rücksaugeffekte machen den Volumenstrom durch die Pumpe ungleichmäßig und werden im Folgenden als Pulsationseffekte bezeichnet. Je nach der Zeitdauer bzw. dem Winkelbereich der Rotation des Rotors, in dem das Austauschen stattfindet, ergibt sich eine unterschiedliche Dynamik für den Rücksaugeffekt. Dieser kann beispielsweise über einen kurzen oder einen langen Winkelbereich stattfinden.

[0003] Um den Rücksaugeffekt zu vergleichmäßigen, wurden im Stand der Technik viele Schlauchquetschmittel auf einem Rotor eingesetzt. Dies hat jedoch den Nachteil, dass die vielen Schlauchquetschmittel den Schlauch stark beanspruchen. Dies führt zu erhöhtem Abrieb, der insbesondere im Inneren des Schlauchs unerwünscht ist, weil er das Fördermedium verunreinigen kann. Weiter ist im Stand der Technik bekannt, nicht nur einen Förderschlauch zu verwenden, sondern zwei parallel betriebene Schläuche einzusetzen, die von phasenmäßig versetzt zueinander wirkenden Schlauchquetschmitteln des Rotors überstrichen werden. Die zwei Schläuche in der Pumpe sind typischerweise vor bzw. nach der Pumpe jeweils mit einem Y-Stück jeweils in einem einzelnen Zuführ- bzw. Abfuhrschlauch der Pumpe zusammengeführt. Durch die weitere Erhöhung und den Phasenversatz der Schlauchquetschmittel auf dem Rotor tritt eine verbesserte Vergleichmäßigung des Rücksaugeffekts und entsprechender Pulsationseffekte im Betrieb ein.

[0004] Die DE 196 11 637 B4 schlägt vor, die Winkelgeschwindigkeit des Rotors zu erhöhen, während ein Schlauchquetschmittel aus dem Schlauch austauscht, um so den Rücksaugeffekt durch den sich aufweitenden Schlauch zu kompensieren. Dazu ist ein Winkelgeber mit dem Rotor verbunden, mit dessen Messergebnis die Ge-

schwindigkeitsänderungen des Rotors winkelabhängig gesteuert werden. Bei hohen Produktionsgeschwindigkeiten kann dies jedoch steuerungstechnisch schwierig und durch die erforderlichen Beschleunigungen energieaufwendig sein. Unter Umständen sind nur geringe Rotorgeschwindigkeiten erreichbar. Die WO 2009/095358 schlägt eine weitere Kompensationsmöglichkeit für die sich aus dem aufweitenden Schlauch ergebenden Pulsationseffekte vor. Der Schlauch wird dazu entlang einer Sattellinnenfläche geführt, die einen nicht konstanten Radius aufweist. Damit die Schlauchquetschmittel den Schlauch trotzdem über die Sattellinnenfläche verschlossen halten können, sind diese federnd vorgespannt, so dass sie eine gewisse Änderung des Abstands zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors überbrücken können. Wenn sich dabei die Schlauchquetschmittel weiter von der Drehachse des Rotors weg verlagern, erhöht sich deren Geschwindigkeit, so dass der Rücksaugeffekt durch eine verstärkte Förderung von Fördermedium kompensiert werden kann. Eine ähnliche Kompensationsmethode offenbart die DE 24 52 771 A1, wobei jedoch die Geschwindigkeitsunterschiede nicht durch die Sattelform bewirkt werden, sondern durch eine exzentrisch zum Mittelpunkt eines Sattels angeordnete Drehachse des Rotors. In dem Rotor sind ebenfalls radial verschiebbliche Schlauchquetschmittel angeordnet, die an den Stellen, wo die Drehachse des Rotors einen großen Abstand zu der Sattellinnenfläche aufweist, weiter aus dem Rotor ausfahren, während sie an Stellen mit geringerem Abstand zwischen der Drehachse des Rotors und der Sattelinnenfläche weiter einfahren. Dementsprechend ergeben sich unterschiedliche Geschwindigkeiten der einzelnen Schlauchquetschmittel auf den Schlauch. Diese sind so ausgelegt, dass die verstärkte Förderung außerhalb des Austauschbereichs eines Schlauchquetschmittels den Rücksaugeffekt kompensiert. Nachteilig an den beiden letztgenannten Lösungen ist, dass die Schlauchquetschmittel beweglich in dem Rotor ausgeführt sein müssen, was zu Verschleiß und einer höheren Ausfallwahrscheinlichkeit der Pumpe führt.

[0005] Aus der US 4 564 342 A ist eine Peristaltikpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine mechanisch unaufwendige und zuverlässige Lösung zur Vermeidung von Pulsationseffekten zu finden, die möglichst auch bei hohen Produktionsgeschwindigkeiten eingesetzt werden kann.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Peristaltikpumpe gemäß Anspruch 1 vorgeschlagen, bei der die Schlauchquetschmittel derart winkelmäßig beabstandet an dem Rotor vorgesehen sind und sich der Austauschbereich über einen derartigen Winkelbereich um die Drehachse des Rotors erstreckt, dass jeweils zwei aufeinander folgende Schlauchquetschmittel bei der Drehung des Rotors in dem Austauschbereich sind wobei die Sattellinnenfläche in dem Austauschbereich so verläuft,

dass der radiale Abstand zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors entlang der Bewegungsbahn der Schlauchquetschmittel derart variiert, dass eine Modulation der Beaufschlagung des Schlauchs durch die Schlauchquetschmittel beim Durchlaufen des Austauschbereichs zum Kompensieren von Pulsationseffekten, die im Fördermedium aufgrund der Änderung der Beaufschlagung des Schlauches durch eines der beiden den Austauschbereich jeweils gemeinsam durchlaufenden Schlauchquetschmittels entstehen, durch eine Änderung der Beaufschlagung des Schlauches durch das andere der beiden den Austauschbereich jeweils gemeinsam durchlaufenden Schlauchquetschmittel beim Durchlaufen des Austauschbereichs erfolgt. Wie schon oben erklärt, können Pulsationen entstehen, indem das Austauschen von Schlauchquetschmittel aus dem Schlauch gleichmäßig vonstatten geht, jedoch eine ungleichmäßige Wirkung auf die Zunahme des Innenvolumens des Schlauchs hat. Dadurch entsteht der oben erklärte Rücksaugeffekt und ein ungleichmäßiger Volumenstrom aus der Peristaltikpumpe. Die Kompensation eines solchen durch Pulsationseffekte ungleichmäßigen Volumenstroms durch ein zweites Schlauchquetschmittel ist einfacher als eine direkte Vergleichmäßigung des austretenden Volumenstroms, insbesondere dann, wenn zur Kompensation genaue Vorgaben für kleine Austauschwege einzuhalten wären. Da stets zwei Schlauchquetschmittel in den Schlauch eingetaucht sein müssen, um die Erfindung zu realisieren, ist eine entsprechende Umschlingung des Rotors der Peristaltikpumpe erforderlich. In einer Variante wird es bevorzugt, die Schlauchquetschmittel um die Drehachse des Rotors mit gleichen Winkelabständen zueinander zu verteilen und die Länge des Austauschbereichs als den doppelten Winkelabstand zwischen zwei Schlauchquetschmitteln in dem Rotor festzulegen. Dann beginnt bei Beendigung eines Kompensationszyklus mit zwei Schlauchquetschmitteln ein weiterer Kompensationszyklus, bei dem ein aus dem Austauschbereich auslaufendes Schlauchquetschmittel durch ein neu in den Austauschbereich einlaufendes Schlauchquetschmittel ersetzt ist.

[0008] In einer weiteren Ausführungsform der Peristaltikpumpe weist die Sattellinnenfläche einen Vorgabeabschnitt des Austauschbereichs, der von einem der beiden aufeinander folgenden Schlauchquetschmittel durchlaufen wird, wobei der radiale Abstand zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors entlang des Vorgabeabschnitts kontinuierlich zunimmt, und einen Kompensationsabschnitt auf, der gleichzeitig zu dem Durchlaufen des Vorgabeabschnitts mit dem einen Schlauchquetschmittel von dem anderen der aufeinander folgenden Schlauchquetschmitteln durchlaufen wird und der eine Modulation des radialen Abstands zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors entlang des Kompensationsabschnitts aufweist, wobei mittels der Modulation Pulsationseffekte, die im Fördermedium aufgrund der Änderung der Beaufschlagung des Schlauches durch das Schlauchquetschmittel in dem

Vorgabeabschnitt entstehen, kompensiert werden. Obwohl es grundsätzlich denkbar ist, beispielsweise zwei einander ergänzende Kompensationsabschnitte in dem Austauschbereich vorzusehen, wird es bevorzugt, einen einfach gestalteten Vorgabebereich und einen dazu passenden Kompensationsbereich zu verwenden. Wenn dementsprechend in dem Vorgabeabschnitt überdurchschnittlich viel Fördermedium durch die Zunahme des Innenvolumens des Schlauchs absorbiert wird, ist der Kompensationsabschnitt bevorzugt so gestaltet, dass er dann eine Kompression des Schlauchs bewirkt, durch die eine entsprechende Menge von Förderfluid bereitgestellt wird, so dass es zum Äußeren der Pumpe hin keinen Pulsationseffekt gibt.

[0009] In einer weiteren Ausführungsform ist der Vorgabeabschnitt so in dem Austauschbereich angeordnet, dass er von den Schlauchquetschmitteln vor dem Durchlaufen des Kompensationsbereichs durchlaufen wird. Da zumindest bei Schläuchen mit kreisrundem Querschnitt die Zunahme des Innenvolumens aus dem vollständig zusammengequetschten Zustand heraus am stärksten ist, wird die stärkste Pulsation erzeugt, wenn ein Schlauchquetschmittel den Austauschbereich erreicht und mit dem Öffnen des Schlauchs beginnt. Um hierbei eine Kompensation vorzunehmen, wäre eine sehr genaue Steuerung des Austauschvorgangs erforderlich. Es ist daher einfacher, ein simples, gleichmäßiges Austauschen vorzusehen und den Kompensationsabschnitt in Durchlaufrichtung hinter dem zuerst durchlaufenen Vorgabeabschnitt anzuordnen.

[0010] Weiterbildend wird vorgeschlagen, dass ein von dem Dichtbereich umfasster Förderabschnitt mit konstantem radialen Abstand zwischen der Drehachse des Rotors und der Sattellinnenfläche, der Vorgabeabschnitt und der Kompensationsabschnitt so dimensioniert sind, dass sie gleichzeitig und ununterbrochen von jeweiligen Schlauchquetschmitteln bei Rotation des Rotors durchlaufen werden, wobei jeweils ein Schlauchquetschmittel in jedem der genannten Abschnitte den Schlauch beaufschlagen kann und dass der Förderabschnitt, der Vorgabeabschnitt und der Kompensationsabschnitt sich über gleich große Winkelabstände um die Drehachse des Rotors erstrecken.

[0011] In einer weiteren Ausführungsform der Peristaltikpumpe folgt ein Verlauf des radialen Abstands zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors ohne Modulation entlang von zumindest Teilen des Austauschbereichs einer linearen Funktion, einem Polynom oder einer Exponentialfunktion. Solche Verläufe sind leicht zu berechnen, entsprechende Sättel leicht herzustellen und liefern einen reproduzierbaren Austauschvorgang eines Schlauchquetschmittels aus dem Schlauch. Die Ungleichmäßigkeit des Volumenstroms, die trotz eines möglicherweise schon vorliegenden Kompensationsmittels eines solchen Verlaufs verbleibt, kann durch einen entsprechenden Kompensationsbereich für ein zweites Schlauchquetschmittel im Austauschbereich kompensiert werden.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform der Peristaltikpumpe verläuft die Modulation des radialen Abstands zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors entlang des Kompensationsabschnitts wenigstens näherungsweise sinusförmig. Experimente haben gezeigt, dass ein gleichmäßiges Austauschen eines Schlauchquetschmittels aus dem Schlauch in dem Vorgabebereich ohne Kompensation durch einen Kompensationsbereich zu einem im Wesentlichen sinusförmig verlaufenden Pulsationseffekt im Volumenstrom aus der Pumpe führt. Dementsprechend ist es sinnvoll, den Kompensationsabschnitt mit einer entsprechend entgegengesetzt wirksamen wenigstens näherungsweise sinusförmigen Oberflächenmodulation der Sattellinnenfläche zu versehen. Als besonders vorteilhaft hat sich dies bei Schläuchen mit kreisrundem Querschnitt herausgestellt.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform der Peristaltikpumpe ist eine Abstandsvergrößerungshalbwelle der wenigstens näherungsweise sinusförmigen Modulation, aufgrund der sich der radiale Abstand zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors während des Durchlaufs eines Schlauchquetschmittels durch den Kompensationsabschnitt vergrößert, in Bezug auf das Durchlaufen mit einem Schlauchquetschmittel vor einer Abstandsverringierungshalbwelle, aufgrund derer sich der radiale Abstand zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors während des Durchlaufs eines Schlauchquetschmittels durch den Kompensationsabschnitt verkleinert, angeordnet. Somit folgt auf den Vorgabeabschnitt zunächst die Abstandsvergrößerungshalbwelle und dann die Abstandsverringierungshalbwelle, wobei die beiden Halbwellen den Kompensationsabschnitt darstellen. Diese Anordnung eignet sich besonders für Schläuche mit kreisrundem Querschnitt und gleichmäßiger Zunahme des radialen Abstands zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors in dem Vorgabeabschnitt. Die Begriffe Abstandsverringierung und Abstandsvergrößerung in Bezug auf die Halbwellen beziehen sich jeweils auf einen Mittelwert der wenigstens angenäherten Sinusfunktion, wobei der Mittelwert z.B. einer linearen Funktion überlagert sein kann. Durch die Abstandsverringierungshalbwelle wird der Schlauch in dem Kompensationsabschnitt komprimiert, so dass Fördermedium bereitgestellt wird, welches durch die starke Zunahme des Innenvolumens an dem Schlauchquetschmittel in dem Vorgabeabschnitt aufgenommen werden kann, so dass eine Pulsation zum Äußeren der Pumpe hin verringert wird. Umgekehrt wird während des Durchlaufens der Abstandsvergrößerungshalbwelle mit einem Schlauchquetschmittel eine Zunahme des Innenvolumens an der Quetschstelle in dem Kompensationsabschnitt bewirkt, so dass eine geringere Zunahme des Innenvolumens in dem Vorgabeabschnitt zu einem insgesamt gleichmäßigen Volumenstrom kompensiert wird. Vorzugsweise ist die Form der beiden Halbwellen auf einen Schlauchtyp mit einem bestimmten Innendurchmesser, insbesondere mit kreisrundem Querschnitt, abgestimmt und für diesen optimal geeignet.

