



(11) **EP 1 522 729 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**  
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch: **27.03.2013 Patentblatt 2013/13**

(51) Int Cl.: **F04C 2/107** <sup>(2006.01)</sup>

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**27.12.2006 Patentblatt 2006/52**

(21) Anmeldenummer: **03022804.3**

(22) Anmeldetag: **07.10.2003**

(54) **Exzenterschnecken-Pumpe und Stator für eine solche Pumpe**

Progressive cavity pump and stator for such a pump

Pompe à cavité progressive et stator pour une telle pompe

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.04.2005 Patentblatt 2005/15**

(73) Patentinhaber: **Johann Heinrich Bornemann  
GmbH - Kunststofftechnik  
Obernkirchen -  
31683 Obernkirchen (DE)**

(72) Erfinder: **Feltz, Gerd-Joachim  
32457 Porta Westfalica (DE)**

(74) Vertreter: **Leonhard, Frank Reimund et al  
Leonhard - Olgemöller - Fricke  
Patentanwälte  
Postfach 10 09 62  
80083 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 19 758 086 DE-A- 19 801 021  
DE-A1- 2 937 403 DE-A1- 3 304 751  
DE-A1- 10 026 694 DE-A1- 19 531 318  
DE-C- 4 442 060 DE-C2- 1 303 705  
GB-A- 1 215 569 US-B1- 6 170 572  
US-B1- 6 183 226**

**EP 1 522 729 B2**

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine langgestreckte Förderpumpe als Exzentrerschneckenpumpe, bestehend aus einem Stator und einem Rotor. Der Stator kann einen zylindrischen äußeren Mantel, bevorzugt aus Metall, und einen von diesem aufgenommenen oder aufnehmbaren Hohlmantel aus einem "fest-elastischem" Material mit schneckenförmiger Innenfläche besitzen. Er nimmt einen entsprechend wendel- oder schneckenförmigen Rotor auf. Stator und Rotor haben gleichsinnige Steigungen. Auch von Relevanz ist der Stator selbst, mit "fest-elastischer" Auskleidung oder Elastomermantel.

**[0002]** Derartige Pumpen sind für verschiedene Einsatzbereiche, zum Beispiel als Förderpumpe für Mörtel-Gemische oder anderes abrasives Förderfluid bekannt, vgl. DE-B 33 04 751 (KTO) mit "konischer Vorspannung" zwischen Stator und Rotor, stärker werdend zum Ausgang MAS. Eine Pumpe mit Elastomerstator ist aus DE-A 197 58 086 (Artemis) bekannt. Sie entspricht dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Bei ihr soll eine schnelle Montage der Auskleidung möglich sein. Ein axial vorstehender Elastomerring ist für eine dichtende axiale Montage vorgesehen. Ebenso ist die DE-A 198 01 021 (Jäger) ausgestaltet.

**[0003]** Ein metallischer, meist gehärteter Rotor wird bei Betrieb in einem seiner Steigung bzw. Wendel entgegengesetztem Sinne rotierend angetrieben. Um den Rotor bei förderndem Betrieb gegenüber dem Stator in einer gleich bleibende axialen Lage (oder Stellung) zu halten, muss von der eingangsseitigen Antriebswelle, gegebenenfalls über dem Rotor vorgeschaltete Geräteteile, wie Kupplung, Mitnehmer, Mischwerkzeug oder dgl., eine entsprechende axiale Haltekraft aufgebracht werden. Die axiale Haltekraft entsteht als "Reactio" durch die beim Fördern und Vorwärtsbewegen des Förderguts und die Drehung des Rotors im Stator bedingte "Actio", nachdem der Rotor gegen die Steigung seiner Wendel und gegen die Steigung der Wendel der Innenauskleidung des Stators (des Innenmantels) von der Antriebs-einrichtung (auf der Eingangsseite) drehangetrieben wird.

**[0004]** Die auftretenden Kräfte sind groß, einerseits durch den sich in der Pumpe bei Betrieb aufbauenden Förderdruck, andererseits durch die exzentrische Lage des Rotors und dadurch, dass die Rotation in relativer Drehrichtung des Rotors gegenüber der dazu gegenläufigen Steigung der Schneckengänge den Rotor entgegen der Förderrichtung aus dem Stator axial herausdrückend belastet.

**[0005]** Um den Eintritt des zu fördernden Mediums ("Förderfluid") in die Pumpe zu erleichtern, ist der Mantel (Stator) oft eintrittsseitig trichterförmig aufgeweitet.

**[0006]** Es hat sich gezeigt, dass auf Grund der hohen Belastung im Elastomerteil des Stators erhebliche Abnutzungs-Erscheinungen und Störungen auftreten können, oft schon nach überraschend kurzer Betriebszeit, beispielsweise 2h oder weniger.

**[0007]** Auch kann ein flächiger Verschleiß entlang des Schraubenganges des Rotors auftreten, also eine generelle Durchmesser-Verringerung, was die Förderleistung verringert. Dem kann bei einem längs geteilten Gehäusemantel durch ein Nachspannen (Zusammenziehen) von sich axial erstreckenden Gehäusesegmenten entgegengewirkt werden, wobei eine entsprechende Verringerung der Förderleistung in Kauf genommen werden muss. Statt dessen kann auch bei einstückigem (nicht geteiltem) Gehäusemantel und bei über die Pumpenlänge konstant bleibendem Windungsquerschnitt des Rotors die lichte Querschnittsfläche der Statorwindungen vom Pumpeneintritt bis zum Pumpenaustritt stetig verringert werden, also eine bestimmte "Konizität" vorgesehen sein, so dass die Vorspannung zwischen elastomerem Statormantel und gehärtetem Rotor zum Austritt hin zunimmt. Dadurch lässt sich eine Verringerung der Antriebsleistung erzielen oder eine annähernd gleich bleibende Förderleistung über längere Betriebszeiten, vgl. dazu DE 33 04 751. Anders als die "konische" Vorspannung arbeitet die GB-A 1 215 569 (Hertrich), bei der ein konischer Mantel durch axiale Verschiebung des Elastomer-Inlays eine gleichmäßige Erhöhung der Vorspannung erreicht. Einen Einlauffrichter (auf der Einlass-Seite) zeigt die DE-A 44 42 060 (Netzsch) und das grundlegende Prinzip der "Monopumpen" von René Moineau ist in der DE-A 633 784 gezeigt.

**[0008]** In der Praxis zeigt es sich, dass selbst bei perfekt ausgebildetem und zusammengefügt sowie aufeinander abgestimmtem Antriebssystem und bei Einhaltung der günstigsten Vorspannung im Mantel durch Nachspannen eines mehrteiligen Gehäuses oder durch Wahl einer Konizität im Stator, ein rascher Leistungsabfall und/oder eine Entmischung (Veränderung der Konsistenz) des zu fördernden Mediums - selbst bei neu ersetzttem Stator oder Rotor - auftreten kann, und durch die aufgezeigten Schritte nicht behoben werden kann. Dieses führt zu Reklamationen und Beanstandungen an den erst neu eingesetzten Rotoren oder Statoren, die als fehlerhaft oder ungenügend qualifiziert werden, obwohl sie herstellerseitig sämtliche Spezifikationen erfüllten und ordnungsgemäß waren. Die Ursache für die plötzlich auftretende Reduzierung der Leistung oder die zyklische Konsistenzveränderung des druckseitig abgegebenen Förderfluids (in der Fachsprache der Nutzer "dick/dünn" benannt) konnte nicht geklärt werden. Der Hersteller hatte ordnungsgemäße Statoren oder Rotoren geliefert, der Benutzer hat diese auch ordnungsgemäß in seine zuvor (noch) funktionierende Pumpeneinrichtung eingebaut. Gleichwohl ergaben sich die beschriebenen Fehlersymptome, insbesondere eine axiale Rinne im Elastomer des Stators, die sich von der Saugseite zur Druckseite des Stators verjüngt (oder anders herum betrachtet verbreitert) und zunächst auf eine ungeeignete oder schlechte Gummimischung oder eine fehlerhafte Verarbeitung des elastomeren Innenteils des Statormantels schließen lässt. Solche unerwartet auftretenden Fehler bei Einsatz nahezu

neuwertiger Baukomponenten (Stator oder Rotor) sollen vermieden werden.

**[0009]** Der Erfindung **liegt die Aufgabe zu Grunde**, Abhilfe zu schaffen und größere Standzeiten sicher zu stellen, eine Veränderung der Konsistenz des zu fördernden Mediums zu verhindern und plötzliche Verluste an Förderleistung bei nahezu neuwertig ausgetauschten Komponenten zu vermeiden.

**[0010]** Diese Aufgabe wird gemäß Anspruch 1 oder 10 oder 15 gelöst. Mit der erfindungsgemäßen Verwendung eines Stator (Anspruch 15) selbst wird die Lösung vorbereitet. Die zugehörig abhängigen Ansprüche zeigen alternative Maßnahmen bzw. vorteilhafte Ergänzungen auf.

**[0011]** Zunächst schien der beschriebene, von der Erfindung behobene Fehler ein Problem des Elastomers zu sein, der an den Dichtstellen (den nach radial innen ragenden Stegen der elastomeren Schraubenwendel) durch eine axial verlaufende Kerbe oder Rinne frühzeitig verschliss und dadurch einen Kanal für eine Rückströmung eröffnete bzw. eine schlechte Dichtung zwischen dem wendelförmigen Rotor und der Innenfläche der elastomeren Auskleidung des Außenmantels erreichte. Die Ursache liegt oder lag aber nicht in der Elastomermischung oder ihrer Verarbeitung oder Einbringung, vielmehr musste zunächst erkannt werden, wo die tatsächliche Ursache dieses auftretenden und an einem ausgebauten Stator sichtbaren Fehlersymptoms lag. Zu dieser beschriebenen Rückflussrinne im Innenraum des Stators gesellte sich eine nahe des Austrittsendes umfänglich in den Stator bzw. seine elastomere Auskleidung eingeschnittene Rinne.

**[0012]** Weder die axial verlaufende, eine Rückströmung zulassende Rinne, noch die umfänglich verlaufende Kerbe am Auslass ließen sich symptomatisch auf das vom Anwender bei der Reklamation in der Regel beschriebene "Dick-Dünn-Problem" zurückführen, welches sich dadurch äußerte, dass eine Pumpe den Förderstoff nicht mehr konsistent förderte, sondern abwechselnd Abschnitte förderte, die höheren und geringeren Wasseranteil hatten, also den verdickten Förderstoff mit wenig Wasseranteil und den stark entmischten Wasseranteil mit wenig grobkörnigem Förderstoff am Auslass unter Druck zur Verfügung stellte. Anscheinend ein Fehler im Bereich des Mixers oder des Mörtels.

**[0013]** Erst eine Analyse eines größeren Umfelds von Fehlersymptomen konnte aufzeigen, dass die Fehlersystematik durch eine Kette von Ereignissen hindurchreicht, die das beschriebene Entmischen beim Anwender verursachen, aber nicht veranlasst durch eine vom Hersteller schlecht hergestellte Pumpe oder eines ihrer Austauschteile, oder vom Anwender falsch eingebaute Austauschteile, sondern durch eine axiale Verlagerung von Stator und Rotor relativ zueinander. Diese axiale Verlagerung des Rotors im Stator verursacht, dass ein am vorderen, druckseitigen Ende des Rotors vorhandenes sichelförmiges Ende durch die exzentrische Bewegung messerartig in den Elastomer des Stators einschneidet und wie eine Sichel dort die beschriebene umfängliche Kerbe auf dem Gesamtumfang der elastomeren Statorauskleidung hinterlässt. Durch diese Schadstelle wird es unter anderem aufgrund hoher Temperaturen des elastomeren Mantels (im Bereich von 60°C bis 70°C) beim Betrieb begünstigt, dass ein axiales Stück des elastomeren Statorteils zwischen der Kerbe und dem Ende (dem druckseitigen Ende) des Stators sich nach innen verformt und (bildlich gesprochen) radial einklappt, wodurch der an der Druckseite zur Verfügung gestellte Durchtritts-Querschnitt herabgesetzt wird. Aufgrund des herabgesetzten Durchtritts-Querschnitts bildet sich ein höherer Druck vor dem Austritt der Pumpe, welcher nicht auf dem normalen Weg aus der Pumpe auf der Druckseite entweichen kann, durch Abgabe des bezogen auf den Austrittsquerschnitt zu viel geförderten Förderfluids. Dieser zu viel geförderte Förderstoff baut einen so hohen Druck vor dem (reduzierten) Austritt der Pumpe auf, dass eine Rückwärtsströmung entsteht und die Dichtlinie an der Innenseite des Stators beschädigt wird, was zu der sich zur Saugseite hin verbreiternden axialen Rinne führt. Diese war also nicht auf eine schlechte Qualität des Elastomers als fest-elastischem Innenmaterial bzw. der Innenauskleidung des Außenmantels des Stators zurückzuführen, sondern auf eine betrieblich entstandene Überdrucksituation, aufgrund eines sich einschneidenden vorderen sichelförmigen Endes des wendelförmigen Rotors. Durch die beschriebene Drucksituation ergibt sich außerdem die eigentlich nur beobachtete Konsistenzveränderung am Auslass (MAS). Das Förderfluid wird bei der Förderung entmischt, bildet also Kammern mit erhöhtem Wasseranteil und Kammern mit reduziertem Wasseranteil, was der Anwender als eine schlecht fördernde Pumpe betrachtet und bewertet, die für ihn zunächst zu viel Wasser und dann zu viel grobkörniges Fördergut fördert.

**[0014]** Die verschiedenen Kraftübertragungsstellen zeigen im Zuge der dauerhaften Benutzung einer Förderpumpe Abnutzungen. Diese führen dazu, dass infolge der eingangs beschriebenen axialen Kräfte (zur Antriebsseite hin, also entgegen der Förderrichtung) Belastungen an mechanischen Koppelstellen entstehen, die nachgeben und nicht bei einem Rotorwechsel mit getauscht werden. Meist sind sie auch nicht aus einem gehärteten Werkstoff gefertigt, wie es der Rotor für seine Förderleistung ist. Eine dadurch entstehende Rückverlagerung der axialen Position des Rotors führt zu einem Hineinwandern der sichelförmigen Umfangsstelle des Rotors und der beschriebenen rinnenförmigen, umfänglichen Schadstelle in den abdichtenden Elastomermantel. Die zugehörige Lösung erscheint demgegenüber ebenso einfach, wie überzeugend. Der Bereich, welcher mit der sichelförmigen Kante des Rotors beschädigt wird (oder würde), wird weggelassen, ohne die Pumpe in ihrer eigentlichen Länge zu verändern, also ohne den Stator mit seinem Außenmantel zu verkürzen oder andere Umbauten am Einsatzort treffen zu müssen. Dadurch bewegt sich der Rotor mit seiner sichelförmigen Kante in einem freien Raum. Die Kante erhält also keinen nachgiebigen Gegeneingriff, an dem sie bei einer Verlagerung ihrer axialen Position den Stator mit seiner elastomeren Innenseite schädigen könnte, um die Kette von Ereignissen auszulösen, die der Nutzer als "Dick/Dünn"-Symptom wahrnimmt.

**[0015]** Treten an den verschiedenen Kraftübertragungs-Stellen Abnutzungen auf, die dazu führen, dass der Rotor infolge der auftretenden Kräfte der Förderrichtung entgegen (zur Antriebsseite hin) im Stator verschoben wird, so ist auch die für eine optimale Förderleistung wichtige axiale Zuordnung von Stator und Rotor nicht mehr gegeben.

**[0016]** Es sind verschiedene Ausführungen möglich, wie die Stirnseite des Rotorendes freigestellt wird (Anspruch 6 bis Anspruch 9, Anspruch 3). Diese Arten von Freistellungen können mit einem "Aushöhlen" oder einem Zurücknehmen oder Zurückversetzen des elastomeren Endbereiches benannt werden (Anspruch 4). Sie können konisch, vergleichbar der Eintrittsseite, oder in anderen Gestaltungen gewählt sein.

**[0017]** Eine etwa zylindrische Ausnehmung des Elastomerwerkstoffs, eine der wendelförmigen Gestalt der Innenfläche folgende, aber stark sich nach radial außen erweiternde Form ist ebenso möglich, wie jede andere radial sich nach außen aufweitende Gestaltung, um dem sich bei Betrieb zurückverlagernden sichelförmigen Kantenabschnitt des Rotors einen Freiraum zu gewähren.

**[0018]** Dieser Freiraum führt zu einem "nicht auftretenden Schaden" an dem dichtenden Elastomerwerkstoff, sorgt aber gleichzeitig dafür, dass eine gewisse Herabsetzung der für den Druckaufbau wirksamen Länge der Pumpe erfolgt, bei physisch gleich bleibender Länge. Eine solche prozentuale Reduzierung von Druckstufen, die bis zu einer halben Stufe betragen kann (Anspruch 3), wird erfindungsgemäß kompensiert durch eine steigende konische Vorspannung, wie eingangs erläutert, und zwar auf den verbliebenen Druckstufen. Dadurch kann ein Leistungserhalt der Pumpe und ihrer Austauschteile sichergestellt werden, die sich kombinatorisch ergänzen (Anspruch 5), wobei aber auch durch Verwendung der entsprechenden Ausgestaltung des Elastomerstators (Anspruch 15) eine solche kombinatorische Wirkung vorbereitet wird, als Ersatz- oder Austauschteil.

**[0019]** Hinsichtlich des Rotors oder der diesen Rotor antreibenden Komponenten, axial vor der Pumpe auf der Saugseite MES (der motorische Antrieb, die Mischwendel und andere Kupplungen) und axial nach der Pumpe (ein Druckflansch oder ein Pumpenendstück, welche als Abstandshalter dienen), müssen keine Veränderungen erfolgen. Diese Bauteile können gleich bleiben. Ebenso kann die Einbauweise der Pumpe gleich bleiben, ihre axiale Position unverändert belassen werden und es müssen keine Bedienungs- und Handhabungshinweise gegeben werden, um systematisch auftretende Fehler zu beseitigen. Sie werden bereits dadurch vermieden, dass ihr Auftreten entweder verzögert oder ganz verhindert wird.

**[0020]** Einer an sich in den Antriebsmechanismen und vor der eigentlichen Pumpe gelegenen Fehlerentstehung wird durch eine druckseitige Veränderung des Statormantels entgegengewirkt, die eigentlich diejenige neuralgische Stelle ist, an der ein Maximum an Druck entsteht und durch Dichtlinien geführt und gehalten werden muß, bzw. bis hier auch aufgebaut werden soll. Dieser Verlust an Förderleistung kann aber dadurch kompensiert werden, dass eine verstärkte konische Gestaltung des Innenraums dazu beiträgt, auf den verbliebenen Druckstufen entlang der Länge der Pumpe die Reduzierung der Leistung zu kompensieren oder aber mit einer geringfügig reduzierten Leistung die Pumpe weiter zu betreiben, zur Vermeidung eines sich im Betrieb aufbauenden Fehlersymptoms, dessen Ursachenforschung komplex ist.

**[0021]** Das Schaffen eines Freigangs symbolisiert eine Vermeidung einer schädigenden Berührung der sichelförmig umlaufenden Stirnkante (auch Umfangskante genannt) bei einer rotierenden Bewegung des Rotors mit Bezug auf den elastomeren, also nachgiebigen und weicheren Innenmantel des demgegenüber viel steiferen Außenmantels des Stators. Der Freigang symbolisiert eine axiale Erstreckung und eine radiale Erstreckung für eine Reduzierung der Stärke der elastomeren Auskleidung (Anspruch 3, Anspruch 4), oder anders herum gesprochen, eine Aufweitung des Schneckengangs in radialer Richtung auf einem vorgegebenen axialen Stück nahe des Ausgangs auf der Druckseite des Stators.

**[0022]** Ein schädigender Verschleiß kann auch dadurch vermieden werden, dass der Freigang so verstanden wird, dass kein Druckkontakt dieser sichelförmig schneidenden Stirnkante entsteht, wenn schon ein (leichter) berührender Kontakt zugelassen wird und nicht das Optimum einer reinen Freistellung oder Vermeidung jeder Berührung eingehalten wird (Anspruch 10). Es wird immer einen Zeitpunkt geben, zu dem die axiale Antriebsverbindung so stark ausgeschlagen oder axial verkürzt ist, dass ein sichelförmiges druckseitiges Endes des Rotors unter radialem Druck berührend an dem Elastomermantel anliegen und darin einschneiden wird, nur der Zeitpunkt, bis dieses eintritt, kann so weit verzögert werden, dass ein akzeptables Abnutzen der Antriebsverbindung keine nachteiligen Fördereigenschaften auf die Schneckenpumpe hat.