net.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform der Peristaltikpumpe ist die Modulation des radialen Abstands zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors entlang des Kompensationsabschnitts durch eine Messung an einer gleichartigen Peristaltikpumpe ohne Modulation des Kompensationsabschnitts derart festgelegt, dass an der Peristaltikpumpe ohne Modulation des Kompensationsabschnitts gemessene Pulsationseffekte im Fördermedium durch entgegenwirkende Modulation im Kompensationsabschnitt kompensiert werden. Durch ein solches Vorgehen kann die Pulsation optimal korrigiert werden, da die Kompensation auf tatsächlich gemessenen Werten beruht. Eine Messung kann beispielsweise durch Auswiegen des geförderten Fördermediums realisiert werden. Bevorzugt wird eine solche Messung mehrfach wiederholt und die Messwerte zu einzelnen Winkelstellungen des Rotors arithmetisch gemittelt. Bei der Berechnung der erforderlichen Korrekturform wird vorzugsweise ein Zusammenhang zwischen Schwankungen des Volumenstroms und der Form der Sattellinnenfläche berücksichtigt, und dabei insbesondere der Zusammenhang zwischen dem Maß des Einquetschens des Schlauchs und dem damit verbundenen Innenvolumen des Schlauches. Vorzugsweise wird am Vorgabeabschnitt eine lineare Zunahme des radialen Abstands zwischen der Sattellinnenfläche und der Drehachse des Rotors bewirkt. Besonders bevorzugt weist der Rotor vier Schlauchquetschmittel auf, insbesondere in Form von Rollen. Entsprechend beträgt die winkelmäßige Größe des Austauschbereichs bevorzugt 180°. Dies wird auch für alle anderen Ausführungsformen bezüglich dieses Merkmals der Erfindung bevorzugt. Vorzugsweise wird eine Kompensation gemäß dieser Ausführungsform für verschiedene Schlauchdurchmesser jeweils einzeln vorgenommen und jeweils entsprechend kompensierte Sättel verwirklicht, die jeweils für einen entsprechenden Schlauch geeignet sind. Vorzugsweise ist der Sattel in der Peristaltikpumpe leicht auswechselbar, so dass die Pumpe leicht an einen anderen Schlauchtyp anpassbar ist.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Peristaltikpumpe gemäß dem eingangs genannten Oberbegriff dahingehend weitergebildet, dass in der Pumpe ein Pulsationsfühler vorgesehen ist, der Pulsationseffekte in dem Fördermedium erfasst, und durch Variation einer Drehgeschwindigkeit des Rotors den Pulsationseffekten entgegenwirkt. Im Stand der Technik wurde vorgeschlagen, den Pulsationseffekten durch Änderung der Drehgeschwindigkeit des Rotors entgegenzuwirken, wobei jedoch diese Änderungen auf einem festen Schema basiert sind, in dem jeder Winkelstellung des Rotors eine bestimmte Geschwindigkeit bzw. ein Antriebsstrom oder eine Antriebsfrequenz zugeordnet ist. Dazu ist ein Winkelsensor erforderlich. Erfindungsgemäß soll eine Regelung realisiert werden, die auf tatsächlich auftretende Pulsationseffekte reagiert und diese über Geschwindigkeitsänderung des Rotors

ausregelt. Vorteilhaft ist, dass eine solche Lösung unabhängig vom eingesetzten Schlauchtyp funktioniert. Als Pulsationsfühler kommt dabei eine Volumenstrommessung oder eine Druckmessung in dem Förderfluid in Betracht, oder es können äußere Verformungen wie etwa der Durchmesser oder Dehnungen an dem Schlauch gemessen werden, um ein Maß für die Pulsationseffekte zu bekommen. Darüber hinaus sind weitere dem Fachmann bekannte Lösungen zur Ermittlung der Pulsationen denkbar.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird eine Peristaltikpumpe gemäß dem Anspruch 1 vorgeschlagen, die dahingehend weitergebildet ist, dass die Pumpe dazu eingerichtet ist, bei Dosierung einer Menge eines Förderfluids Pulsationseffekte in dem Förderfluid dadurch zu kompensieren, dass eine Förderendstellung des Rotors beim Abschluss der Dosierung mittels einer Steuereinrichtung gegenüber einer unkompenzierten Förderendstellung vor- oder zurückverlegt wird. Unter der Voraussetzung, dass bekannt ist, in welcher Winkelstellung des Rotors welcher Pulsationseffekt vorliegt, ist es möglich, das Förderende so vorherzubestimmen, dass eine Abweichung von einem gleichmäßigen Volumenstrom aus der Pumpe kompensiert werden kann. Beispielsweise wird dazu die Förderendstellung vorverlegt, wenn die Pulsation dazu führt, dass zu wenig Volumen gefördert wird, während die Förderendstellung zurückverlegt wird, um einen zu starken Fördervolumenstrom zu kompensieren. Das Ausmaß der Vor- oder Zurückverlegung kann mittels des bekannten Volumenstroms aus der Pumpe berechnet werden. Üblicherweise werden mit dem Rotor beim Dosieren Geschwindigkeitsprofile gefahren, die eine Startrampe umfassen, in der der Rotor beschleunigt wird, woran sich eine Phase mit konstanter Drehzahl und danach eine Stopprampe anschließt, in der der Rotor von der konstanten Drehzahl bis zum Stillstand abgebremst wird. Die Kompensation kann durch Änderungen der Steilheit der Start- oder Stopprampe oder Verlängerung oder Verkürzung der Phase mit konstanter Drehzahl erreicht werden, was jeweils eine Verlegung der Förderendstellung bewirkt. Dies entspricht einer Kompensation durch den Förderweg des Rotors. In einer Variante wird die Zielposition für die nächste Dosierung nach Abschluss der vorangehenden Dosierung berechnet. Dabei kann die letzte Förderendstellung und die mit dieser Stellung verbundene Wirkung des Pulsationseffekts berücksichtigt werden. Ganz allgemein kann eine Veränderung des Volumenstroms aus der Pumpe während des gesamten Dosiervorgangs aufintegriert werden und das Ergebnis dieser Integration kompensiert werden. Insbesondere kann die Berechnung der Kompensationsmenge und die entsprechende Verlegung der Förderendstellung in Abhängigkeit des verwendeten Schlauchtyps durchgeführt werden.

[0017] In einer Ausführungsform dieser Peristaltikpumpe bestimmt eine Steuereinrichtung ein Ausmaß und eine Richtung der Verlegung der Förderendstellung

des Rotors zur Kompensation wenigstens näherungsweise mittels einer Sinusfunktion, die von der unkompen-
 sierten Förderendstellung abhängt. Es wird somit
 von einem idealisiert gleichmäßigen Fördervolu-
 menstrom ausgegangen, eine theoretische Förderend-
 stellung daraus berechnet und sodann eine Kompensation
 mittels einer Sinusfunktion vorgenommen. Der zur Kom-
 pensation verwendete Wert der Sinusfunktion wird dabei
 aus der theoreti- schen Förderendstellung ermittelt. In
 einer Weiterbildung dieser Peristaltik - pumpe ist die Si-
 nusfunktion in ihrer Phasenlage, Amplitude und Fre-
 quenz sowie in ihrem Offset einstellbar. Zur Einstellung
 der Phasenlage kann ein Winkeloffset zu dem Winkel
 der unkompen- sierten Förderendstellung addiert werden.
 Die Amplitude kann durch Multiplikation des Ergebnisses
 eingestellt werden. Die Frequenz der Sinusfunktion kann
 durch einen Faktor eingestellt werden, mit dem der Win-
 kel der unkompen- sierten Förderendstellung multipliziert
 wird. Ein Offset kann eingestellt werden, indem zu dem
 Ergebnis der vorgenannten Operationen ein Offsetwert
 addiert oder subtrahiert wird. Die genannten Einstellwer-
 te können von dem Schlauchtyp, dem Satteltyp und einer
 Überdrückung des Schlauchs abhängen. Mit einer Über-
 drückung des Schlauchs ist gemeint, dass der Schlauch
 über das Ausmaß des Zusammendrückens, bei dem der
 Schlauch geschlossen ist, hinaus weiter komprimiert
 wird. Entsprechende Werte können in der Steuereinrich-
 tung gespeichert und abrufbar sein.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Er-
 findung wird eine Peristaltikpumpe mit den eingangs ge-
 nannten Merkmalen vorgeschlagen, die dahingehend
 weitergebildet ist, dass die Schlauchquetschmittel win-
 kelmäßig gleich - mäßig um die Drehachse des Rotors
 verteilt sind, und die Steuereinrichtung die Pumpe derart
 steuert, dass der Rotor für eine Dosierung eine Förde-
 rendstellung mit einem Winkelabstand zu einer vorange-
 henden Förderendstellung einnimmt, wobei der Win-
 kelabstand dem Winkel zwischen zwei benachbarten
 Schlauchquetschmitteln auf dem Rotor oder einem Viel-
 fachen davon entspricht. Pulsationseffekte treten typi-
 scherweise während eines Durchlaufs eines Schlauch-
 quetschmittels durch den Austauschbereich in einem be-
 stimmten Muster auf und wiederholen sich beim Durch-
 lauf der nachfolgenden Schlauchquetschmittel. Wenn
 somit immer in derselben Winkel-position eines
 Schlauchquetschmittels während eines Durchlaufs
 durch den Austauschbereich angehalten wird (Förderend-
 stellung), ergibt sich jeweils ein konstantes Volumen, das
 von der letzten Förderendstellung in derselben Winkel-
 stellung eines vorangegangenen Schlauchquetschmit-
 tels bis zur ak - tuellen Förderendstellung gefördert wor-
 den ist. Eine spezielle Kompensation von Fehlern der
 Fördermenge kann somit entfallen. Nachteilig ist, dass
 nur diskrete Fördermengen gefördert werden können. Es
 wird daher bevorzugt, besonders dünne Schläuche zu
 verwenden, so dass die Diskretisierung möglichst fein
 ist. Weiter kann die Diskretisierung durch die Wahl einer
 ho - hen Anzahl von Schlauchquetschmitteln auf dem

Rotor verfeinert werden. Die genannte Ausführungsform
 kann mit Merkmalen der anderen Ausführungsform kom-
 biniert werden, insbesondere, wenn sich synergetische
 Vorteile ergeben. Besonders bevorzugt sind drei, vier,
 fünf oder sechs Rollen als Schlauchquetschmittel an dem
 Rotor vorgesehen. Besonders bevorzugt wird ein
 Schlauch so dünn gewählt, dass der Drehwinkel für die
 zu fördern - den Dosiermenge maximal ist. Je größer
 dieser Drehwinkel ist, desto genauer wird die Dosierung.
 Generell und unabhängig von dieser Ausführungsform
 kann eine geförderte Menge mit einer Waage gewogen
 werden. Typischerweise wird zur Ermittlung einer För-
 dercharakteristik eine Wägung nach jeder Änderung des
 Winkels des Rotors um 1° vorgenommen.

[0019] Allen vorgenannten Ausführungsformen der Er-
 findung ist gemeinsam, dass entsprechende Peristaltik-
 pumpen für die Verwendung von genau einem Schlauch
 ausgestaltet sind. Dadurch können Y-Stücke weggelas-
 sen werden, die gemäß dem Stand der Technik als Ver-
 zweiger für mehrere zwischen Rotor und Sattel einge-
 legte Schläuche erforderlich sind. Weiter ist ein symme-
 trischer Aufbau der Pumpe möglich, d.h. dass der Rotor
 der Pumpe rechtsdrehend oder linksdrehend betrieben
 werden kann. Dazu ist die Sattelfinnenfläche bevorzugt
 um eine Mitte herum mit zwei Austauschbereichen verse-
 hen, von denen jeweils einer in jeder Drehrichtung als
 Austauschbereich und einer als Eintauchbereich wirkt.
 Der Eintauchbereich wird dabei in eine der Durchlauf-
 richtung durch den Austauschbereich entgegengesetzte
 Richtung von Schlauchquetschmitteln durchlaufen. Die
 Austauschbereiche sind vorzugsweise symmetrisch um
 die Mitte herum gestaltet. Dann erstreckt sich der Dicht-
 bereich vorzugsweise über die Mitte.

[0020] Ein weiterer Vorteil der Pumpe mit einem
 Schlauch liegt darin, dass die Genauigkeit der Förder-
 menge nicht durch unterschiedliche Schlauchlängen von
 mehreren Schläuchen beeinträchtigt werden kann. Nicht
 zuletzt wird mit einer Pumpe mit nur einem Schlauch we-
 niger Abrieb erzeugt, der sich in das Fördermedium mi-
 schen kann.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform der Peristal-
 tikpumpe sind die Abstände der Schlauchquetschmittel
 in dem Rotor zu einer Drehachse des Rotors konstant.
 Dies ist auf alle Ausführungsformen dieser Erfindung an-
 wendbar. Durch eine feste Anordnung der Schlauch-
 quetschmittel in dem Rotor ergibt sich eine besonders
 robuste und verschleißarme Ausführungsform der Peri-
 staltikpumpe.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform der vorlie-
 genden Erfindung wird die Verwendung einer Peristalti-
 kpumpe nach einer der vorbeschriebenen Ausführungs-
 formen zum Dosieren eines Förderfluids vorgeschlagen.
 Da die Peristaltikpumpen gemäß den vorgenannten Aus-
 führungsformen Pulsationseffekte in dem Fördermedium
 unterdrücken, ergibt sich eine besonders gute Dosier-
 genauigkeit.

[0023] Im Folgenden werden Ausführungsformen der
 Erfindung beispielhaft und anhand der Zeichnungen im

Anhang beschrieben, in denen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Peristaltikpumpe mit einem Schlauch und hohem Umschlingungswinkel zeigt,
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer anderen Peristaltikpumpe mit einem Schlauch und geringerem Umschlingungswinkel zeigt,
- Fig. 3 ein Diagramm eines Verlaufs von Pulsationseffekten über eine ganze Umdrehung eines Rotors zeigt,
- Fig. 4 ein Diagramm mit einer überlagerten Darstellung von Pulsationseffekten aus mehreren Perioden der Pulsationseffekte zeigt,
- Fig. 5 ein Diagramm mit einer aus der Pulsation berechneten Korrekturform für eine Sattelinnenfläche in einem Korrekturabschnitt zeigt,
- Fig. 6 ein Diagramm mit einem Verlauf des Abstands zwischen der Sattelinnenfläche und einer Drehachse des Rotors über einen Austauschbereich der Peristaltikpumpe zeigt,
- Fig. 7 eine schematische perspektivische Darstellung einer Ausführungsform der Peristaltikpumpe mit teilbarem Sattel zeigt,
- Fig. 8 die Peristaltikpumpe aus der Fig. 7 in der selben perspektivischen Darstellung, jedoch ohne die Sicht auf die Schlauchquetschmittel verdeckenden Teile des Rotors der Peristaltikpumpe zeigt,
- Fig. 9a - 9c in perspektivischer Darstellung drei Momentaufnahmen beim Einfädeln eines Schlauches in eine Peristaltikpumpe der in Fig. 2 gezeigten Bauart mit zusätzlicher Einfädelausnehmung im Rotor und
- Fig. 10 eine Momentaufnahme zu Beginn des Ausfädelns eines Schlauches aus einer Peristaltikpumpe, wie sie auch in Fig. 9a - 9c dargestellt ist.

größtenteils von dem Rotor 3 verdeckt sind. Die Schlauchquetschmittel 6 sind als Rollen ausgeführt, die jeweils um eine Achse 7 des Rotors rotierbar sind. Die Schlauchquetschmittel 6 greifen in den Schlauch 4 ein und komprimieren diesen, so dass er vor einem Schlauchquetschmittel 6 zumindest zeitweise verschlossen ist. Der Schlauch 4 ist feststehend in dem Sattel 2 angeordnet. Während der Rotation des Rotors 3 laufen die Schlauchquetschmittel 6 entlang des Schlauchs 4 und komprimieren diesen vor der Sattelinnenfläche 5. Die dargestellte Peristaltikpumpe 1 hat einen Umschlingungswinkel von nahezu 360°, wobei die aus der Peristaltikpumpe 1 austretenden Enden des Schlauchs 4 einander in oder wenig vor der Peristaltikpumpe 1 überkreuzen. Der Rotor 3 ist um eine theoretische Drehachse 8 drehbar, die durch dessen Mitte verläuft. Die Sattelinnenfläche 5 ist derart geformt, dass ihr Abstand zu der theoretischen Drehachse 8 des Rotors entlang des Verlaufs des Schlauchs 4 vor der Sattelinnenfläche 5 nicht konstant ist. Der Rotor 3 dreht sich in Richtung des Pfeils 9. Die Sattelinnenfläche 5 ist in einen Eintauchbereich 10, einen Dichtbereich 11 und einen Austauschbereich 12 unterteilt, wobei der Austauschbereich 12 dem Dichtbereich 11 und dieser dem Eintauchbereich 10 in der Drehrichtung 9 nachfolgt. In dem Eintauchbereich verengt sich der Spalt zwischen dem Rotor 3 und der Sattelinnenfläche 5 in Drehrichtung 9. Der Eintauchbereich erstreckt sich über ungefähr 30° bis 40°, jedoch nicht über mehr als 90° der Sattelinnenfläche. An der Übergangsstelle 14 geht der Eintauchbereich 10 in den Dichtbereich 11 über. In dem Dichtbereich 11 hat der Spalt eine im Wesentlichen konstante Breite, die gering genug ist, um den Schlauch 4 zu verschließen. Der Dichtbereich 11 geht an der Übergangsstelle 15 in den Austauschbereich 12 über. Der Spalt zwischen dem Rotor 3 und der Sattelinnenfläche 5 verbreitert sich im Austauschbereich 12 in Drehrichtung 9. Nahe der Überkreuzung des Schlauchs 4 endet die Sattelinnenfläche 5. Spätestens ab Erreichen dieses Endes der Sattelinnenfläche 5 durch ein Schlauchquetschmittel 6 wird der Schlauch 4 von dem Schlauchquetschmittel 6 nicht mehr komprimiert. Beim Weiterlaufen läuft das Schlauchquetschmittel 6 wieder in den Eintauchbereich 10, wo es das andere Ende des Schlauchs 4 stark komprimiert, bis es im Dichtbereich 11 den Schlauch 4 verschließt und darin befindliches Förderfluid fördert. Im Übergang eines Schlauchquetschmittels 6 von dem Eintauchbereich 10 in den Dichtbereich 11 verschließt zugleich ein zweites Schlauchquetschmittel 6 den Schlauch 4 innerhalb des Dichtbereichs 11, um sicherzustellen, dass im Übergang keine Unterbrechung der Förderung stattfindet. Nach Erreichen einer Übergangsstelle zum Austauschbereich 12 beginnt das zweite Schlauchquetschmittel 6 dann mit dem Austauschen aus dem Schlauch 4. An dem Rotor 3 sind vier Schlauchquetschmittel 6 vorgesehen. Der Winkel des Austauschbereichs 12 der Sattelinnenfläche 5 beträgt in diesem Fall etwa 180°, während der Dichtbereich mindestens 90° und der Eintauchbereich 10 etwa 30°

[0024] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Peristaltikpumpe 1 mit einem Sattel 2, in dessen Inneren ein Rotor 3 angeordnet ist. In einem Spalt zwischen einer Sattelinnenfläche 5 und einer Umfangsfläche des Rotors 3 ist ein Schlauch 4 angeordnet. Am Umfang des Rotors 3 sind vier Schlauchquetschmittel 6 angeordnet, die

der Sattelinnenfläche 5 belegt. In dem Austauschbereich 12 befinden sich zwei Schlauchquetschmittel 6. In dem Dichtbereich 11 befindet sich mindestens ein Schlauchquetschmittel 6.

[0025] Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht einer anderen Peristaltikpumpe 1, die im Wesentlichen der in Fig. 1 gezeigten Peristaltikpumpe 1 entspricht. Gleiche Merkmale sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet. Im Unterschied zu der in Fig. 1 gezeigten Peristaltikpumpe überkreuzen sich die Enden des Schlauchs 4 der in Fig. 2 gezeigten Peristaltikpumpe 1 nicht innerhalb oder kurz vor der Pumpe. Dadurch ergibt sich ein geringerer Umschlingungswinkel. Die Übergangsstelle 15 zwischen dem Dichtbereich 11 und dem Austauschbereich 12 ist jedoch so angeordnet, dass der Austauschbereich 12 weiterhin etwa 180° der Sattelinnenfläche 5 umfasst. Der Eintauchbereich 10 und optional der Dichtbereich 11 erstrecken sich dagegen jeweils über einen kleineren Winkelbereich der Sattelinnenfläche, wobei der Dichtbereich 11 nicht weniger als 90° überspannt. Entlang eines Umfangsabschnitts des Rotors 3 erstreckt sich ein Schlauchführungsabschnitt 13, mit dessen Hilfe die Enden des Schlauchs 4 definiert aus dem Sattel 2 führbar sind.

[0026] Fig. 3 zeigt ein Diagramm eines Pulsationseffekts eines Volumenstroms aus einer Peristaltikpumpe nach dem Stand der Technik mit linear über den Drehwinkel des Rotors zunehmendem Austausch der Schlauchquetschmittel aus dem Schlauch. Auf der Ordinate ist die Größe des Volumenstroms abgetragen, während auf der Abszisse der Winkel des Rotors 3 abgetragen ist. Der Verlauf 20 ist über eine Drehung des Rotors 3 von 0 bis 360° dargestellt. Entsprechend der vier Schlauchquetschmittel 6 der Peristaltikpumpe 1 ergeben sich vier näherungsweise sinusförmige Pulsationen in dem Verlauf 20. Der dargestellte Bereich wiederholt sich für weitere Umdrehungen des Rotors 3.

[0027] In der Fig. 4 sind die einzelnen Pulsationen des Verlaufs 20 aus Fig. 3 überlagert in einem Diagramm dargestellt. Auf der Abszisse ist wiederum die Größe des Volumenstroms abgetragen, während auf der Ordinate ein Winkelbereich von 0 bis 90° in einer Drehung des Rotors 3 einer Peristaltikpumpe mit linear über den Drehwinkel des Rotors zunehmendem Austausch der Schlauchquetschmittel aus dem Schlauch abgetragen ist, bei der der Radius des Sattels im Austauschbereich 12 linear zunimmt. Der Rotor 3 dieser Pumpe weist vier Schlauchquetschmittel auf. Der dargestellte Verlauf 21 ist aus einer Punktwolke gebildet, die sich durch entsprechende Verschiebung und Überlagerung der Pulsationen in einen Winkelbereich von 90° ergibt. Dieser Datensatz bildet eine Ausgangsbasis zur Ermittlung einer Modulation für die Oberflächenform der Sattelinnenfläche 5 zur Kompensation der Pulsationen in den Verläufen 20 bzw. 21. Bei einer Peristaltikpumpe mit drei Schlauchquetschmitteln wäre der dargestellte Winkelbereich kleiner, da für den Dichtbereich ein größerer Anteil der Sattelinnenfläche benötigt wird, nämlich wenigstens

120°. Der bei einer solchen Pumpe entstehende Verlauf des Volumenstroms wäre über den kleineren Winkelbereich des Austauschbereichs 12 einer gestauchten Version des dargestellten Verlaufs über 90° ähnlich.