**[0023]** Stirnseitig kann ein umlaufender Dichtsteg (Anspruch 16) auch axial vorspringend und radial weit außen an der elastomeren Stirnfläche ausgebildet sein, der in seiner axialen Erstreckung aber wesentlich geringer ist, als 2% der axialen Länge einer Stator-Steigung (einer Schneckenstufe bzw. einer Stufe des "Gewindegangs"), zum anderen hat er eine gänzlich andere Aufgabe, diejenige der axialen und radialen Abdichtung der Verbindungsstelle des Stators zu den weiterführenden Funktionsteilen, ohne dass er mit dem sichelförmigen Ende des Rotors oder einer Geometrie des Rotors funktionell zusammenhängen würde. Beim Einbau des Stators wird der Dichtsteg so stark komprimiert, bis der steifere Außenmantel mit einer metallischen druckseitigen Aufnahme in Kontakt tritt (Anspruch 9).

**[0024]** Eine Reduzierung des A-Maßes in Förderrichtung in dem weiterhin druckbelasteten Abschnitt der Schneckenpumpe (Anspruch 5) bezieht sich auf eine jeweilige Steigungsstufe hinsichtlich ihres Anfangs und ihres Endes. Die lichte Weite des Innenmantels wird dabei pro Stufe weiterhin im wesentlichen gleichförmig herabgesetzt. Mit dieser Anhebung

der Wirkung der Konizität, also einer stärker steigenden Vorspannung auf dem druckwirksamen Abschnitt, bei einer Wegnahme jeder Vorspannung im austrittsseitigen Zurückversetzungs-, insbesondere Aufweitungsabschnitt (dem befürchteten Eingriff der sichelförmigen Schneidwirkung des Rotorendes), kann eine Länge von zumindest 2%, bevorzugt zwischen 5% und 10%, bis hin zu einer halben Stufenlänge insoweit kompensiert werden, als der gegen sichelförmige Schneidwirkung gesicherte Stator in einer Pumpe praktisch die selbe Leistung erbringen kann, trotz einer verkürzten axialen Druckstrecke, nachdem der Außenmantel als solches in seiner physischen Gesamtlänge unverändert bleiben soll.

**[0025]** Eine Kombination von schneckenförmiger Ausbildung und konischer Aufweitung des Mantels im Ausgangsbereich bietet eine leichte Fertigungstechnik (Anspruch 8). Der Schneckenmantel wird nicht mehr konisch zum druckseitigen Ende hin weiter verjüngt, sondern leicht oder stärker aufgeweitet, behält seine grundsätzliche Schneckenform aber bei und erhält zusätzlich eine sich konisch aufweitende Form. Dadurch verläuft die Konizität in Druckrichtung in diesem von dem sichelförmigen Eingriff gefährdeten Abschnitt als "Gegenkonizität", im Sinne einer Aufweitung und nicht einer Verjüngung des lichten Raums, der von der wendelförmigen Innenfläche des elastomeren Innenmantels gebildet wird.

**[0026]** Verglichen werden kann diese "aufgeweitete Konizität" mit einer solchen "reduzierenden Konizität" oder einem solchen lichten Raum, der axial weiter vorn, also entgegen der Förderrichtung liegt (Anspruch 8), oder unmittelbar vor dem Beginn der Gegenkonizität ("aufweitenden" Konizität) liegt. Die Aufweitung erstreckt sich in radialer Richtung auf einem axialen Stück, so dass beide Richtungen gemeinsam eine Reduzierung der Wandstärke der elastomeren Innenauskleidung in diesem axial kurzen Stück auf der Austrittsseite erreichen.

**[0027]** Statt einer Umschreibung der Reduzierung der Wandstärke der elastomeren Innenauskleidung (Elastomer-mantel), kann auch von einer Aufweitung des Innenraums gesprochen werden, bezogen auf die Schneckengänge, welche die wendelförmig oder schneckenförmig ausgebildete Innenwand begründet (Anspruch 15).

**[0028]** Eine zylindrisch gestaltete Aufweitung, Zurückversetzung oder Wandstärkereduktion (Anspruch 6, Anspruch 16) kann direkt in einen umfänglich verlaufenden Dichtsteg am Stirnende überleiten.

**[0029]** Auch eine Kombination von aufgeweitetem Schneckengang und nachgelagerter zylindrischer oder konischer Aufweitung ohne Schneckengang ist möglich, wie auch die Kombination von zylindrischem und konischem Aufweitungsabschnitt mit einem axialen Versatz zueinander (Anspruch 6 und Anspruch 7). Die Erfindung wird nachfolgend an Hand schematischer Zeichnungen an mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert. Diese Ausführungsbeispiele erläutern und ergänzen die Erfindung.

**Figur 1** zeigt im Längsschnitt eine Pumpe gemäß einem Beispiel der Erfindung, mit Stator 1,2 und Rotor 6.

**Figur 2a, Figur 2b** zeigen im Figurenteil 2a im Längsschnitt einen nicht konischen Stator für eine Exzenterschnecken-Pumpe, im Figurenteil 2b einen Querschnitt durch diesen Stator.

**Figur 3a** zeigt einen intakten Kupplungsbereich zwischen einem eintrittsseitigen Ende 8 des Rotors 6 und einem vorgelagerten Mischwerkzeug mit Antrieb, die selbst nicht dargestellt ist.

**Figur 3b** zeigt den Kupplungsbereich nach betriebs-bedingtem Verschleiß v an Eingriffsstellen.

**Figur 4a, Figur 5a, Figur 6a** zeigen verschiedene Ausführungsformen des Stators gemäß weiteren Beispielen der Erfindung.

**Figur 4b, Figur 5b, Figur 6b** zeigen jeweils die entsprechenden Stirnansichten am Austrittsende der Statoren.

**[0030]** Die Exzenterschnecken-Pumpe weist im Beispiel, wie aus **Figur 1** ersichtlich ist, ein äußeres zylindrisch langgestrecktes Gehäuse 1 von vorbestimmtem Durchmesser und vorbestimmter Länge auf. Das Gehäuse kann z.B. aus Stahl bestehen. In dem Gehäuse ist ein hohlzylindrischer Mantel, z.B. aus hoch-verschleißfestem Gummi oder dgl. Elastomermaterial fest angebracht, dessen Innenfläche 3 eine schneckenförmige Kontur für die Bildung eines zweigängigen Schneckenkanals mit doppelter Steigung aufweist. An der eintrittsseitigen Stirnseite MES ist der Schneckenkanal kegelförmig aufgeweitet, wie bei 4 gezeigt, um den Eintritt eines zur Ausgangsseite MAS zu fördernden förderfähigen Mediums als Fluid, z.B. eine Mischung aus Wasser und einem Zusatzstoff zu erleichtern. Der Stator kann axial geschlitzt oder mehrteilig sein, was nicht gesondert dargestellt ist.

**[0031]** In den Innenmantel des Stators 2 ist eine Schnecke 6, z.B. aus gehärtetem Stahl, eingesetzt. Die Steigungsrichtung 7 ist bei Stator und Rotor gleich. Die Längsachse 11 des gewendelten Rotorabschnitts ist gegenüber der Mittelachse 10 der Schneckengänge des Stators (der Drehachse des Rotors) radial um 2°e versetzt, wodurch sich die Exzentrizität 9 (bzw. "e") ergibt.

**[0032]** Eintrittsseitig MES ist der Rotor 6 über den Statoranfang hinaus bei 8 verlängert, um in der Achse 10 einen Schneckenkopf 17 (Fig. 3a) zu bilden, über den der Rotor in einem der Steigungsrichtung von Stator und Rotor entgegengesetztem Sinne angetrieben werden kann. Die Austrittsöffnung 5 des Stators der Pumpe ist auf der Austrittsseite MAS besonders ausgebildet. Näheres dazu weiter unten.

**[0033]** Eine Konizität  $k$  ist durch einen schwarzen, stärker werdenden Randbereich der wendelförmigen Schnecke in Figur 1 repräsentiert, welche mit einem steigenden Anpressdruck von der Eingangsseite 4 zur Ausgangsseite 5 betrieben wird, um dem steigenden Förderdruck Rechnung zu tragen und die Dichtlinien zur Abgrenzung der Förderkammern besser im elastomeren Statormantel 2 auszubilden. Solche Förderkammern werden im oberen Abschnitt der Figur 1 zwischen dem Schneckenkanal (durch die Innenwandformung 3 der elastomeren Auskleidung 2 gebildet) und der Außenwand der langgestreckten Wendel 6 verdeutlicht. Auch oben sind die Dichtlinien der Kammern im Querschnitt durch die kurzen schwarzen Überlappungsstreifen repräsentiert, die selbst im Betrieb nicht überlappen, sondern durch ein Nachgeben des elastomeren Materials eine durch Druck gebildete Dichtwirkung zum Stator erzeugen, ebenso wie die durchgehende Zone  $k$  gegenüber.

**[0034]** Die Achsrichtung ist mit  $z$ , auch als Förderrichtung, bezeichnet, wobei die beiden Achsen 10,11 exzentrisch versetzt und mit dem Versatz 9 zu erkennen sind.

**[0035]** Im Weiteren soll von Zylinderkoordinaten mit  $z$  für Achsrichtung und  $r$  für die radiale Richtung gearbeitet werden.

**[0036]** Erwähnt werden sollte noch die Länge einer Steigung oder einer Stufe, die mit  $L_1$  in **Figur 2a** bezeichnet ist, ersichtlich an einer zweigängigen Wendel des Stators, wobei die zugehörigen Innenwand 3 einen lichten Innenraum  $I$  bildet, in den in dieser Figur kein Rotor eingesetzt ist.

**[0037]** Für eine optimale Förderleistung und möglichst geringen Verschleiß ist eine genaue Anpassung und Einstellung der Pumpenteile erforderlich. Dazu gehört, dass eine axiale Lage  $z_1$  des Rotors gegenüber dem Stator während des Pumpenbetriebes möglichst exakt beibehalten wird. Das erfordert im Hinblick auf die sehr hohen, axial gegen die Förderrichtung  $z$  am Rotor wirkenden Kräfte eine sehr hohe Gegenhaltekräft, die über die Antriebsseite auf den Rotor aufgebracht werden muß, was einen Verschleiß an den die Antriebskraft übertragenden Teilen begünstigt. Die Folgen sind durch Vergleich der **Figuren 3a und 3b** verdeutlicht. Links ist eine intakte Kupplung zwischen dem Schneckenkopf 17 und dem Mitnehmer 16,18 eines vorgeschalteten Mischwerkzeuges 15 (nur teilweise dargestellt) gezeigt. Rechts ist die selbe Kupplung im abgenutzten Zustand dargestellt. Die Folge der Abnutzung ist, dass der Rotor seine Lage  $z_1$  gegenüber dem Stator um den Versatz 19 verändert hat, wodurch er entgegen der Förderrichtung in den Stator hineingewandert ist. Das Maß  $\Delta z$  entspricht dem Versatz 19 und dem Hineinwandern des mit einer Aufnahme versehenen Schneckenkopfs 17 in die Kupplung 18 am Mitnehmer 16 des Mischwerkzeugs 15, wobei besonders die in Figur 3b mit  $v$  bezeichneten Stellen einer Abnutzung durch ein axiales Abtragen des nicht gehärteten Mitnehmerwerkzeugs gegenüber dem gehärteten Stahl des Rotors unterliegen.

**[0038]** **Figuren 2** zeigen den Stator in einer normalen Ausbildung. Das Eintrittsende 4 ist konisch erweitert, während der Schneckengang unverändert bis in die senkrecht zur Achse 10 verlaufende Ebene 22 verläuft, in der die austrittsseitige Öffnung 5' des Mantels 2 liegt. Wenn nun in diesem Mantel ein Rotor, wie der Rotor 6 nach Figur 1 sich in seiner Arbeitslage  $z_1$  befindet und rotierend angetrieben wird, leistet er an dem ihn umgebenden Elastomermantel 2 eine erhebliche Walkarbeit. An dieser ist entsprechend auch eine sichelförmige Kante 24 an der ausgangsseitigen Stirnfläche 25 des Rotors 6 beteiligt, da bei dem Mantel gemäß Figur 2a die Schneckengänge unverändert bis zur Mantelstirnfläche in der Ebene 22 verlaufen. Die sichelförmige Stirnkante 24 arbeitet sich dabei, wenn der Versatz  $\Delta z$  größer wird, in das Material des Mantels ein, und verursacht eine entsprechende Einkerbung oder gar einen Einschnitt. Diese können eine radiale Tiefe bis zu 3 mm und mehr besitzen. Das Mantel elastomer wird heiß, bis zu 60° bis 70° Celsius und wölbt sich, klappt ein Stück weit nach innen, und verkleinert den Austrittsquerschnitt der Öffnung 5 für das geförderte Medium (Förderfluid).

**[0039]** Es konnte festgestellt werden, dass sich dadurch die Konsistenz des geförderten Gemischs zyklisch verändert, verursacht durch einen erhöhten Druck auf der Druckseite und Beschädigungen des Stators durch eine sich axial bildende Rinne, welche die gewendelt umfänglich verlaufenden Dichtlinien durchbricht. Schon nach kurzer Zeit kann die Pumpe unbrauchbar werden.

**[0040]** Wie **Figuren 1 und 4 bis 6** zeigen, kann das Auftreten dieser Schäden wirksam vermieden werden. Die Austrittsöffnung 5 des Mantels 2 wird gegenüber einem angenommenen regulären Schneckenflächen-Verlauf aufgeweitet und damit eine Druck ausübende Berührung der sichelförmigen Endkante 24 des Rotors mit dem Mantel 2 bei Betrieb ausgeschlossen, vorzugsweise selbst dann, wenn der Rotor wegen Verschleiß von Teilen im Antriebsweg (s. Figuren 3) seine vorbestimmte reguläre axiale Stellung  $z_1$  gegenüber dem Stator entgegen der Förderrichtung verändert (durch Versatz 19 oder  $\Delta z$  in Figuren 3). Es entsteht dadurch ein Zustand, wie er als Freigang oder Freistellung  $G$  bildlich repräsentiert ist. Die sichelförmige Kante 24 im Schnitt als scharfe, weniger als 180° aufweisende Schnittkante dargestellt, berührt den Elastomermantel 2 nicht, vielmehr ist ein Abstand vorgesehen.

**[0041]** Eine weitere axiale Zurückverlagerung um mehr als  $\Delta z$  nach Figur 3b würde in Figur 1 zu einer noch weiter nach rechts verlagerten axialen Position des Rotors 2 führen, verbunden mit einer möglicherweise anstehenden (belastenden) Berührung, trotz einer aufgeweiteten Gestaltung der Austrittsöffnung 5. Eine reine Berührung selbst ist noch

nicht schädlich, lediglich eine solche, die mit zusätzlicher Druckbelastung zu einer Schnittwirkung im Elastomer führt, welche dann den axial weiter zur Druckseite liegenden Abschnitt des Elastormantels zu unerwünschten Verlagerungen nach radial innen veranlassen würde. Aber selbst diese radiale Verlagerung nach innen kann bei dem nach außen in der Dicke stark herabgesetzten Elastormantel 2 ein Stück weit erfolgen, wenn die austrittsseitige Stirnfläche des Rotors und die ihr nahe liegende Schneidkante doch einen Druck auf den Elastormantel ausüben sollten, ist sie doch radial noch zurückversetzt und öffnet einen größeren Querschnitt am Austritt MAS.

**[0042]** An Figur 1 ist ersichtlich, dass der Bereich der Reduzierung der Mantelwandstärke 2 nahe der Stirnfläche am Austritt MAS keine große axiale Strecke ist, aber eine wesentliche radiale Aufweitung der Austrittsöffnung 5. Zum Vergleich der Längen kann auf eine Stufe L1 nach Figur 2a als Vergleichsobjekt Bezug genommen werden, von denen mehrere entlang der Gesamtlänge L des Stators durch die elastomere Innenauskleidung vorgesehen sind.

**[0043]** Zur Definition einer Konizität k nach Figur 1 kann eine Veränderung des lichten Maßes des Innenraums durch Angabe der prozentualen Reduzierung, entsprechend einer prozentualen Verstärkung oder Verdickung des Elastormantels 2 angegeben werden. Diese Angabe kann sich auch darauf erstrecken, dass A-Maß und das C-Maß nach Figur 2b als sich im Zuge der z-Richtung verändernd angegeben werden. Die beiden Maße A und C definieren die größte und kleinste Abmessung des Innenraums, wobei sie dem größten und dem kleinsten Abstand der Innenfläche der elastomeren Auskleidung 2 im Schnitt nach Figur 2a entsprechen.

**[0044]** Die Formgebung der Aufweitung 5 des Endes MAS des Stators kann unterschiedlich sein.

**[0045]** In **Figuren 5** ist die Aufweitung 5a etwa entsprechend der Aufweitung am Eintrittsende 4 konisch ausgebildet. Die Draufsicht auf das aufgeweitete Ende zeigt Figur 5b.

**[0046]** Eine ähnliche Draufsicht ergibt sich bei der Ausbildung nach **Figuren 6**, bei denen die Aufweitung 5b stufenartig ausgebildet ist. Das entspricht einer im wesentlichen zylindrischen Zurückversetzung der Elastomerwand 2'.

**[0047]** Die Ausbildung gemäß **Figuren 4** entspricht mit der Aufweitung 5c im wesentlichen der in Figur 1 gezeigten Form, mit einem zusätzlichen Schraubenanteil im z5-Abschnitt. Figur 4b zeigt die entsprechende Draufsicht.

**[0048]** Trotz der scheinbar gleichen Aufsichten zeigt die Figur 5b eine Schräge an der Aufweitung oder Erweiterung 5a, die Figur 6b eine zylindrische Ausnehmung 5b, bzw. eine Aufsicht auf eine stirnseitige, radial gerichtete Fläche und die Figur 4b eine Kombination aus einer konischen Aufweitung verbunden mit einem schneckenförmigen Auslaufen 5c bei anderer Konizität, als diejenige, die zum Aufweitungsabschnitt der Länge z5 führte (im davor gelagerten Bereich und den vorhergehenden Stufen). Eine solche schneckenförmige Ausbildung verbunden mit einer konischen oder auch zylindrischen Gestaltung kann auch so beschrieben werden, dass eine konische Gestalt beibehalten wird, bei invertierter Konizität, also einer solchen, die eine Druckbelastung entspannt, bzw. nicht entstehen lässt und nach außen gerichtet ist, hin zu einer dünneren Wandstärke 2' des elastomeren Mantels 2, oder aber deutlich und stärker so konisch aufgeweitet ist, dass Spalt-Abstände zwischen einem sichelförmigen Rand 24 nach Figur 1 und der Innenfläche der Aufweitung 5 auch bei eingebautem Rotor ersehen werden können.

**[0049]** Alle Ausführungsbeispiele haben zusätzlich eine stirnseitig angeordnete umlaufende stegförmige Dichtung 21, zum dichtenden Ansetzen an weitere Zwischenabschnitte (Aufnahme) im Übergangsabschnitt zum Förderschlauch auf der Druckseite. Dieser umfängliche Steg 21 ist radial weit außen an dem elastomeren Innenmantel angeordnet, nahe dem steifen Gehäuse oder Außenmantel 1. Er erstreckt sich in axialer Richtung um weit weniger als 2% einer Stufenlänge L1, und hat keinen Einfluss auf den Schutz der Innenwand der Elastomerauskleidung 2 gegen eine vom Rotor veranlasste Beschädigung. Im Einbauzustand wird dieser Steg praktisch vollständig komprimiert.

**[0050]** Zur Verdeutlichung der axialen Erstreckung und der radialen Aufweitung ist in **Figur 6a** eine Gruppe von Bezugszeichen eingezeichnet, so die Restwandstärke 2', welche nach Einbringung einer zylindrischen Aussparung 5b oder einer zylindrischen Aufweitung 5b entsteht, bevorzugt passend zu einer radialen Stärke des soeben erläuterten umfänglichen Stegs 21. Die axiale Erstreckung z5 der Zurückversetzung oder Aufweitung, allgemein als "Freigang G" nach Figur 1 zu beschreiben, ist in Bezug zu setzen zur Länge L1 einer Stufe (ein Gewindegang). Die Größe der radialen Aufweitung r5 entspricht einer Form entlang der axialen Strecke z5, auf der die Aufweitung r5 erfolgt. Sie muß nicht konstant sein, sondern kann wie aus den **Figuren 5a und 4a** hervorgeht, umfänglich variieren und auch in Längsrichtung z unterschiedliche Werte annehmen.