[0028] In Fig. 5 ist der Verlauf 22 einer Modulation für den Austauschbereich 12 der Sattelinnenfläche 5 im Vergleich zu einem Verlauf 23 der Sattelinnenfläche ohne Modulation dargestellt. Auf der Ordinate ist der Abstand zwischen der Sattelinnenfläche und der Drehachse 8 des Rotors 3 über einem Drehwinkel des Rotors 3 von 0 bis 90° in dem Austauschbereich 12 für eine Variante mit vier Schlauchquetschmitteln 6 dargestellt. Der Austauschbereich 12 ist dabei in zwei Hälften mit einem Winkel von jeweils 90° unterteilt. Für eine Variante mit drei Schlauchquetschmitteln 6 würde der Austauschbereich 12 kleiner ausfallen, da der Dichtbereich 11 allein wenigstens 120° beansprucht. Im Weiteren wird ein Rotor mit vier Schlauchquetschmitteln betrachtet. Der modulierte Verlauf 22 führt zunächst durch den erhöhten Abstand von dem Drehzentrum des Rotors in einer ersten Halbwelle 27 zu verstärkter Zunahme des Schlauchinnenvolumens und entsprechender Aufnahme von Fördermedium. Bei etwa 40° Drehwinkel des Rotors geht die positive Halbwelle 27 in eine negative Halbwelle 28 über, die im Vergleich zu einem kontinuierlichen Austauschen des Schlauchquetschmittels 6 aus dem Schlauch 4 zu weniger Volumenzunahme führt. Beim Übergang der positiven Halbwelle 27 in die negative Halbwelle 28 wird der zunächst weiter geöffnete Schlauch sogar wieder stärker zusammengepresst. In dem in der Drehrichtung 9 des Rotors 3 zuerst durchlaufenen Hälfte 25 (Vorgabeabschnitt) des Austauschbereichs 12 findet eine kontinuierliche Zunahme des Abstands zwischen der Sattelinnenfläche 5 und der Drehachse 8 des Rotors 3 statt. In dem Diagramm der Fig. 5 ist die zweite Hälfte des Austauschbereichs 12 dargestellt, der einen Kompensationsabschnitt 26 bildet und durch eine Modulation 22 Pulsationseffekte aus dem Vorgabeabschnitt 25 des Austauschbereichs 12 kompensiert. Um von gemessenen Werten aus der Fig. 4 zu der Modulation 22 in Fig. 5 zu kommen, wird zunächst ein Mittelwert aus den in Fig. 4 übereinandergelegten Pulsationen gebildet. Die so erhaltenen Werte werden dann unter Berücksichtigung einer Funktion, die den Abstand zwischen der Sattelinnenfläche 5 und der Drehachse 8 des Rotors 3 ins Verhältnis zu einer Volumenstromänderung setzt, zu der Modulation 22 umgerechnet. Ein denkbarer Weg dazu ist außerdem, eine Sinusfunktion 27, 28 anzusetzen und deren Frequenz, Phasenlage, Amplitude und Offset entsprechend anzupassen. Alternativ kann eine freie Kurvenform, die eine möglichst optimale Kompensation ermöglicht, gewählt werden.

[0029] Fig. 6 zeigt ein Diagramm mit einer Ordinate, auf der der Abstand der Sattelinnenfläche 5 von der Drehachse 8 des Rotors 3 über einen Winkelbereich von 0 bis 180° dargestellt ist. Im Bereich von 0 bis 90°, der einem Vorgabeabschnitt 25 bzw. einer ersten Hälfte des Austauschbereichs 12 entspricht, nimmt der Abstand zwi-

schen der Sattelinnenfläche 5 und der Drehachse 8 des Rotors 3 linear zu. Ab einem Winkel von 90° bis zu einem Winkel von 180°, was einem Kompensationsabschnitt 26 entspricht, ist der lineare Zunahme des Abstands zwischen der Sattelinnenfläche 5 und der Drehachse 8 des Rotors 3 eine Modulation 22 überlagert, die die Pulsationseffekte aus dem Vorgabebereich 25 zumindest teilweise kompensiert. Die Modulation 22 entspricht der in Fig. 5 dargestellten Modulation 22 und wird auf die gleiche Weise gewonnen.

[0030] Die bezüglich der Figuren 3 bis 6 beschriebene Kompensation von Pulsationseffekten durch zwei Schlauchquetschmittel 6, die in einem Vorgabeabschnitt 25 und einem Kompensationsabschnitt 26 laufen, kann analog auf die Kompensation der Pulsationseffekte mit einem einzigen Schlauchquetschmittel 6 in dem Austauschbereich 12 angewendet werden. Dann wird der gesamte Austauschbereich 12 mittels einer Modulation 22 für ein einzelnes Schlauchquetschmittel 6 korrigiert, wobei kein Vorgabeabschnitt 25 bzw. Kompensationsabschnitt im Sinne von Fig. 6 vorgesehen ist.

[0031] Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform einer Peristaltikpumpe, der eigenständige Bedeutung zukommt und deren unabhängige Beanspruchung vorbehalten wird. In dieser Ausführungsform lässt sich der Sattel 2 in zwei Teilabschnitte 2a und 2b unterteilen, wobei die Abschnitte 2a und 2b um eine Schwenkachse 30 schwenkbar angeordnet sind. Ein Aufschwenken der Abschnitte 2a und 2b aus einer Förderposition hat zur Folge, dass sich die Sattelinnenfläche in zwei Abschnitte 5a und 5b trennt, die im aufgeschwenkten Zustand einen größeren Abschnitt zueinander aufweisen, als im geschlossenen Zustand. Außerdem entfernen sich die Teilabschnitte der Sattelinnenfläche 5a und 5b jeweils von den Quetschmitteln 6, so dass der Schlauch 4 zwischen den Schlauchquetschmitteln 6 und den Sattelinnenflächenabschnitten 5a und 5b nicht mehr derart eingeklemmt ist, dass der Schlauch vollständig verschlossen ist. Auf diese Weise ist es möglich, durch das Öffnen der Abschnitte 5a und 5b die Förderfunktion der Peristaltikpumpe auszusetzen. Außerdem ist es durch die Freigabe des Durchflusses durch den Schlauch 4 möglich, den Schlauch zu spülen, beispielsweise mit einem Spülgas. Besonders bevorzugt werden die Teilabschnitte 5a und 5b in einer Öffnungsstellung so weit voneinander entfernt, dass sich die Schlauchquetschmittel 6 nicht mehr in den Schlauch eindrücken und somit der volle Schlauchquerschnitt freigegeben wird. Der Schlauch kann dann besonders gut gespült werden, insbesondere mit einem durchgeleiteten Spülgas. Eine Drehung des Rotors ist somit zum Spülen nicht erforderlich. Vorzugsweise ist die Reproduzierbarkeit einer Schließstellung der Teilabschnitte 2a und 2b und/oder eine Formgenauigkeit trotz der Trennstelle besser als 5/100 mm, bevorzugt weniger als 2/100 mm. Die Stellen an den Teilabschnitten 2a und 2b, die sich beim Schwenken der Teilabschnitte 5a und 5b am weitesten voneinander entfernen, liegen vorzugsweise an der Austrittsstelle des

Schlauchs 4 aus dem Sattel 2. Somit liegt die Schwenkachse 30 der Austrittsstelle 31 vorzugsweise gegenüber. Vorzugsweise sind ein Einlaufbereich, ein Dichtbereich und ein Auslaufbereich der Sattelinnenfläche wie in einer der voran - gehend in dieser Patentanmeldung beschriebenen Ausführungsformen gestaltet. Vorzugsweise ist die Peristaltikpumpe dazu eingerichtet, dass der Rotor 3 beim Öffnen des Sattels in eine Stellung gebracht wird, in der die Schlauchquetschmittel 6 von der Schwenkachse 30 einen wenigstens näherungsweise maximalen Abstand aufweisen. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass die geringe Öffnungswirkung der Teilabschnitte 5a und 5b in der Nähe der Schwenkachse 30 nicht dazu führt, dass eines der Schlauchquetschmittel nicht, wenig oder nicht vollständig aus dem Schlauch 4 austaucht. Dazu weisen die Schlauchquetschmittel 6 in dieser Stellung vorzugsweise einen Winkel zu der Schwenkachse 30 auf, der dem halben Winkel zwischen zwei Schlauchquetschmitteln 6 auf dem Rotor 3 entspricht.

[0032] In der Fig. 8 ist die Peristaltikpumpe aus Fig. 7 gezeigt, mit dem Unterschied, dass der Rotor 3 nicht dargestellt ist. So ist der Blick auf vier Schlauchquetschmittel 6 frei, die jeweils als eine Rolle gestaltet sind. Die Schlauchquetschmittel 6 sind jeweils um eine in dem Rotor 3 feststehende Drehachse 7 gelagert. Obwohl die Peristaltikpumpe in geöffnetem Zustand gezeigt ist, ist schematisch dargestellt, wie die Schlauchquetschmittel 6 in den Schlauch 4 eintauchen. In der Realität würde die Eigensteifigkeit des Schlauchs 4 dazu führen, dass sich der Schlauch aus dem Eingriff der Schlauchquetschmittel 6 befreit.

[0033] Bei der in den Fig. 9a - 9c und Fig. 10 gezeigten Peristaltikpumpe 1 handelt es sich um eine Bauart, wie sie auch in Fig. 2 dargestellt ist. Zusätzlich hat die Pumpe nach den Fig. 9a - 9c und 10 eine Einfädelausnehmung 40 in dem oberen Deckelteil 42 des Rotors 3. Die Einfädelausnehmung 40 ist vorzugsweise so groß, dass sie den Schlauchquerschnitt des Schlauchs 4 aufnehmen kann. Zum Einfädeln des Schlauchs 4 in die Peristaltikpumpe 1 wird die Einfädelausnehmung 40 durch Drehen des Rotors 3 in Flucht mit dem Schlaucheinführungskanal 43 gebracht. Danach wird ein vorlaufender Endabschnitt 44 in den Schlaucheinführungskanal 43 gelegt und im Bereich der Einfädelausnehmung 40 in der in Fig. 9a gezeigten Weise nach oben abgewinkelt und dabei bereichsweise in die Einfädelausnehmung 40 eingelegt. Sodann wird der Rotor 3 in Richtung des Pfeiles 9 gedreht und dabei der Schlauch 4 aufgrund des Eingriffs in der Einfädelausnehmung 40 mitgenommen und nachgeführt. Hierzu kann der vorlaufende Endabschnitt 44 ggf. von einer Bedienungsperson gehalten werden, bis der Rotor 3 weit genug gedreht worden ist, so dass der Schlauch 4 den Schlauchausführungskanal 46 erreicht hat. Fig. 9b zeigt eine Momentaufnahme auf dem Weg dorthin. In Fig. 9c ist der Schlauch 4 bereits vollständig eingefädelt, so dass er sich in seiner Betriebsposition zwischen der Sattelinnenfläche 15 und der Umfangsfläche des Rotors 3 im

Bereich unterhalb des Deckelteils 42 des Rotors 3 befindet. Das Deckelteil 42 steht radial nach außen über die genannte Umfangsfläche des Rotors 3 ab, so dass der Schlauch 4 nicht in axialer Richtung des Rotors 3 aus der Pumpe 1 fallen kann.

[0034] In der in Fig. 9c gezeigten Sollposition des Schlauchs 4 ist die Einfädelausnehmung 40 wieder frei und der Schlauch liegt mit seinem vorlaufenden Abschnitt 44 bereichsweise in dem Schlauchausführungskanal 46.

[0035] Der Aspekt des Vorsehens einer radial äußeren Einfädelausnehmung des Rotors kann auch bei anderen Peristaltikpumpen als den hier betrachteten interessant sein und ein vereinfachtes Einfädeln des Schlauches ermöglichen. Insoweit kann dieser Aspekt unabhängig von der hier näher betrachteten Ausgestaltung des Sattels der Peristaltikpumpe selbständige erfinderische Bedeutung bei Peristaltikpumpen im Allgemeinen haben.

[0036] Fig. 10 zeigt eine Momentaufnahme beim Ausfädeln des Schlauchs 4. Dabei wird der nachlaufende Endabschnitt 47 des Schlauchs hochgebogen, so dass er in der Einfädelausnehmung 40 aufgenommen wird. Sodann kann der Rotor 3 in Richtung des Pfeiles 9 gedreht werden und dabei der Schlauch 4 aus dem Ausführungskanal 46 herausgeschoben werden, bis schließlich das nachlaufende Ende 47 von der Einfädelausnehmung 40 freikommt und der Schlauch insgesamt von der Peristaltikpumpe 1 entfernt werden kann.