**[0051]** In axialer Richtung z5 sollte die Aufweitung oder Erweiterung zur Freistellung des Mantels von der Endkante des Rotors mindestens 2%, vorzugsweise oberhalb 3%, oder 5% bis 10% einer Stufe L1 der Statorschnecke 3 betragen. Zum besseren Verständnis ist in Figur 2 eine solche Stufe eingezeichnet. Bei einer Stufenlänge von z.B. 110 mm ist die Untergrenze der Erstreckung etwa 2 mm bis 4 mm, kann aber auch 5 mm bis 11 mm und mehr betragen, bis zu einer halben Stufe.

**[0052]** Die dabei auftretende Verringerung der pumpen-wirksamen Länge des Stators wird durch entsprechende Erhöhung der Vorspannung k zwischen Rotor und Stator kompensiert. Die Konizität ist in der Schnittdarstellung durch geneigte Verbindungslinien 21 in **Figuren 5a, 6a** ersichtlich. Sie entsprechen der bildlich dargestellten Konizität k, welche für eine erhöhte Vorspannung zur Druckseite sorgt. Die Veränderung der Konizität erfolgt in vorteilhafter Weise durch stetige Veränderung des A-Maßes. Die prozentuale Reduzierung dieses Maßes pro Stufe sollte mindestens 0,4% betragen.

**[0053]** Zum besseren Verständnis sind nachfolgend noch einige verwendete Definitionen erläutert. So ist die Stufenzahl des Stators gleich Statorlänge geteilt durch die Steigung seiner Schneckengänge. Die Konizität der Statorschnecke ergibt sich aus der Differenz der C- und A-Maße von Eintritt MES und Austritt MAS, wobei die Reduzierung gleichmäßig über die Zahl der Steigungen (Stufen) verteilt ist. Der Mittelwert des A-Maßes pro Stufe ergibt sich aus dem A-Maß am Eintritt der Stufe vermindert um das A-Maß am Ausgang der Stufe. In diesem Sinne wird hier unter der prozentualen Reduzierung des A-Maßes pro Stufe die A-Maß-Differenz pro Stufe multipliziert mit 100 und geteilt durch das A-Maß am Eingang der Stufe verstanden.

**[0054]** Wie sich sowohl aus Figur 1 als auch aus den Figuren 5a und 6a ergibt, reduziert sich das A-Maß in Förder- richtung, also in Richtung zum Stator-Ausgang MAS.

**[0055]** Eine Entmischung, also eine Konsistenzänderung des geförderten Mediums, ebenso wie ein früher Verschleiß der Pumpenteile kann auf sehr einfache Weise und mit der Möglichkeit vermieden werden, eine in Kauf genommene Verringerung der Pumpenleistung zu kompensieren.

## Patentansprüche

1. **Exzentrerschneckenpumpe** mit einem inneren Mantel (2) aus verschleißfestem und elastischem Material in einem ein- oder mehrteiligen zylindrischen Gehäusemantel (1); wobei eine Innenfläche (3) des Mantels (2) oder der Innenmantel (2) auf seiner nach innen weisenden Seite (3) schneckenengangförmig mit vorbestimmter Steigungs-Richtung und -Länge ausgebildet ist; mit einem in den Mantel in einer ersten axialen Stellung (z1) und mit radialer Exzentrizität (9) unter Vorspannung eingesetzten und antriebsseitig in dieser Stellung gehaltenen (15,16) wendel- oder schneckenförmigen Rotor (6,8) mit gleicher Steigungsrichtung (7) wie der Stator (2); **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Austrittsöffnung (5) des Stators (2) von seinem Stirnende aus auf einem Stück der axialen Förderlänge nach radial außen auf dem gesamten Umfang so aufgeweitet ist, dass eine sich im Pumpbetrieb drehende Stirnkante (24) des nahe der Austrittsöffnung gelegenen Rotorendes (23) - vorzugsweise bei einer verschleißbedingten axialen Versetzung ( $19; \Delta z$ ) des Rotors - gegenüber der Innenfläche (3) des Stators berührungsfrei oder freigestellt (G) umlauffähig ist.

2. Exzentrerschneckenpumpe nach Anspruch 1, mit einem Stator aus einem einteiligen zylindrischen Gehäuse (1) und dem darin fest angeordneten Innenmantel (2) aus Elastomermaterial, dessen Innenfläche (3) um die Längsachse (10;z) wendel- oder schneckenförmig verlaufend ausgebildet ist, und mit dem wendelförmigen, langgestreckten Rotor (6), der mit seiner Mittelachse (11) gegenüber der Längsachse (10) des Stators um ein vorbestimmtes Maß (9,e) radial versetzt in einer gegebenen axialen Stellung (z) gegenüber dem Stator in diesem angeordnet ist, die gleiche Steigungsrichtung wie der Innenmantel aufweist und - der Steigungsrichtung der Innenfläche (3) des Innenmantels entgegengesetzt - rotierend antreibbar und von einer Antriebsseite (8) aus in der gegebenen axialen Stellung (z) gehalten ist; wobei

- der Innenmantel (2) von seiner austrittsseitigen Stirn (22) sowohl in radialer als auch in axialer Richtung um ein solches Maß ausgehöhlt oder erweitert ist, dass eine austrittsseitige Stirnkante (24) des Rotors (6) bei einem Pumpenbetrieb - die Innenfläche (3) des Mantels (2) nicht belastend - umlaufend exzentrisch rotiert;
- zum Ausgleich eines Leistungsverlustes eine, über die übrige Länge des Stators verteilte Abnahme einer größten lichten Weite (A-Maß) der von der Innenfläche (3) gebildeten Schneckenkanäle im Stator (2) vorgesehen ist, als stärkere Konizität.

3. Exzentrerschneckenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein durch radiales und axiales Zurückversetzen einer austrittsseitigen Stirnfläche (22) des Statormantels (2) erzeugter Freigang (G) der austritts- seitigen Umfangskante (24) des Rotors (6) axial entgegen der Förderrichtung auf einem Längenabschnitt (z5) besteht, der mindestens 2 % einer axialen Länge einer Stator-Steigung (Schneckenstufe L1) beträgt, insbesondere oberhalb von 3%, zwischen 5% und 10% oder bis zu einer halben Stufe beträgt.

4. Exzentrerschneckenpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zurückversetzung, insbesondere als Aushöhlung oder Aufweitung so bemessen ist, dass der Freigang (G) auch bei einem verschleißbedingten axialen Versatz ( $19; \Delta z$ ) des Rotors (6) erhalten bleibt.

5. Exzentrerschneckenpumpe nach einem der vorigen Ansprüche, wobei zur Kompensation des durch die Zurückver- setzung eines Abschnitts (z5) der ausgangsseitigen Stirnfläche (22) des Stators (2) und der **dadurch** bedingten Verkürzung seines zumindest einen förderwirksamen Schneckengangs auftretenden Leistungsverlusts



- (i) eine Reduzierung der lichten Weite des Schneckenkanals als A-Maß-Reduzierung in Förderrichtung je Steigungsstufe (L1) des Statormantels (2) von mindestens 0,4% vorgesehen ist; oder
- (ii) eine lichte Weite des Innenmantels pro Stufe (L1) um mehr als im wesentlichen 0,4% herabgesetzt ist, wobei sich die lichte Weite von der Eingangsöffnung (4) zur Ausgangsöffnung (5) im wesentlichen stetig reduziert.

6. Exzentrerschneckenpumpe nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Aufweitung einen im wesentlichen zylindrischen Formabschnitt besitzt (5b).
7. Exzentrerschneckenpumpe nach Anspruch 1 oder Anspruch 2 oder Anspruch 6, wobei die Aufweitung (5) der druckseitigen Öffnung einen im wesentlichen konischen Formabschnitt (5a) besitzt, insbesondere auch mit einer im wesentlichen konischen Erweiterung als Einlaufkonus (4) auf der Eintrittsseite (MES) des Stators bzw. der Pumpe.
8. Exzentrerschneckenpumpe nach Anspruch 1 oder Anspruch 2 oder Anspruch 7, wobei auf einem Stück (z5) der axialen Länge nahe der Austrittsseite (MAS) die schneckenengangförmige Innenfläche (3) sich nach radial außen und nach axial vorn zur Druckseite hin erweitert (5c), insbesondere entgegen einer im wesentlichen stetig verlaufenden Herabsetzung des radialen Maßes der Innenfläche (3) vor dem genannten Axialstück (z5), beginnend nahe der Eingangsseite des Stators bzw. der Pumpe.
9. Exzentrerschneckenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein druckseitiges Stirnende des Stators einen ringförmigen Elastomersteg (21) trägt, zur Abdichtung bei einem Einbau des Stators, gegenüber einer druckseitigen Aufnahme.
10. **Verfahren zum Betrieb** einer Exzentrerschneckenpumpe mit einem in ein im wesentlichen zylindrisches Gehäuse (1) einbringbaren oder dort angeordneten Mantel (2) aus elastomeren Material, dessen Innenfläche (3) schneckenengangförmig ausgebildet ist, zur Aufnahme eines in den Elastormantel in einer vorbestimmten axialen Stellung und mit vorbestimmter radialer Exzentrizität (9) unter Vorspannung einsetzbaren und antriebsseitig in dieser Stellung gestützten wendelförmigen Rotor (6);  
**dadurch gekennzeichnet, dass eine Austrittsöffnung** (5;5a,5b,5c) des Stators (2) von seinem Stirnende aus und einer axialen Förderrichtung entgegen aufgeweitet ist oder sich radial erweitert, so dass im Pumpbetrieb eine sich umfänglich drehende Stirnkante (24) am Rotorende (23) des Rotors (6) - vorzugsweise bei einer axialen Versetzung (1 9;Δz) des Rotors, gegenüber dem Stator - berührungsfrei oder ohne wesentlichen Druckkontakt zur Innenfläche (3) des Elastormantels (2) umläuft.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das zylindrische Gehäuse als umfänglich durchgehender Mantel einteilig, oder mit zumindest einem axialen Schlitz versehen oder mit mehreren axialen Schlitzten versehen mehrteilig ist.
12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Erweiterung bzw. Aufweitung (5a,5b;5) am druckseitigen Stirnende des Stators im wesentlichen zylindrisch, konisch oder schneckenengangförmig ist, oder eine Kombination solcher Abschnitte aufweist.
13. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Stator auf seiner stirnseitigen Eingangsseite eine insbesondere konisch ausgebildete Aufweitung (4) besitzt.
14. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die axial zurückreichende Länge (z5) der Aufweitung (5) größer als 2%, bevorzugt 5% und kleiner als 50% der axialen Länge (L1) einer Stufe des Schneckengangs des Stators ist als eine Statorsteigung.
15. **Verwendung eines Elastomerstators** mit einem im wesentlichen steifen Außenmantel und einem darin angeordneten Innenmantel (2) aus gegenüber dem Außenmantel nachgiebigeren, elastomeren Material, dessen Innenfläche (3) um eine Längsachse (10) wendel- oder schneckenförmig verlaufend ausgebildet ist, geeignet zur Aufnahme eines wendel- oder schneckenförmigen, exzentrischen Rotors (6), der in einer vorbestimmten axialen Stellung (z1) gegenüber dem Statormantel in diesen einbringbar ist, und von einer Antriebsseite aus in seiner axialen Stellung gehalten wird (18,16,17), wobei **der elastomere Innenmantel** (2) von seiner austrittsseitigen Stirn zurück (z5)
  - (i) in axialer Richtung
  - (ii) gegenüber einer schneckenförmigen Innenfläche (3) axial weiter vorn zur, Eintrittsseite MES in radialer Richtung (r5) **reduziert ausgebildet** ist

und der Elastomerstator bei einer austrittsseitigen Stirnkante (24) des Rotors (6) bei Pumpenbetrieb einen Freigang (G) verschafft, und wobei die schneckenförmige Innenfläche (3) von der stirnseitigen Eintrittsseite in ihrem inneren Maß im wesentlichen stetig abnimmt, bis vor die reduziert ausgebildete (r5,z5) Wandstärke des Elastormantels (2), geeignet für eine Extenterschneckenpumpe nach Anspruch 1.

- 5
16. Verwendung nach Anspruch 15, wobei ausgangsseitig (MAS) ein umfänglicher Steg (21) aus elastomerem Werkstoff ausgebildet ist, der axial vorspringt, insbesondere zwischen ihm (21) und dem Beginn der ersten, sich axial ein Stück (z5) erstreckenden radialen Aufweitung (r5,5b) eine im wesentlichen zylindrische Reduktion der Wandstärke des Elastormantels (2) vorliegt.
- 10
17. Verwendung nach Anspruch 16, wobei eine Rest-Wandstärke (2') des elastomeren Innenmantels im Bereich der radialen Aufweitung (5b) im Wesentlichen dieselbe radiale Stärke besitzt, wie der ausgangsseitig (MAS) hervorstehende umfängliche Steg (21).
- 15
18. Verwendung nach Anspruch 15, wobei das innere Maß der schneckenförmigen Innenfläche (3) pro Stufe um zumindest 0,4% abnimmt, bis vor die radiale Aufweitung (5,5a,5b,5c).

### Claims

- 20
1. Eccentric screw pump having an inner casing (2) made from wear-resistant and resilient material in a single-part or multi-part cylindrical housing casing (1); wherein an inner surface (3) of the casing (2) or of the inner casing (2) is designed spirally with predetermined pitch direction and pitch length on its side (3) pointing inwards; having a helical or spiral rotor (6, 8) inserted with pretension in the casing in a first axial position (z1) and with radial eccentricity (9) and mounted (15, 16) on the drive side in this position and having the same pitch direction (7) as the stator (2);
- 25
- characterised in that** an outlet opening (5) of the stator (2) is expanded starting from its end-face end on a piece of the axial conveying length radially outwards on its entire periphery so that an end-face edge (24), which rotates in pump operation, of the rotor end (23) placed close to the outlet opening - preferably for wear-related axial displacement (19;  $\Delta z$ ) of the rotor - can be rotated in contact-free or released (G) manner with respect to the inner surface (3) of the stator.
- 30
2. Eccentric screw pump according to claim 1, having a stator made from a single-part cylindrical housing (1) and the inner casing (2) made from elastomer material arranged to be fixed therein, the inner surface (3) of which is designed to be running helically or spirally about the longitudinal axis (10; z), and having the helical, elongated rotor (6), which with its central axis (11) opposite the longitudinal axis (10) of the stator, is arranged in the stator to be radially offset by a predetermined amount (9, e) in a given axial position (z) opposite the stator, which has the same pitch direction as the inner casing and can be driven in rotating manner - opposite to the pitch direction of the inner surface (3) of the inner casing - and is mounted in the given axial position (z) starting from a drive side (8); wherein
- 35
- the inner casing (2) is hollowed out or widened from its outlet-side end face (22) both in radial and in axial direction by such an amount that an outlet-side end-face edge (24) of the rotor (6) rotates circulating eccentrically during pump operation - not stressing the inner surface (3) of the casing (2);
- 40
- to compensate a power loss, a decrease of the greatest internal width (A dimension) of the screw channels formed by the inner surface (3) and distributed over the remaining length of the stator, is provided in the stator (2) as greater conicity.
- 45
3. Eccentric screw pump according to claim 1 or 2, **characterised in that** free flow (G) of the outlet-side peripheral edge (24) of the rotor (6) produced by radial and axial setting-back of an outlet-side end-face surface (22) of the stator casing (2), exists axially counter to the conveying direction on a longitudinal section (z5), which is at least 2% of an axial length of a stator pitch (screw stage L1), in particular is above 3%, between 5% and 10%, or up to half a stage.
- 50
4. Eccentric screw pump according to claim 3, **characterised in that** the setting-back, in particular as hollowing-out or expansion, has dimensions so that the free flow (G) is retained even for wear-related axial displacement (19,  $\Delta z$ ) of the rotor (6).
- 55
5. Eccentric screw pump according to one of the preceding claims, wherein to compensate the power loss occurring due to the setting-back of a section (z5) of the outlet-side end-face surface (22) of the stator (2) and the thus related

shortening of its at least one spiral which is effective conveying

(i) a reduction of the internal width of the screw channel is provided as A-dimension reduction in conveying direction for each pitch stage (L1) of the stator casing (2) of at least 0.4%; or

(ii) an internal width of the inner casing per stage (L1) is reduced by more than essentially 0.4%, wherein the internal width is reduced essentially continuously from the inlet opening (4) to the outlet opening (5).

6. Eccentric screw pump according to claim 1 or claim 2, wherein the expansion has (5b) an essentially cylindrical shape section.

7. Eccentric screw pump according to claim 1 or claim 2 or claim 6, wherein the expansion (5) of the pressure-side opening has an essentially conical shape section (5a), in particular also with essentially conical widening as run-in cone (4) on the inlet-side (MES) of the stator or the pump.

8. Eccentric screw pump according to claim 1 or claim 2 or claim 7, wherein on a piece (z5) of the axial length close to the outlet side (MAS), the spiral inner surface (3) is widened (5c) radially outwards and axially forwards towards the pressure side, in particular counter to an essentially continuously running reduction of the radial dimension of the inner surface (3) before the said axial piece (z5), starting close to the inlet side of the stator or the pump.

9. Eccentric screw pump according to claim 1 or 2, wherein a pressure-side end-face end of the stator supports an annular elastomer bar (21), for sealing when installing the stator, with respect to pressure-side mounting.

10. Process for operating an eccentric screw pump having a casing (2) made from elastomer material which can be introduced into an essentially cylindrical housing (1) or arranged there, the inner surface (3) of which is designed spirally, to mount a helical rotor (6) which can be inserted with pretension in the elastomer casing in a predetermined axial position and with predetermined radial eccentricity (9) and supported on the drive side in this position; **characterised in that** an outlet opening (5; 5a, 5b, 5c) of the stator (2) is expanded starting from its end-face end and counter to an axial conveying direction or is radially widened, so that in pump operation, a peripherally rotating end-face edge (24) on the rotor end (23) of the rotor (6) - preferably for axial displacement (19;  $\Delta z$ ) of the rotor, opposite the stator - rotates in contact-free manner or without considerable pressure contact with the inner surface (3) of the elastomer casing (2).

11. Process according to claim 10, wherein the cylindrical housing is single-parted as a peripherally continuous casing, or provided with at least one axial slot, or is multi-parted provided with several axial slots.

12. Process according to claim 10, wherein the widening or expansion (5a, 5b; 5) is essentially cylindrical, conical or spiral on the pressure-side end-face end of the stator, or has a combination of such sections.

13. Process according to claim 10, wherein the stator has an in particular conically designed expansion (4) on its end face-side inlet side.

14. Process according to claim 10, wherein the length (z5) of the expansion (5) extending back axially is greater than 2%, preferably 5% and less than 50%, of the axial length (L1) of a stage of the spiral of the stator, than a stator pitch.

15. Use of an elastomer stator having an essentially stiff outer casing and an inner casing (2) made from elastomer material which is more flexible with respect to the outer casing arranged therein, the inner surface (3) of which is designed to be running helically or spirally about a longitudinal axis (10), suitable to mount a helical or spiral, eccentric rotor (6), which can be introduced into the stator casing in a predetermined axial position (z1) with respect to the latter, and is mounted (18, 16, 17) in its axial position starting from a drive side, wherein the elastomer inner casing (2) is designed to be reduced back from its outlet-side end face (z5)

(i) in axial direction

(ii) with respect to a spiral inner surface (3) axially further forwards to the inlet side MES in radial direction (r5) and the elastomer stator provides free flow (G) during pump operation about an outlet-side end-face edge (24) of the rotor (6), and wherein the spiral inner surface (3) decreases essentially continuously from the end face-side inlet side in its inner dimension as far as the wall thickness of the elastomer casing (2) designed (r5, z5) to be reduced, suitable for an eccentric screw pump according to claim 1.

16. Use according to claim 15, wherein a peripheral bar (21) made from elastomer material is formed on the outlet side (MAS), which projects axially, in particular between it (21) and the start of the first radial expansion (r5, 5b) extending a piece (z5) axially, exists an essentially cylindrical reduction of the wall thickness of the elastomer casing (2).

17. Use according to claim 16, wherein a residual wall thickness (2') of the elastomer inner casing has in the region of the radial expansion (5b) essentially the same radial thickness as the peripheral bar (21) projecting on the outlet side (MAS).

18. Use according to claim 15, wherein the inner dimension of the spiral inner surface (3) decreases by at least 0.4% per stage as far as the radial expansion (5, 5a, 5b, 5c).