Patentansprüche

1. Peristaltikpumpe (1) zur Förderung eines fluiden Fördermediums umfassend einen Schlauch (4), einen Sattel (2) mit einer bogenartig geformten Sattelinnenfläche (5) und einem in dem Sattel (2) um eine Drehachse (8) drehbar angeordneten Rotor (3) mit mehreren winkelmäßig um die Drehachse (8) verteilten, der Sattelinnenfläche (5) zumindest zeitweise gegenüberliegend angeordneten Schlauchquetschmitteln (6) zur äußeren Beaufschlagung des zwischen der Sattelinnenfläche (5) und dem Rotor anzuordnenden Schlauches (4), derart, dass bei Drehung des Rotors (3) eine jeweilige durch äußere Beaufschlagung des Schlauches (4) durch ein Schlauchquetschmittel (6) verursachte lokale Verengung des Durchlassquerschnittes des Schlauches (4) mit dem betreffenden Schlauchquetschmittel (6) entlang der Sattelinnenfläche (5) bewegbar ist, um das Fördermedium in dem Schlauch (4) zu fördern, wobei der Sattel (2) entlang der Sattelinnenfläche (5) einen Eintauchbereich (10), einen Dichtbereich (11) und einen Austauschbereich (12) für die Schlauchquetschmittel (6) aufweist und wobei der radiale Abstand zwischen der Drehachse (8) des Rotors (3) und der Sattelinnenfläche (5) im Eintauchbereich (10) abnimmt, im Dichtbereich konstant

bleibt und im Austauschbereich (12) zunimmt, so dass die Schlauchquetschmittel (6) bei ihrer Bewegung durch den Eintauchbereich (10) den Schlauch (4) unter Verengung seines Durchlassquerschnittes zunehmend beaufschlagen und bei ihrer Bewegung durch den Austauschbereich (12) den Schlauch (4) zur Beseitigung oder zumindest Verminderung der jeweiligen Verengung entlasten können,

dadurch gekennzeichnet, dass die Schlauchquetschmittel (6) derart winkelmäßig beabstandet an dem Rotor (3) vorgesehen sind und sich der Austauschbereich (12) über einen derartigen Winkelbereich um die Drehachse (8) des Rotors (3) erstreckt, dass jeweils zwei aufeinander folgende Schlauchquetschmittel (6) bei der Drehung des Rotors (3) in dem Austauschbereich (12) sind, wobei die Sattelinnenfläche (5) in dem Austauschbereich (12) so verläuft, dass der radiale Abstand zwischen der Sattelinnenfläche (5) und der Drehachse (8) des Rotors (3) entlang der Bewegungsbahn der Schlauchquetschmittel (6) derart variiert, dass eine Modulation (22) der Beaufschlagung des Schlauches (4) durch die Schlauchquetschmittel (6) beim Durchlaufen des Austauschbereiches (12) zum Kompensieren von Pulsationseffekten, die im Fördermedium aufgrund der Änderung der Beaufschlagung des Schlauches (4) durch eines der beiden den Austauschbereich (12) jeweils gemeinsam durchlaufenden Schlauchquetschmittel (6) entstehen, durch eine Änderung der Beaufschlagung des Schlauches (4) durch das andere der beiden den Austauschbereich (12) jeweils gemeinsam durchlaufenden Schlauchquetschmittel (6) beim Durchlaufen des Austauschbereiches (12) erfolgt.

2. Peristaltikpumpe (1), nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sattel entlang der Sattelinnenfläche (5) einen Vorgabeabschnitt (25) des Austauschbereichs (12) aufweist, der von einem der beiden aufeinander folgenden Schlauchquetschmittel (6) durchlaufen wird, wobei der radiale Abstand zwischen der Sattelinnenfläche (5) und der Drehachse (8) des Rotors (3) entlang des Vorgabeabschnitts (25) kontinuierlich zunimmt, und einen Kompensationsabschnitt (26) aufweist, der gleichzeitig zu dem Durchlaufen des Vorgabeabschnitts (25) mit dem einen Schlauchquetschmittel (6) von dem anderen der aufeinanderfolgenden Schlauchquetschmittel (6) durchlaufen wird und der eine Modulation (22) des radialen Abstands zwischen der Sattelinnenfläche (5) und der Drehachse (8) des Rotors (3) entlang des Kompensationsabschnitts (26) aufweist, wobei mittels der Modulation (22) Pulsationseffekte, die im Fördermedium aufgrund der Änderung der Beaufschlagung des Schlauches (4) durch das Schlauchquetschmittel (6) in dem Vorgabeabschnitt (25) entstehen, kompensiert werden.

3. Peristaltikpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein von dem Dichtbereich (11) umfasster Förderabschnitt mit konstantem radialen Abstand zwischen der Drehachse (8) des Rotors (3) und der Sattellinnenfläche (5), der Vorgabeabschnitt (25) und der Kompensationsabschnitt (26) so dimensioniert sind, dass sie gleichzeitig und ununterbrochen von jeweiligen Schlauchquetschmitteln (6) bei Rotation des Rotors (3) durchlaufen werden, wobei jeweils ein Schlauchquetschmittel (6) in jedem der genannten Abschnitte (11, 25, 26) den Schlauch (4) beaufschlagen kann. 5 10
4. Peristaltikpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Förderabschnitt (11), der Vorgabeabschnitt (25) und der Kompensationsabschnitt (26) sich über gleich große Winkelabstände um die Drehachse (8) des Rotors (3) erstrecken. 15
5. Peristaltikpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorgabeabschnitt (25) so in dem Austauschbereich (12) angeordnet ist, dass er in einer Drehrichtung (9) des Rotors (3) von den Schlauchquetschmitteln (6) vor dem Kompensationsabschnitt (26) durchlaufen wird. 20 25
6. Peristaltikpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verlauf des radialen Abstands zwischen der Sattellinnenfläche (5) und der Drehachse (8) des Rotors (3) ohne Modulation (22) entlang von zumindest Teilen des Austauschbereichs (12) einer linearen Funktion, einem Polynom oder einer Exponentialfunktion folgt. 30
7. Peristaltikpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Modulation (22) des radialen Abstands zwischen der Sattellinnenfläche (5) und der Drehachse (8) des Rotors (3) entlang des Kompensationsabschnitts (26) wenigstens näherungsweise sinusförmig verläuft. 35 40
8. Peristaltikpumpe (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abstandsabnahmehalbwelle (28) der wenigstens näherungsweise sinusförmigen Modulation (22), aufgrund der sich der radiale Abstand zwischen der Sattellinnenfläche (5) und der Drehachse (8) des Rotors (3) während des Durchlaufs eines Schlauchquetschmittels (6) durch den Kompensationsabschnitt (26) verkleinert, in Bezug auf das Durchlaufen mit einem Schlauchquetschmittel (6) nach einer Abstandszunahmehalbwelle (27), aufgrund der sich der radiale Abstand zwischen der Sattellinnenfläche (5) und der Drehachse (8) des Rotors (3) während des Durchlaufs eines Schlauchquetschmittels (6) durch den Kompensationsabschnitt (26) vergrößert, angeordnet ist. 45 50 55
9. Peristaltikpumpe (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Modulation (22) des radialen Abstands zwischen der Sattellinnenfläche (5) und der Drehachse (8) des Rotors (3) entlang des Kompensationsabschnitts (26) durch eine Messung an einer gleichartigen Peristaltikpumpe (1) ohne Modulation (22) des Kompensationsabschnitts (26) derart festgelegt ist, dass an der Peristaltikpumpe (1) ohne Modulation (22) des Kompensationsabschnitts (26) gemessene Pulsationseffekte im Fördermedium durch entgegenwirkende Modulation (22) im Kompensationsabschnitt (26) kompensiert werden.
10. Peristaltikpumpe (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Messung die gleichartige Peristaltikpumpe (1) mit einem Schlauch eines bestimmten Schlauchtyps (4) versehen ist, so dass die Modulation (22) spezifisch auf diesen bestimmten Schlauchtyp (4) abgestimmt ist.
11. Peristaltikpumpe (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Peristaltikpumpe (1) dazu eingerichtet ist, bei einer Dosierung einer Menge des Förderfluids bekannte Pulsationseffekte in dem Förderfluid dadurch zu kompensieren, dass eine Förderendstellung des Rotors (3) beim Abschluss der Dosierung mittels einer Steuereinrichtung gegenüber einer unkompenzierten Förderendstellung vor- oder zurückverlegt wird.
12. Peristaltikpumpe (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuereinrichtung ein Ausmaß und eine Richtung der Verlegung der Förderendstellung des Rotors (1) zur Kompensation wenigstens näherungsweise mittels einer Sinusfunktion, die von der unkompenzierten Förderendstellung abhängt, bestimmt.
13. Peristaltikpumpe (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sinusfunktion in ihrer Phasenlage, Amplitude und Frequenz sowie in ihrem Offset einstellbar ist.
14. Peristaltikpumpe (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlauchquetschmittel (6) winkelmäßig gleichmäßig um die Drehachse (8) des Rotors (3) verteilt sind, und eine Steuereinrichtung die Peristaltikpumpe (1) derart steuert, dass der Rotor (3) für eine Dosierung eine Förderendstellung mit einem Winkelabstand zu einer vorangehenden Förderendstellung einnimmt, wobei der Winkelabstand dem Winkel zwischen zwei benachbarten Schlauchquetschmitteln (6) auf dem Rotor oder einem Vielfachen davon entspricht.
15. Peristaltikpumpe (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Abstände der Schlauchquetschmittel (6) in dem Rotor (3) zu einer Drehachse (8) des Rotors (3) konstant sind.

16. Verwendung einer Peristaltikpumpe (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche zum Dosieren eines Förderfluids.

Claims

1. Peristaltic pump (1) for conveying a fluid conveyed medium, comprising a hose (4), a saddle (2) having an arc-shaped inner saddle surface (5) and a rotor (3) that is arranged in the saddle (2) so as to be rotatable about an axis of rotation (8) and comprises a plurality of hose-squeezing means (6) which are angularly distributed around the axis of rotation (8), are at least periodically arranged so as to be opposite the inner saddle surface (5) and are intended to apply external pressure to the hose (4) that is to be arranged between the inner saddle surface (5) and the rotor, in such a way that, during rotation of the rotor (3), a corresponding local narrowing of the passage cross section of the hose (4) caused by a hose-squeezing means (6) applying external pressure to the hose (4) can move along the inner saddle surface (5) together with the relevant hose-squeezing means (6) in order to convey the conveyed medium in the hose (4), the saddle (2) comprising, along the inner saddle surface (5), an immersion region (10), a sealing region (11) and an emergence region (12) for the hose-squeezing means (6), and the radial distance between the axis of rotation (8) of the rotor (3) and the inner saddle surface (5) decreasing in the immersion region (10), remaining constant in the sealing region, and increasing in the emergence region (12), such that the hose-squeezing means (6) apply increasing pressure to the hose (4) when moving through the immersion region (10), while causing the passage cross section of the hose to narrow, and can release the hose (4) when moving through the emergence region (12) in order to remove or at least reduce the narrowing in question, **characterised in that** the hose-squeezing means (6) are provided on the rotor (3) in an angularly spaced manner and the emergence region (12) extends over such an angular range around the axis of rotation (8) of the rotor (3) that, in each case, two successive hose-squeezing means (6) are in the emergence region (12) during rotation of the rotor (3), the inner saddle surface (5) extending in the emergence region (12) such that the radial distance between the inner saddle surface (5) and the axis of rotation (8) of the rotor (3) varies along the movement path of the hose-squeezing means (6) in such a way that, in order to compensate for pulsation effects which arise in the conveyed medium on account of

the change in the application of pressure to the hose (4) by means of one of the two hose-squeezing means (6) in each case together traversing the emergence region (12), a modulation (22) of the application of pressure to the hose (4) by means of the hose-squeezing means (6) during traversal of the emergence region (12) occurs by means of a change in the pressure applied to the hose (4) by means of the other of the two hose-squeezing means (6) in each case together traversing the emergence region (12) during traversal of the emergence region (12).

2. Peristaltic pump (1) according to claim 1, **characterised in that** the saddle, along the inner saddle surface (5), comprises a default portion (25) of the emergence region (12) which is traversed by one of the two successive hose-squeezing means (6), the radial distance between the inner saddle surface (5) and the axis of rotation (8) of the rotor (3) continually increasing along the default portion (25), and comprises a compensation portion (26) which, at the same time as the default portion (25) is traversed by one hose-squeezing means (6), is traversed by the other of the successive hose-squeezing means (6) and comprises a modulation (22) of the radial distance between the inner saddle surface (5) and the axis of rotation (8) of the rotor (3) along the compensation portion (26), pulsation effects arising in the conveyed medium on account of the change in the application of pressure to the hose (4) by means of the hose-squeezing means (6) in the default portion (25) being compensated by means of the modulation (22).
3. Peristaltic pump according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** a conveying portion, comprised by the sealing region (11) and having a constant radial distance between the axis of rotation (8) of the rotor (3) and the inner saddle surface (5), the default portion (25) and the compensation portion (26) are dimensioned such that they are traversed by respective hose-squeezing means (6) at the same time and in an uninterrupted manner during rotation of the rotor (3), a hose-squeezing means (6) in each of said portions (11, 25, 26) being able to apply pressure to the hose (4) in each case.
4. Peristaltic pump according to claim 3, **characterised in that** the conveying portion (11), the default portion (25) and the compensation portion (26) extend over equal angular distances around the axis of rotation (8) of the rotor (3).
5. Peristaltic pump (1) according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the default portion (25) is arranged in the emergence region (12) in such a way that it is traversed by the hose-squeezing means (6) before the compensation portion (26) in a direction

of rotation (9) of the rotor (3).

6. Peristaltic pump (1) according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** a progression of the radial distance between the inner saddle surface (5) and the axis of rotation (8) of the rotor (3) follows a linear function, a polynomial or an exponential function without a modulation (22) along at least parts of the emergence region (12). 5
7. Peristaltic pump (1) according to any of claims 1 to 6, **characterised in that** the modulation (22) of the radial distance between the inner saddle surface (5) and the axis of rotation (8) of the rotor (3) progresses in an at least approximately sinusoidal manner along the compensation portion (26). 10
8. Peristaltic pump (1) according to claim 7, **characterised in that** a distance-reduction half wave (28) of the at least approximately sinusoidal modulation (22), on account of which the radial distance between the inner saddle surface (5) and the axis of rotation (8) of the rotor (3) decreases when a hose-squeezing means (6) traverses the compensation portion (26), is arranged after a distance-increase half wave (27) in terms of the traversal by a hose-squeezing means (6), on account of which distance-increase half wave the radial distance between the inner saddle surface (5) and the axis of rotation (8) of the rotor (3) increases when a hose-squeezing means (6) traverses the compensation portion (26). 15
9. Peristaltic pump (1) according to any of claims 2 to 8, **characterised in that** the modulation (22) of the radial distance between the inner saddle surface (5) and the axis of rotation (8) of the rotor (3) along the compensation portion (26) is set by a measurement on a peristaltic pump (1) of the same kind without modulation (22) of the compensation portion (26) such that pulsation effects in the conveyed medium measured on the peristaltic pump (1) without modulation (22) of the compensation portion (26) are compensated by a counteracting modulation (22) in the compensation portion (26). 20
10. Peristaltic pump (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the peristaltic pump (1) of the same kind is provided with a hose of a particular hose type (4) for the measurement, such that the modulation (22) is specifically tailored to this particular hose type (4). 25
11. Peristaltic pump (1) according to any of claims 1 to 8, **characterised in that** the peristaltic pump (1) is designed to compensate known pulsation effects in the conveying fluid when dosing an amount of the conveying fluid by shifting an end conveying position of the rotor (3) forwards or backwards relative to an 30

uncompensated end conveying position at the end of the dosing by means of a controller.

12. Peristaltic pump (1) according to claim 11, **characterised in that** a controller determines an extent and a direction of the shift of the end conveying position of the rotor (1) in order to compensate at least approximately by means of a sinus function, which depends on the uncompensated end conveying position. 35
13. Peristaltic pump (1) according to claim 12, **characterised in that** the sinus function can be adjusted in terms of its phase position, amplitude and frequency, and its offset. 40
14. Peristaltic pump (1) according to any of claims 1 to 10, **characterised in that** the hose-squeezing means (6) are distributed at equal angles around the axis of rotation (8) of the rotor (3), and a controller controls the peristaltic pump (1) such that, for a dosing, the rotor (3) occupies an end conveying position that is at an angular distance from a previous end conveying position, the angular distance corresponding to the angle between two adjacent hose-squeezing means (6) on the rotor or to a multiple thereof. 45
15. Peristaltic pump (1) according to any of the preceding claims, **characterised in that** the distances of the hose-squeezing means (6) in the rotor (3) from an axis of rotation (8) of the rotor (3) are constant. 50
16. Use of a peristaltic pump (1) according to any of the preceding claims for dosing a conveying fluid. 55

Revendications

1. Pompe péristaltique (1) pour le refoulement d'un agent de refoulement fluide comprenant un tuyau (4), une selle (2) avec une surface intérieure de selle (5) formée en arc et un rotor (3) agencé de manière rotative dans la selle (2) autour d'un axe de rotation (8) avec plusieurs moyens péristaltiques (6) distribués en angle autour de l'axe de rotation (8), agencés en regard au moins temporairement de la surface intérieure de selle (5) pour l'alimentation extérieure du tuyau (4) à agencer entre la surface intérieure de selle (5) et le rotor de telle manière que lors de la rotation du rotor (3), un rétrécissement local respectif causé par alimentation extérieure du tuyau (4) par un moyen péristaltique (6) de la section transversale de passage du tuyau (4) soit mobile avec le moyen péristaltique (6) concerné le long de la surface intérieure de selle (5), afin de refouler l'agent de refoulement dans le tuyau (4), dans laquelle la 55

selle (2) présente le long de la surface intérieure de selle (5) une zone d'immersion (10), une zone étanche (11) et une zone d'échange (12) pour les moyens péristaltiques (6) et dans laquelle la distance radiale entre l'axe de rotation (8) du rotor (3) et la surface intérieure de selle (5) décroît dans la zone d'immersion (10), reste constante dans la zone étanche et augmente dans la zone d'échange (12) de sorte que les moyens péristaltiques (6) alimentent de manière croissante lors de leur mouvement par la zone d'immersion (10) le tuyau (4) en rétrécissant sa section transversale de passage et peuvent décharger lors de leur mouvement par la zone d'échange (12) le tuyau (4) pour l'élimination ou au moins la diminution du rétrécissement respectif,

caractérisée en ce que les moyens péristaltiques (6) sont prévus espacés de telle sorte en angle sur le rotor (3) et la zone d'échange (12) s'étend sur une telle sorte de plage angulaire autour de l'axe de rotation (8) du rotor (3) que respectivement deux moyens péristaltiques (6) se suivant soient dans la zone d'échange (12) lors de la rotation du rotor (3), dans laquelle la surface intérieure de selle (5) s'étend dans la zone d'échange (12) de sorte que la distance radiale entre la surface intérieure de selle (5) et l'axe de rotation (8) du rotor (3) varie le long de la voie de déplacement des moyens péristaltiques (6) de telle manière qu'une modulation (22) de l'alimentation du tuyau (4) par les moyens péristaltiques (6) soit effectuée lors du passage de la zone d'échange (12) pour la compensation d'effets de pulsation qui apparaissent dans l'agent de refoulement en raison de la modification de l'alimentation de tuyau (4) par l'un des deux moyens péristaltiques (6) passant ensemble respectivement la zone d'échange (12), par une modification d'alimentation du tuyau (4) par l'autre des deux moyens péristaltiques (6) passant ensemble respectivement la zone d'échange (12), lors du passage de la zone d'échange (12).

2. Pompe péristaltique (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la selle présente le long de la surface intérieure de selle (5) une section de prescription (25) de la zone d'échange (12) qui est passée par un des deux moyens péristaltiques (6) se suivant, dans laquelle la distance radiale entre la surface intérieure de selle (5) et l'axe de rotation (8) du rotor (3) augmente en continu le long de la section de prescription (25), et présente une section de compensation (26) qui est passée simultanément au passage de la section de prescription (25) avec le moyen péristaltique (6) de l'autre des moyens péristaltiques (6) se suivant et qui présente une modulation (22) de la distance radiale entre la surface intérieure de selle (5) et l'axe de rotation (8) du rotor (3) le long de la section de compensation (26), dans lequel des effets de pulsation qui apparaissent dans l'agent de refoulement en raison de la modification de l'alimen-

tation du tuyau (4) par le moyen péristaltique (6) dans la section de prescription (25), sont compensés à l'aide de la modulation (22).

3. Pompe péristaltique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'**une section de refoulement comprise par la zone étanche (11) avec une distance radiale constante entre l'axe de rotation (8) du rotor (3) et la surface intérieure de selle (5), la section de prescription (25) et la section de compensation (26) sont dimensionnées de sorte qu'elles soient passées simultanément et de manière ininterrompue par des moyens péristaltiques respectifs (6) lors de la rotation du rotor (3), dans laquelle respectivement un moyen péristaltique (6) peut alimenter le tuyau (4) dans chacune des sections citées (11, 25, 26).
4. Pompe péristaltique selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** la section de refoulement (11), la section de prescription (25) et la section de compensation (26) s'étendent sur des distances angulaires de même taille autour de l'axe de rotation (8) du rotor (3).
5. Pompe péristaltique (1) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la section de prescription (25) est agencée dans la zone d'échange (12) de sorte qu'elle soit passée dans un sens de rotation (9) du rotor (3) par les moyens péristaltiques (6) avant la section de compensation (26).
6. Pompe péristaltique (1) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce qu'**une étendue de la distance radiale entre la surface intérieure de selle (5) et l'axe de rotation (8) du rotor (3) suit sans modulation (22) le long d'au moins des parties de la zone d'échange (12) une fonction linéaire, un polynôme ou une fonction exponentielle.
7. Pompe péristaltique (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la modulation (22) de la distance radiale entre la surface intérieure de selle (5) et l'axe de rotation (8) du rotor (3) s'étend le long de la section de compensation (26) au moins approximativement de manière sinusoïdale.
8. Pompe péristaltique (1) selon la revendication 7, **caractérisée en ce qu'**une demi-onde de diminution de distance (28) de la modulation (22) au moins approximativement sinusoïdale, en raison de laquelle la distance radiale entre la surface intérieure de selle (5) et l'axe de rotation (8) du rotor (3) se réduit pendant le passage d'un moyen péristaltique (6) par la section de compensation (26), est agencée par rapport au passage avec un moyen péristaltique (6) après une demi-onde d'augmentation de distance (27), en raison de laquelle la distance radiale entre la surface intérieure de selle (5) et l'axe de rotation

(8) du rotor (3) s'agrandit pendant le passage d'un moyen péristaltique (6) par la section de compensation (26).

9. Pompe péristaltique (1) selon l'une des revendications 2 à 8, **caractérisée en ce que** la modulation (22) de la distance radiale entre la surface intérieure de selle (5) et l'axe de rotation (8) du rotor (3) le long de la section de compensation (26) est fixée par une mesure sur une pompe péristaltique (1) de même type sans modulation (22) de la section de compensation (26) de telle manière que sur la pompe péristaltique (1) sans modulation (22) de la section de compensation (26), des effets de pulsation mesurés soient compensés dans l'agent de refoulement par une modulation agissant en sens inverse (22) dans la section de compensation (26). 5 10 15
10. Pompe péristaltique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** pour la mesure, la pompe péristaltique (1) de même type est pourvue d'un tuyau d'un type de tuyau (4) déterminé de sorte que la modulation (22) soit adaptée spécifiquement à ce type de tuyau (4) déterminé. 20 25
11. Pompe péristaltique (1) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** la pompe péristaltique (1) est aménagée afin de compenser lors d'un dosage d'une quantité du fluide de refoulement des effets de pulsation connus dans le fluide de refoulement du fait qu'une position d'extrémité de refoulement du rotor (3) soit préposée ou reposée à la fin du dosage à l'aide d'un dispositif de commande par rapport à une position d'extrémité de refoulement non compensée. 30 35
12. Pompe péristaltique (1) selon la revendication 11, **caractérisée en ce qu'un** dispositif de commande détermine une ampleur et une direction de pose de la position d'extrémité de refoulement du rotor (1) pour la compensation au moins approximativement à l'aide d'une fonction sinusoïdale qui dépend de la position d'extrémité de refoulement non compensée. 40
13. Pompe péristaltique (1) selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** la fonction sinusoïdale peut être réglée dans sa position de phase, amplitude et fréquence ainsi que dans son décalage. 45
14. Pompe péristaltique (1) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** les moyens péristaltiques (6) sont répartis en angle uniformément autour de l'axe de rotation (8) du rotor (3) et un dispositif de commande commande la pompe péristaltique (1) de telle manière que le rotor (3) occupe pour un dosage une position d'extrémité de refoulement avec une distance angulaire par rapport à une position d'extrémité de refoulement précédente, 50 55

dans laquelle la distance angulaire correspond à l'angle entre deux moyens péristaltiques (6) contigus sur le rotor ou un multiple de celui-ci.

15. Pompe péristaltique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les distances des moyens péristaltiques (6) sont constantes dans le rotor (3) par rapport à un axe de rotation (8) du rotor (3). 5 10
16. Utilisation d'une pompe péristaltique (1) selon l'une des revendications précédentes pour le dosage d'un fluide de refoulement. 15