## Revendications

1. Pompe à vis sans fin excentrique comprenant une enveloppe interne (2), constituée d'un matériau résistant à l'usure et élastique, dans une enveloppe de boîtier cylindrique (1) en une ou plusieurs pièces; une surface interne (3) de l'enveloppe (2), ou de l'enveloppe interne (2), présentant, sur sa face (3) tournée vers l'intérieur, la forme d'un pas de vis avec un sens et une longueur prédéterminés du pas de vis; un rotor spiralé ou hélicoïdal (6, 8), inséré sous précontrainte dans l'enveloppe dans une première position axiale (z1) et avec une excentricité radiale (9) et maintenu du côté de l'entraînement dans cette position (15, 16), avec le même sens de pas de vis (7) que celui du stator (2); **caractérisée en ce qu'**une ouverture de sortie (5) du stator (2) est élargie depuis son extrémité frontale sur une partie de la longueur axiale de transport radialement vers l'extérieur sur toute la circonférence, de sorte qu'une arête frontale (24), tournant lors du fonctionnement de la pompe, de l'extrémité (23) du rotor située près de l'ouverture de sortie - de préférence lors d'un décalage axial (19;  $\Delta z$ ) du rotor dû à l'usure - puisse tourner sans contact ou librement (G) par rapport à la surface interne (3) du stator.

2. Pompe à vis sans fin excentrique selon la revendication 1, comportant un stator constitué d'un boîtier cylindrique (1) d'une seule pièce et de l'enveloppe interne (2) en matériau élastomère qui y est agencée fixement, dont la surface interne (3) s'étend en spirale ou en hélice autour de l'axe longitudinal (10; z), et un rotor hélicoïdal allongé (6), qui est agencé, de manière décalée radialement dans une mesure prédéterminée (9, e) avec son axe central (11) par rapport à l'axe longitudinal (10) du stator, dans une position axiale donnée (z) par rapport au stator dans celui-ci, qui présente la même direction de pas de vis que celle de l'enveloppe interne, qui peut être entraîné en rotation - à l'opposé du sens du pas de vis de la surface interne (3) de l'enveloppe interne - et qui est maintenu d'un côté entraînement (8) dans la position axiale donnée (z); dans laquelle

- l'enveloppe interne (2) est évidée ou élargie, à partir de sa face avant côté sortie (22) tant dans la direction radiale que dans la direction axiale dans une mesure telle qu'une arête frontale côté sortie (24) du rotor (6) tourne de manière excentrique en périphérie lors d'un fonctionnement de la pompe - ne sollicitant pas la face interne (3) de l'enveloppe (2);

- on prévoit, pour compenser une perte de performances, une diminution, distribuée sur le restant de la longueur du stator, d'une plus grande largeur intérieure (mesure A) des canaux à vis formés par la surface interne (3) dans le stator (2), pour obtenir une conicité plus forte.

3. Pompe à vis sans fin excentrique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'**il y a un passage libre (G) de l'arête périphérique (24) côté sortie du rotor (6), généré par un décalage radial et axial d'une face frontale (22) côté sortie de l'enveloppe de stator (2) axialement à l'opposé du sens de transport sur une section de longueur (z5) qui correspond au moins à 2 % d'une longueur axiale d'un pas de stator (spire de vis sans fin L1), en particulier à plus de 3 %, entre 5 % et 10 % ou jusqu'à une demi-spire.

4. Pompe à vis sans fin excentrique selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** l'on dimensionne le décalage en particulier sous la forme d'un évidement ou d'un élargissement de sorte que le passage libre (G) soit conservé même lors d'un décalage axial du rotor (6) dû à l'usure (19,  $\Delta z$ ).

5. Pompe à vis sans fin excentrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle, pour compenser la perte de performances apparaissant du fait du décalage d'une section (z5) de la face frontale (22) côté sortie du stator (2) et la réduction consécutive de son au moins un pas de vis efficace en transport,

(i) on prévoit une réduction de la largeur intérieure du canal de vis sous la forme d'une réduction de la mesure

A dans le sens de transport par spire de vis sans fin (L1) de l'enveloppe de stator (2) d'au moins 0,4%; ou  
(ii) on diminue une largeur intérieure de l'enveloppe interne par spire (L1) de plus de sensiblement 0,4 %, la  
largeur intérieure de l'ouverture d'entrée (4) se réduisant sensiblement en permanence par rapport à l'ouverture  
de sortie (5).

- 5 6. Pompe à vis sans fin excentrique selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle l'élargissement possède une section de forme sensiblement cylindrique (5b).
- 10 7. Pompe à vis sans fin excentrique selon la revendication 1 ou 2 ou 6, dans laquelle l'élargissement (5) de l'ouverture côté pression possède une section de forme sensiblement conique (5a), en particulier même avec un élargissement sensiblement conique sous la forme d'un cône d'entrée (4) sur la face d'entrée (MES) du stator ou de la pompe.
- 15 8. Pompe à vis sans fin excentrique selon la revendication 1 ou 2 ou 7, dans laquelle, sur une partie (z5) de la longueur axiale proche de la face de sortie (MAS), la surface interne hélicoïdale (3) s'étend radialement vers l'extérieur et axialement vers l'avant du côté de pression (5c), en particulier à l'encontre d'une réduction, s'étendant sensiblement en permanence, de la dimension radiale de la surface interne (3) avant la partie axiale mentionnée (z5), en commençant près de la face d'entrée du stator ou de la pompe.
- 20 9. Pompe à vis sans fin excentrique selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle une extrémité frontale côté pression du stator porte une nervure élastomère annulaire (21) pour assurer l'étanchéité lors d'un montage du stator, à l'encontre d'un logement côté pression.
- 25 10. Procédé pour faire fonctionner une pompe à vis sans fin excentrique comprenant une enveloppe (2) en matériau élastomère qui peut être insérée dans un boîtier sensiblement cylindrique (1) ou y être agencée, dont la surface interne (3) se présente sous la forme d'un pas de vis pour recevoir un rotor spiralé (6) insérable sous précontrainte dans l'enveloppe élastomère dans une position axiale prédéterminée et avec une excentricité radiale (9) prédéterminée et soutenu du côté entraînement dans cette position; **caractérisé en ce qu'**une ouverture de sortie (5; 5a, 5b, 5c) du stator (2) est élargie depuis son extrémité frontale et à l'encontre d'un sens de transport axial ou s'étend radialement de sorte que, lors du fonctionnement de la pompe, une arête frontale (24) tournant en périphérie à l'extrémité (23) du rotor (6) - de préférence avec un décalage axial (19;  $\Delta z$ ) du rotor, par rapport au stator - tourne sans contact ou sans contact de pression sensible avec la surface interne (3) de l'enveloppe élastomère (2).
- 30 11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel le boîtier cylindrique est formé d'une seule pièce sous la forme d'une enveloppe périphérique continue ou est doté d'au moins une fente axiale ou est formé de plusieurs pièces avec plusieurs fentes axiales.
- 35 12. Procédé selon la revendication 10, dans lequel l'extension ou l'élargissement (5a, 5b; 5) à l'extrémité frontale côté pression du stator a une forme sensiblement cylindrique, conique ou en pas de vis, ou présente une combinaison de ces sections.
- 40 13. Procédé selon la revendication 10, dans lequel le stator sur sa face d'entrée frontale possède un élargissement (4) se présentant en particulier sous une forme conique.
- 45 14. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la longueur (z5) remontant axialement de l'élargissement (5) est supérieure à 2 %, de préférence à 5 % et inférieure à 50 % de la longueur axiale (L1) d'une spire du pas de vis du stator par rapport au pas de vis de celui-ci.
- 50 15. Utilisation d'un stator d'élastomère, comprenant une enveloppe externe sensiblement rigide et une enveloppe interne (2), qui y est agencée, en matériau élastomère plus mou par rapport à l'enveloppe externe, dont la surface interne (3) est réalisée en s'étendant de manière hélicoïdale autour d'un axe longitudinal (10), convenant pour le logement d'un rotor hélicoïdal excentrique (6), qui peut être introduit dans une position axiale prédéterminée (z1) par rapport à l'enveloppe du stator, dans ce dernier, et qui est maintenu du côté entraînement dans sa position axiale (18,16,17), dans lequel l'enveloppe interne d'élastomère (2) se présente avec une réduction depuis son front côté sortie (z5)  
55 (i) dans la direction axiale  
(ii) par rapport à une surface interne hélicoïdale (3) axialement plus en avant par rapport à la face de sortie MES dans la direction radiale (r5),  
et le stator d'élastomère fournit un passage libre (G) près d'une arête frontale (24) côté sortie du rotor (6) lors

du fonctionnement de la pompe, et dans lequel la surface interne hélicoïdale (3) diminue sensiblement en permanence à partir de la face d'entrée frontale dans sa mesure interne jusqu'avant d'atteindre l'épaisseur de paroi de l'enveloppe élastomère (2) se présentant sous forme réduite ( $r_5$ ,  $z_5$ ), convenant pour une pompe à vis sans fin excentrique selon la revendication 1.

5

**16.** Utilisation selon la revendication 15, dans laquelle, côté sortie (MAS), une nervure périphérique (21) est constituée d'un matériau élastomère qui dépasse axialement, en particulier, il y a une réduction sensiblement cylindrique de l'épaisseur de paroi de l'enveloppe élastomère (2) entre la nervure (21) et le début du premier élargissement radial ( $r_{5,5b}$ ) s'étendant axialement sur une partie ( $z_5$ ).

10

**17.** Utilisation selon la revendication 16, dans laquelle une épaisseur de paroi restante (2') de l'enveloppe interne élastomère dans la zone de l'élargissement radial (5b) possède sensiblement la même épaisseur radiale que celle de la nervure périphérique (21) dépassant côté sortie (MAS).

15

**18.** Utilisation selon la revendication 15, dans laquelle la mesure intérieure de l'enveloppe interne hélicoïdale (3) diminue par spire d'au moins 0,4 %, jusqu'avant l'élargissement radial (5, 5a, 5b, 5c).