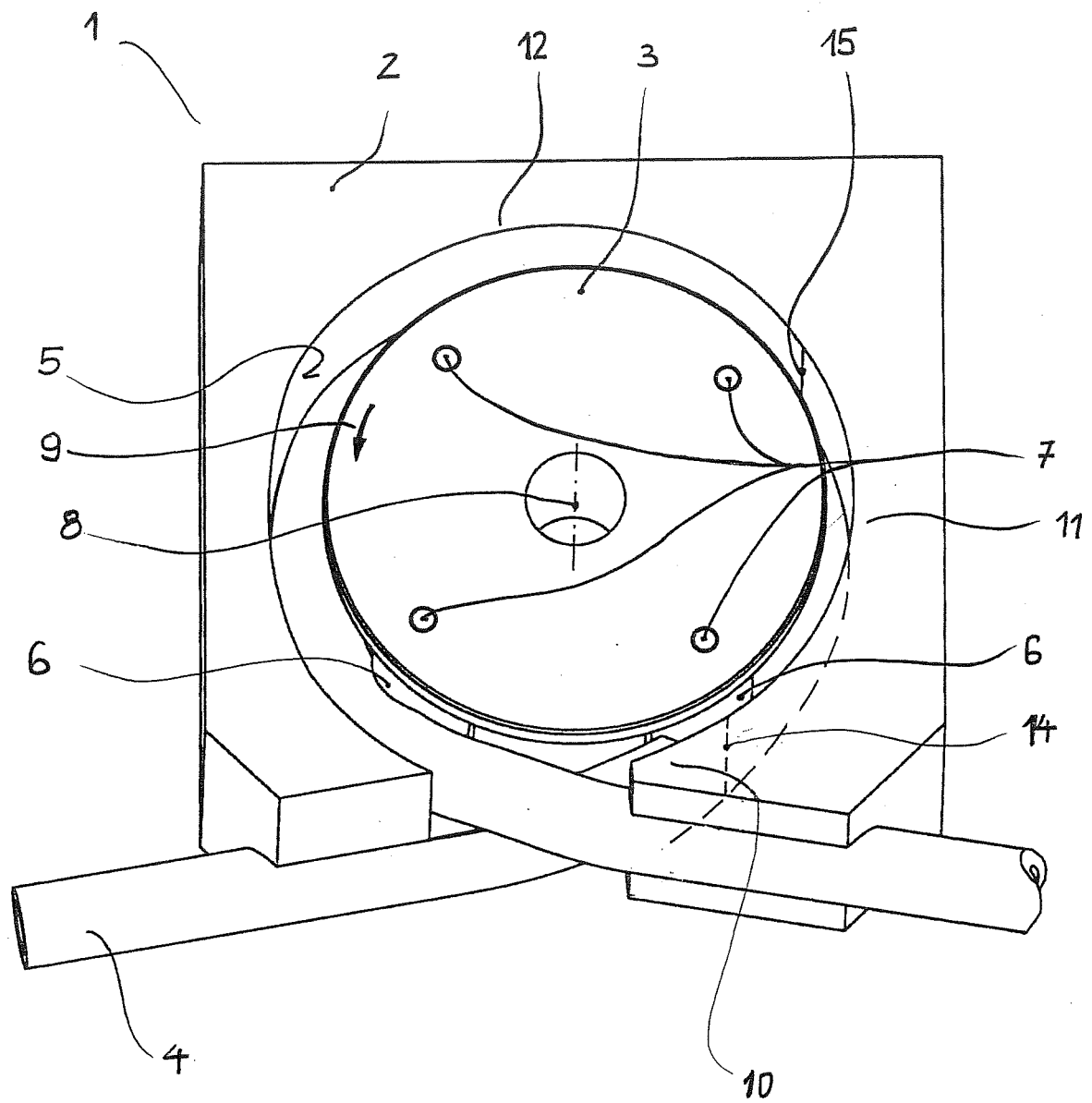


Fig.1

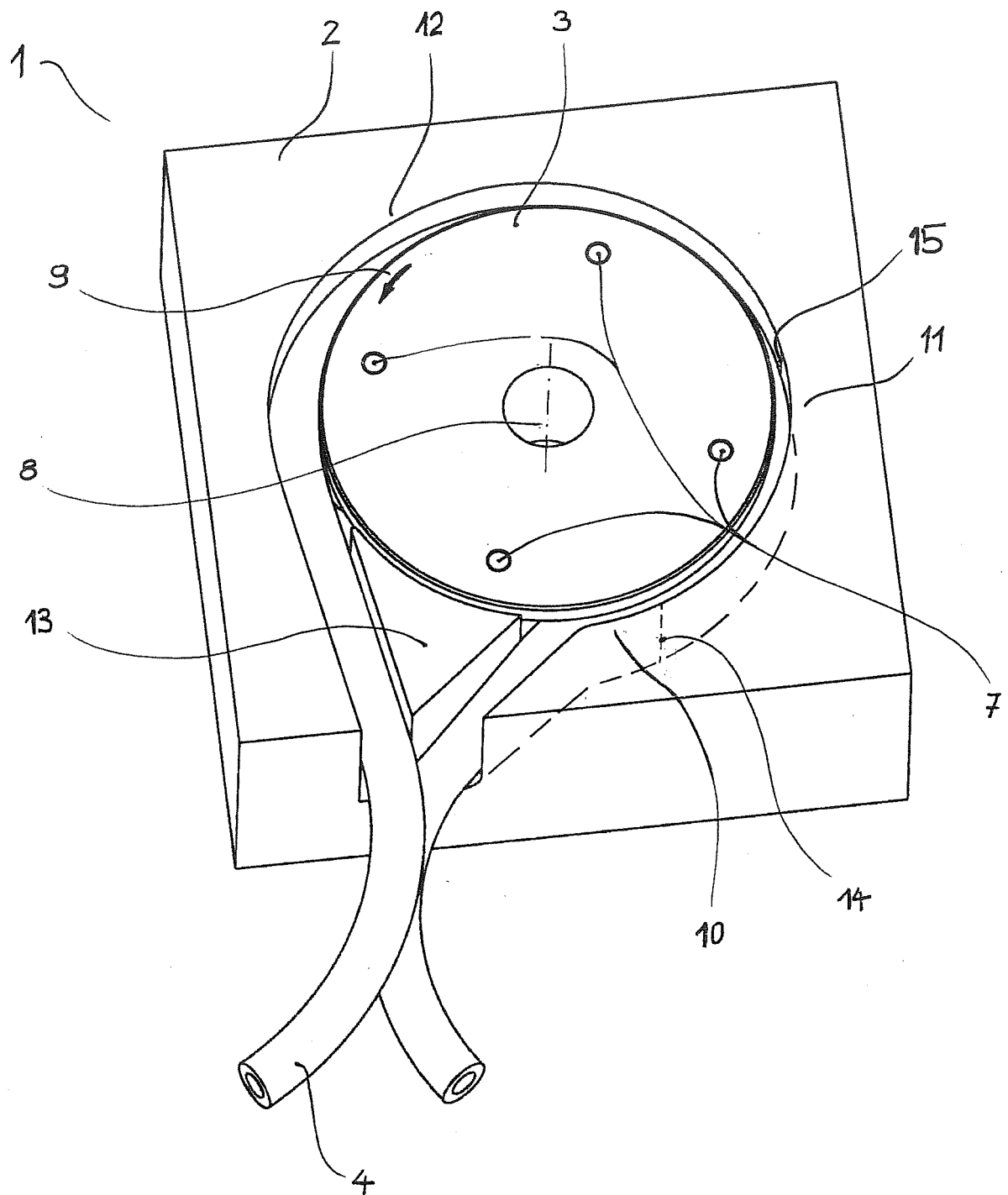


Fig.2

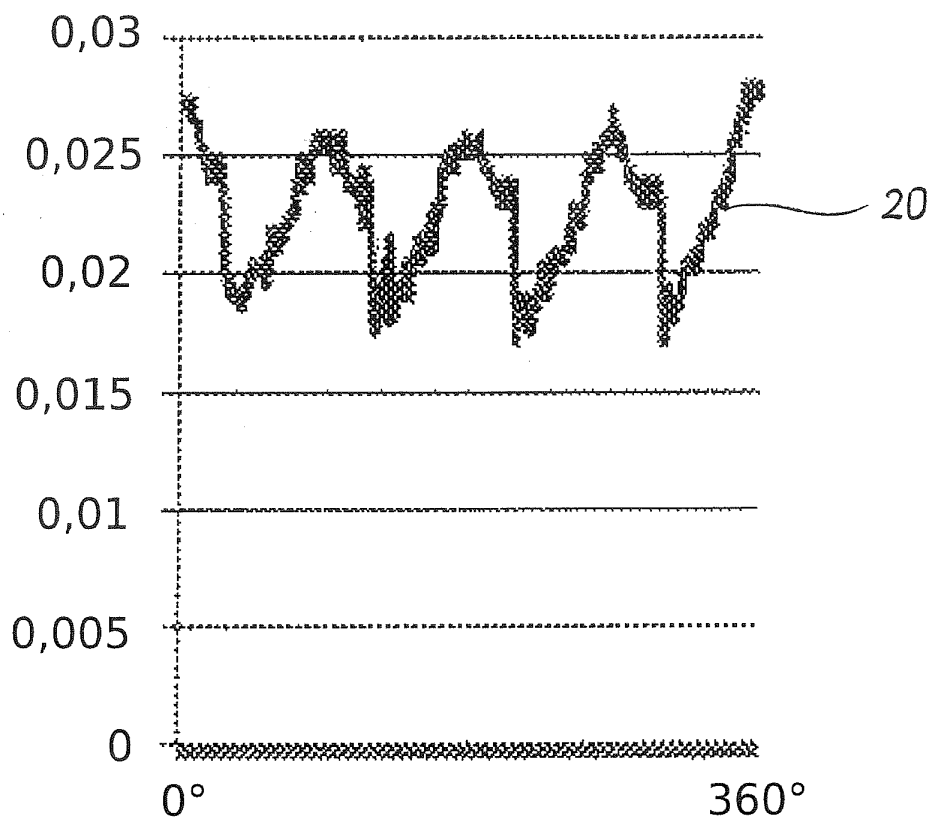


Fig. 3 Stand der Technik

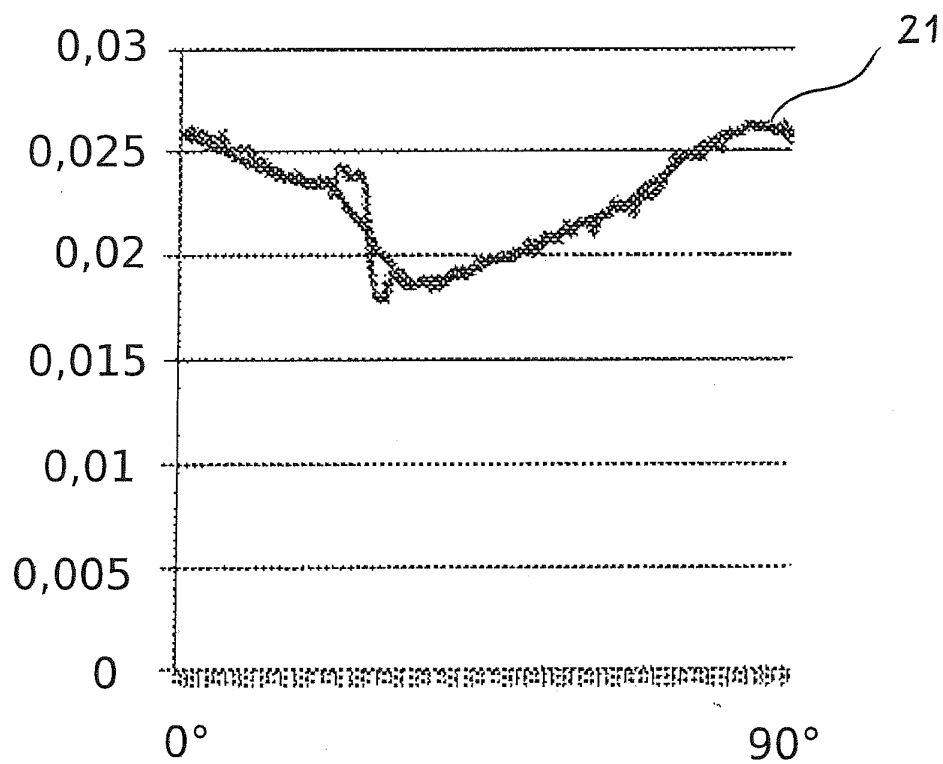


Fig. 4

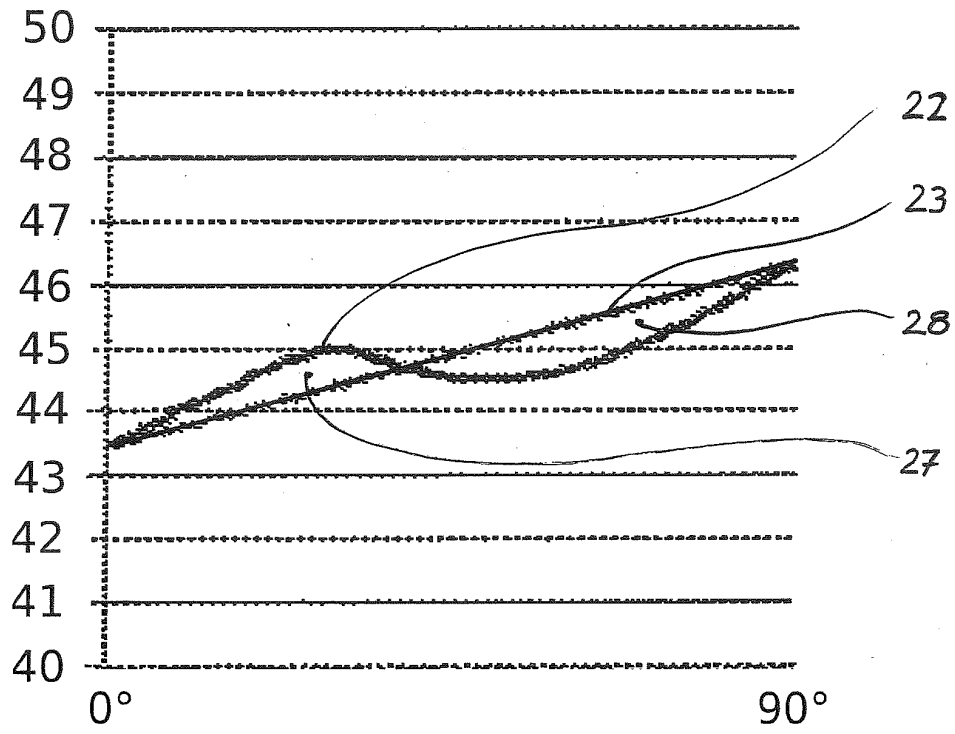


Fig. 5

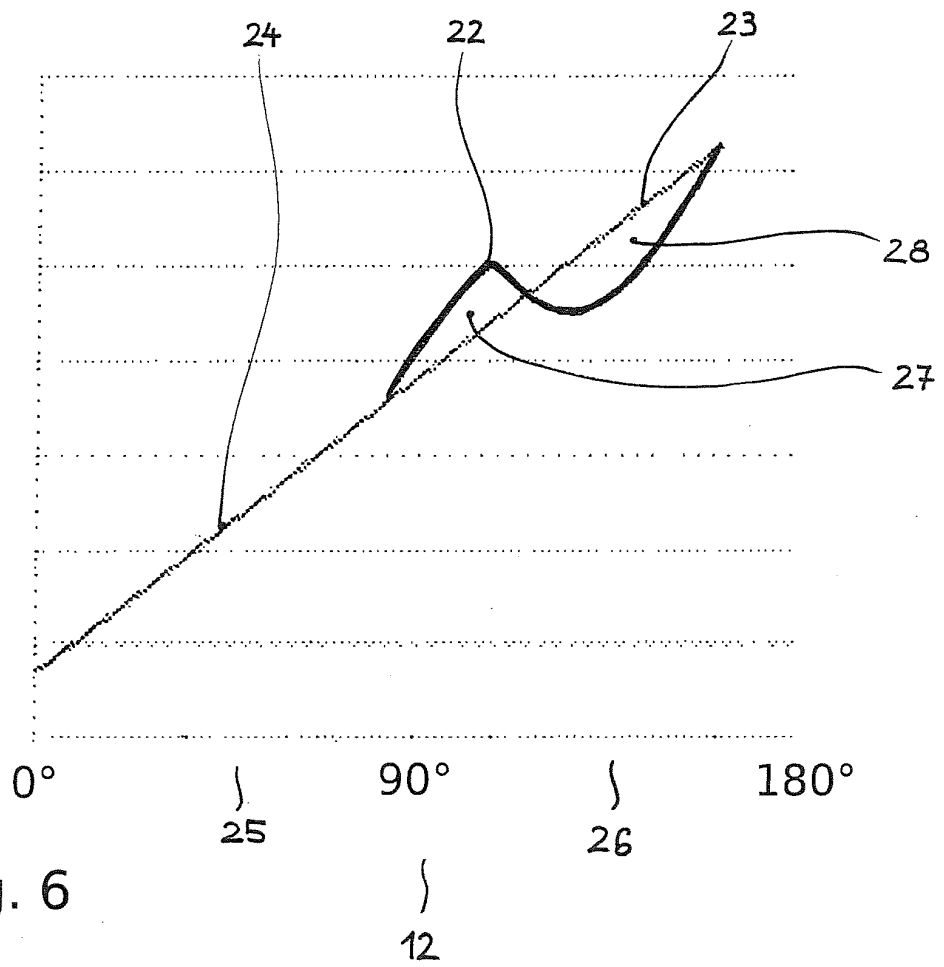


Fig. 6

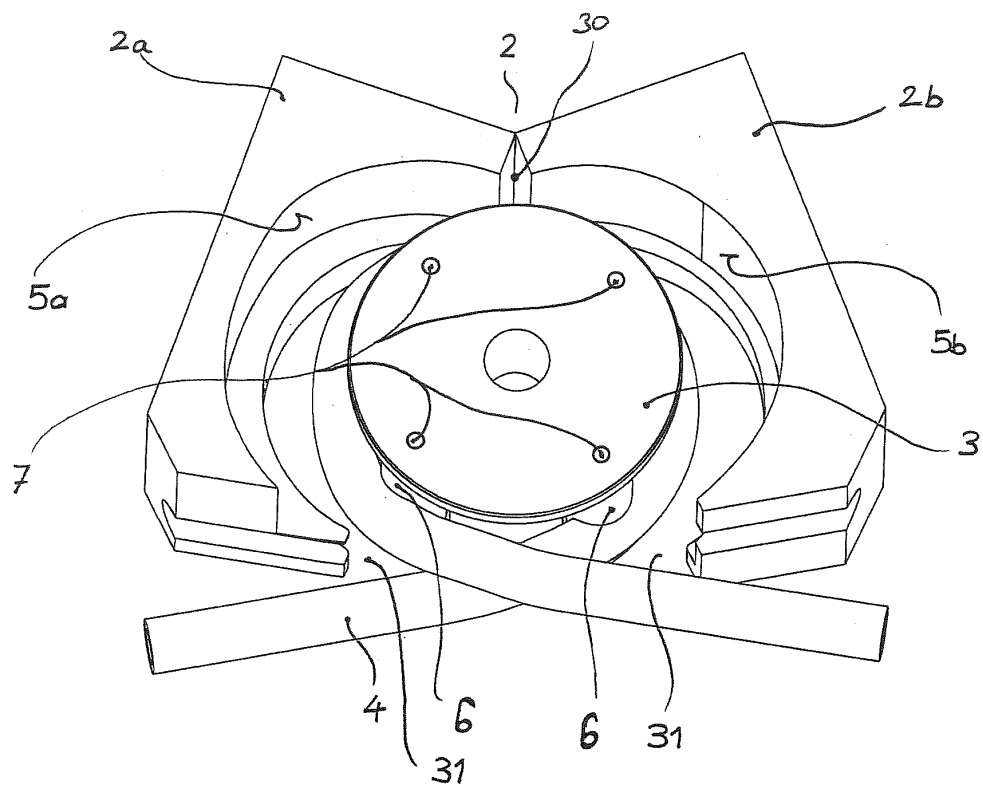