20

25

30

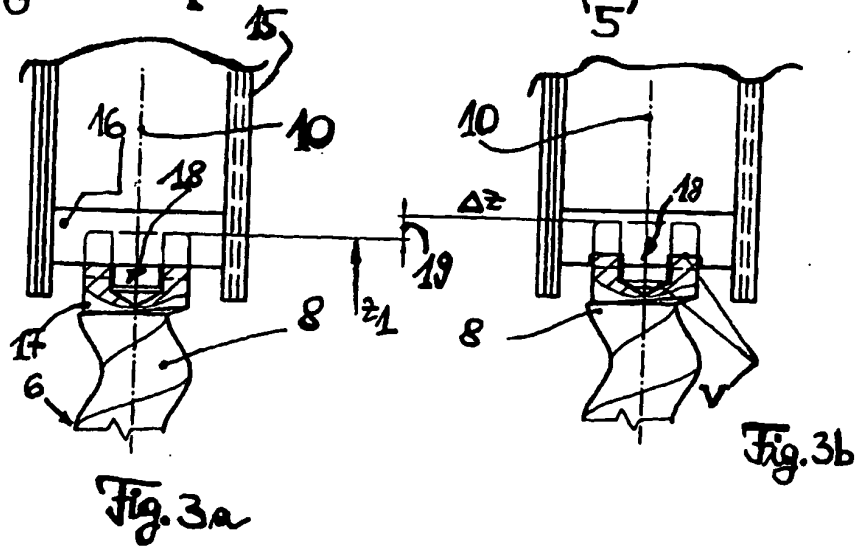
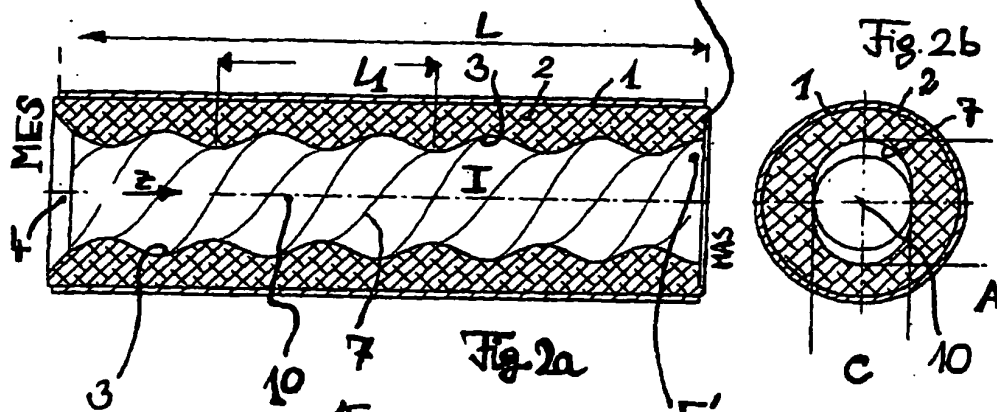
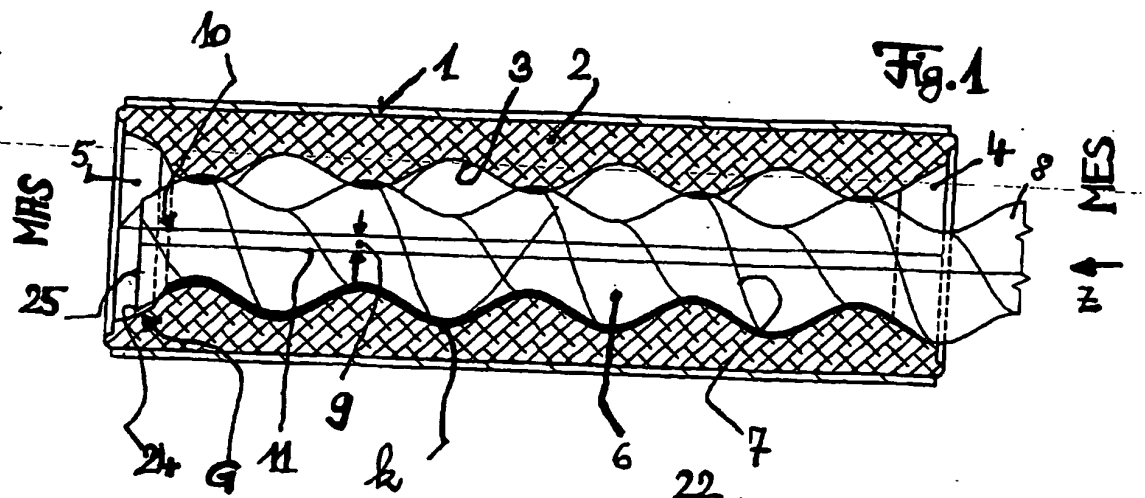
35

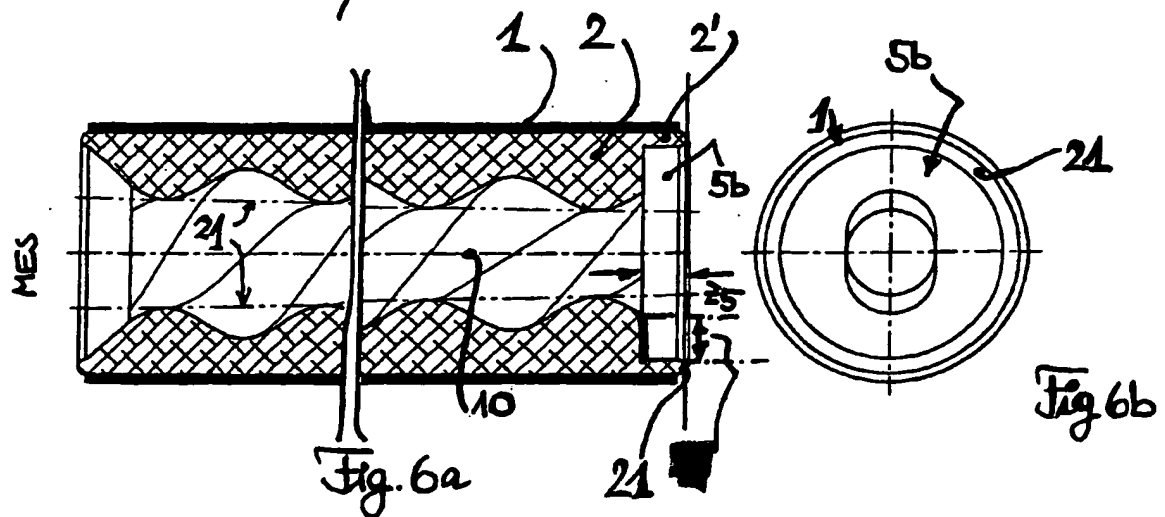
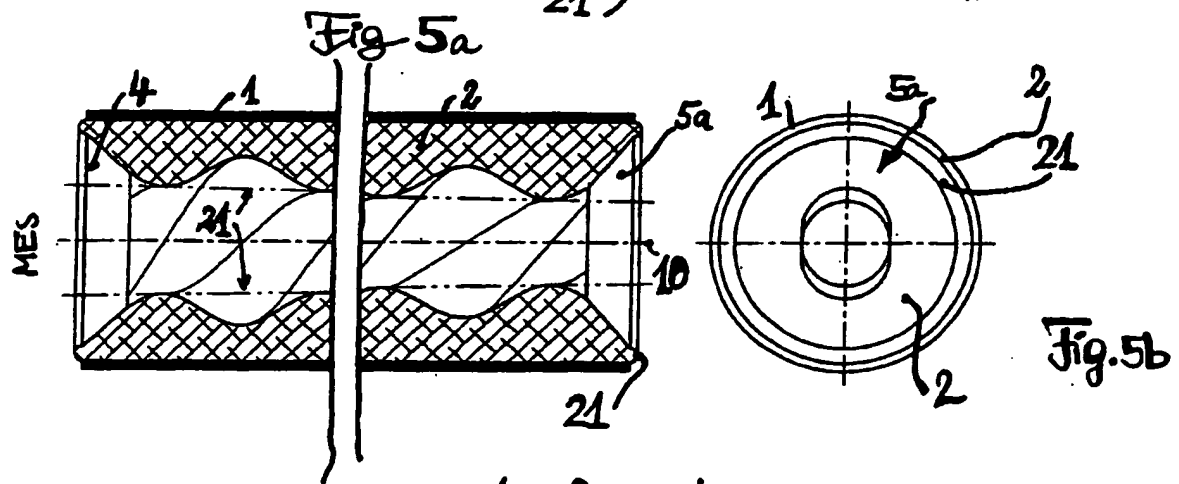
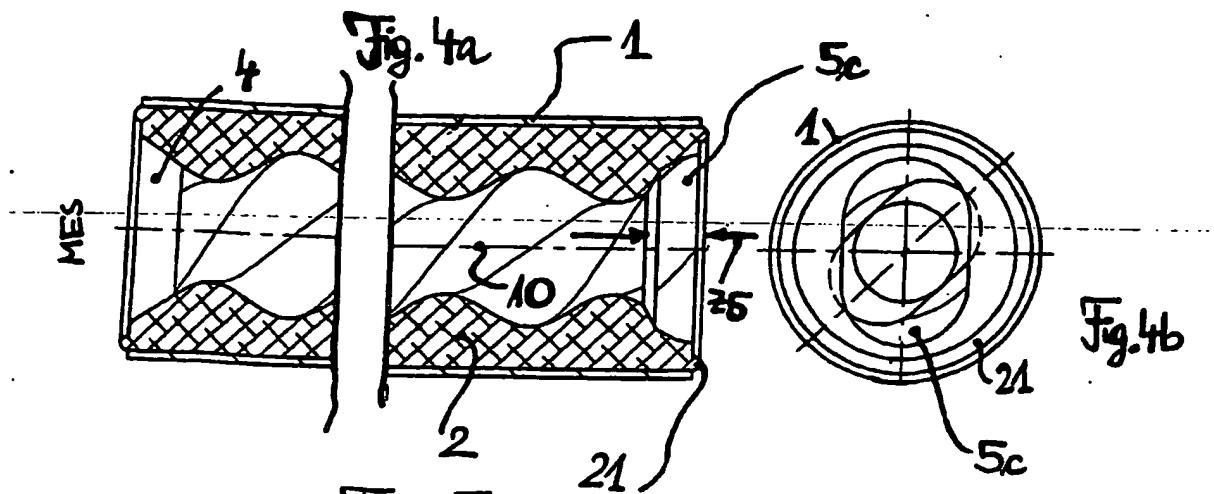
40

45

50

55





25 } bei allen  
15 } Figuren  
4, 5, 6.



**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 3304751 B [0002]
- DE 19758086 A [0002]
- DE 19801021 A [0002]
- DE 3304751 [0007]
- GB 1215569 A [0007]
- DE 4442060 A [0007]
- DE 633784 A [0007]