Fig. 7

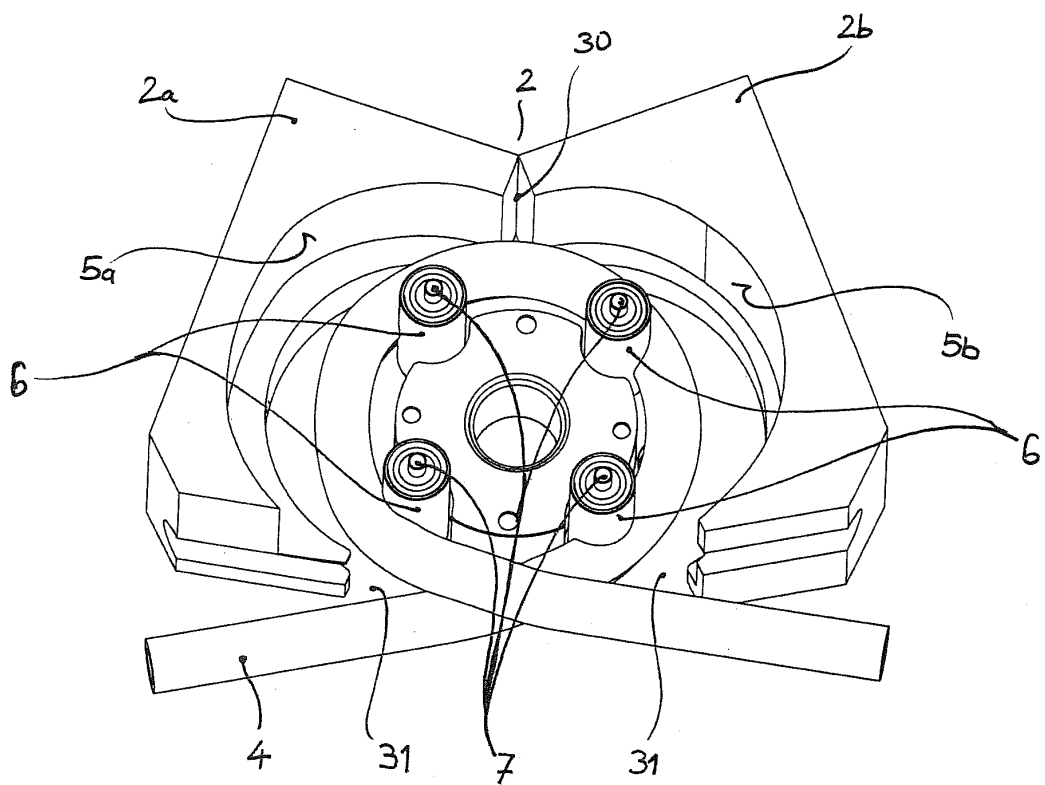
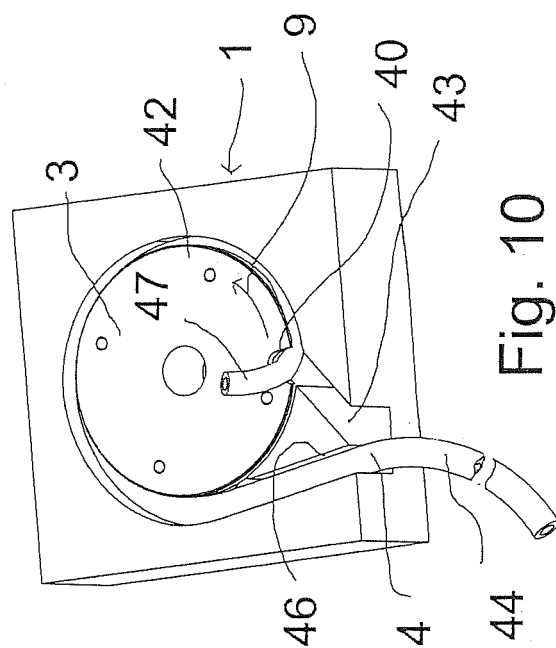
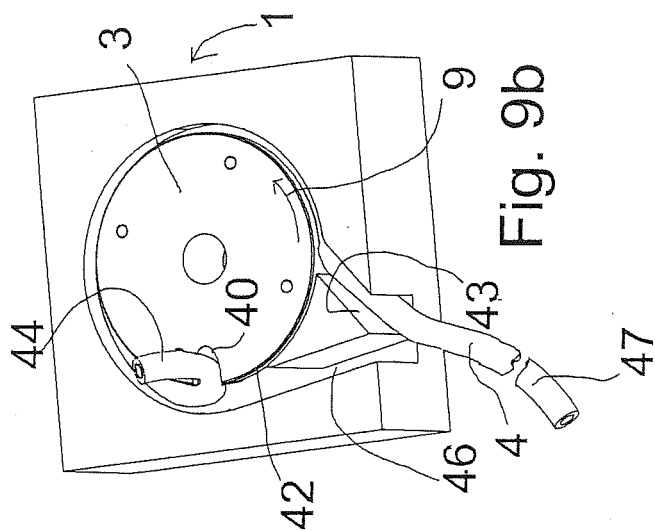
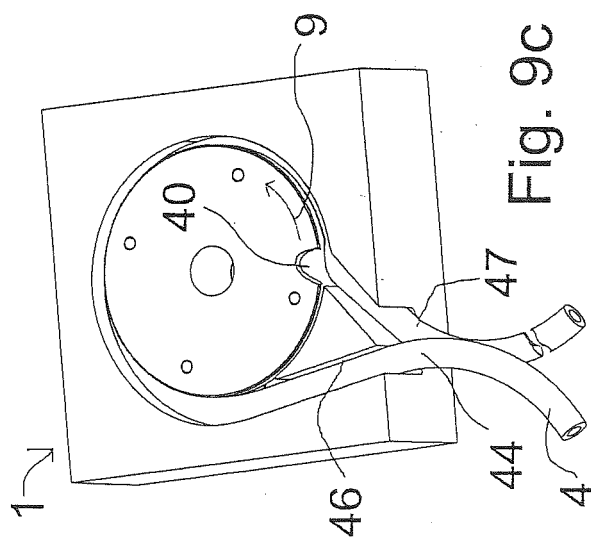
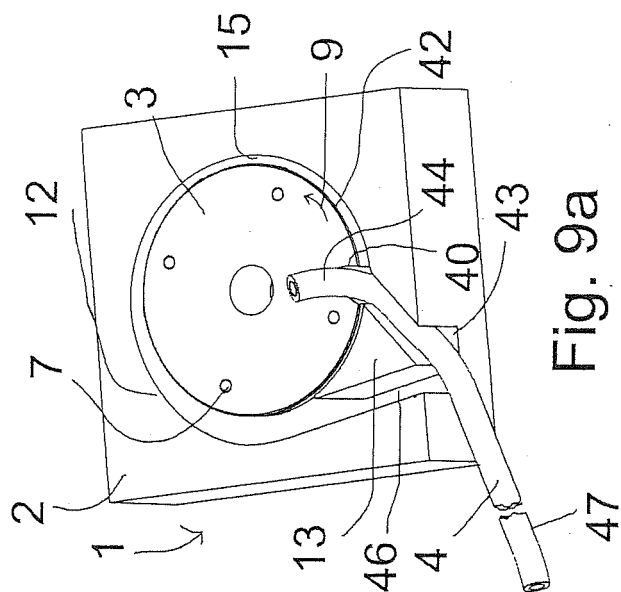


Fig. 8



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19611637 B4 [0004]
- WO 2009095358 A [0004]
- DE 2452771 A1 [0004]
- US 4564342 A [0005]