

(19)



(11)

EP 3 250 829 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.08.2020 Patentblatt 2020/32

(51) Int Cl.:
F04C 2/107^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16708338.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2016/000033

(22) Anmeldetag: **29.01.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/119775 (04.08.2016 Gazette 2016/31)

(54) **EXZENTERSCHNECKENPUMPE MIT EINEM AUTOMATISCHEN VERSTELLSYSTEM UND EINSTELLVERFAHREN**

ECCENTRIC SCREW PUMP HAVING AN AUTOMATIC ADJUSTMENT SYSTEM AND ADJUSTMENT METHOD

POMPE À VIS EXCENTRÉE MUNIE D'UN SYSTÈME DE RÉGLAGE AUTOMATIQUE ET PROCÉDÉ D'AJUSTEMENT

(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: **29.01.2015 DE 102015101353**
28.07.2015 DE 102015112248

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.12.2017 Patentblatt 2017/49

(73) Patentinhaber: **NETZSCH Pumpen & Systeme GmbH**
95100 Selb (DE)

(72) Erfinder:
• **VOIT, Stefan**
83123 Amerang (DE)
• **KNEIDL, Christian**
84478 Waldkraiburg (DE)
• **KAMAL, Hisham**
84478 Waldkraiburg (DE)
• **BINDIG, Christian**
95632 Wunsiedel (DE)
• **TEKNEYAN, Mikael**
84559 Kraiburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2016/034341 WO-A2-01/98660
DD-A1- 279 043 GB-A- 2 338 268

EP 3 250 829 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] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Exzentrerschneckenpumpe und ein Verfahren zum Anpassen des Betriebszustands einer Exzentrerschneckenpumpe gemäß den Merkmalen der Oberbegriffe der Ansprüche 1 und 5.

Stand der Technik

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Exzentrerschneckenpumpe zur Förderung flüssiger und/oder körniger Medien.

[0003] Exzentrerschneckenpumpen sind Pumpen zur Förderung einer Vielzahl von Medien, insbesondere von dickflüssigen, hochviskosen und abrasiven Medien wie zum Beispiel Schlämmen, Gülle, Erdöl und Fetten. Hierbei wälzt sich der angetriebene, gewendelte Rotor im Stator ab. Dieser ist ein Gehäuse mit einer schneckenförmig gewendelten Innenseite. Der Rotor vollführt dabei mit seiner Figurenachse eine exzentrische Drehbewegung um die Statorachse. Die äußere Schnecke, d.h. der Stator, hat die Form eines zweigängigen Gewindes, während die Rotorschnecke nur eingängig ist. Der Rotor besteht üblicherweise aus einem hoch abriebfesten Material, wie zum Beispiel Stahl. Der Stator hingegen besteht aus einem elastischen Material, zum Beispiel Gummi. Durch die spezielle Formgebung von Rotor und Stator entstehen zwischen Rotor und Stator abgedichtete Hohlräume, die sich bei Drehung des Rotors axial fortbewegen und das Medium fördern. Das Volumen der Hohlräume ist dabei konstant, so dass das Fördermedium nicht gequetscht wird. Bei passender Auslegung können mit Exzentrerschneckenpumpen nicht nur Fluide, sondern auch Festkörper gefördert werden.

[0004] Zur Ausbildung der Förderräume und um das jeweilige Medium mit möglichst geringem Rückfluss befördern zu können, liegt der Rotor druckbeaufschlagt an einer durch elastisches Material gebildeten Innenwandung des Stators an. Aufgrund der Bewegung des in der Regel metallischen Rotors innerhalb des in der Regel aus Gummi oder einem ähnlichen Material bestehenden Stators kommt es zu einem gewissen Abrieb beziehungsweise Verschleiß des Stators. Durch den Verschleiß wird die druckbeaufschlagte Anlagekraft zwischen Rotor und Stator reduziert, insbesondere kann die Berührung zwischen dem Stator und dem Rotor längs einer ununterbrochenen wendelförmigen Berührungslinie nicht aufrecht erhalten werden, wodurch die Leistung der Exzentrerschneckenpumpe sinkt. Dies gilt insbesondere für Exzentrerschneckenpumpen, die eine große Saughöhe oder einen hohen Gegendruck zu überwinden haben. Aus diesem Grund muss der Stator in regelmäßigen Abständen ausgetauscht und ersetzt werden.

[0005] Um den Zeitpunkt des Austauschs des Stators zu ermitteln, werden beispielsweise Sensoren verwendet, die den Verschleiß des Stators anhand physikalischer Parameter detektieren. Die DE 10157143 A1 be-

schreibt eine Anzeige von Wartungsintervallen beziehungsweise Restbetriebsdauern von Exzentrerschneckenpumpen. Die Sensoren erfassen verschleißrelevante Betriebsparameter, die von einer Steuereinheit erfasst werden. Die Steuereinheit ermittelt anhand dieser Parameter einen zu erwartenden Wert der Betriebsdauer beziehungsweise von Betriebszyklen bis zur Fälligkeit der nächsten Wartung beziehungsweise dem Austausch von bestimmten Teilen.

[0006] Die DE 202005008989 offenbart eine Exzentrerschneckenpumpe mit einer Überwachung der Funktionsfähigkeit und des Verschleißes des Stators, wobei dem Stator mindestens ein Messaufnehmer zugeordnet ist, mit welchem Kompressionen und / oder Bewegungen des Stators beziehungsweise des elastischen Materials im Zuge der Rotation des Rotors messbar sind.

[0007] Weitere Möglichkeiten der sensorischen Überwachung des Statorzustandes werden beispielsweise in den Dokumenten JP 2011112041 A, JP 2010281280 A, JP 2009235976 A und JP 20101104 A beschrieben.

[0008] Damit ein Stator länger verwendet werden kann, sind zudem nachstellbare Statoren bekannt. DE 3433269 A1 beschreibt einen Statormantel mit Spannvorrichtungen in Form von Zugbolzen, die über die gesamte axiale Länge des Statormantels verteilt sind. Dies bewirkt eine deutliche Gewichtserhöhung des Stator-Rotor- Systems. Zudem müssen zum Nachstellen alle Spannvorrichtungen einzeln nachgezogen werden.

[0009] EP 0292594 A1 offenbart einen mit einem Längsschlitz versehenen Statormantel für Exzentrerschneckenpumpen, der ausschließlich in seinem Druckbereich eine Spannvorrichtung zur Druckerzeugung sowie zum Nachstellen bei Verschleiß des Stators aufweist. Die Spannung wird durch geeignete Verstärkungsrippen teilweise über die Länge des Statormantels verteilt.

[0010] DE 4312123 A1 beschreibt einen Statormantel mit mehreren längs verlaufenden Schlitten, die das Nachstellen vereinfachen. Damit ein Nachstellen besser im Bereich des druckseitigen Endes des Stators vollzogen werden kann, enden die Schlitten kurz vor dem Ende des saugseitigen Endes des Stators und laufen nur am druckseitigen Ende frei aus.

[0011] DE 4403979 A1 offenbart einen nachstellbaren Stator für Exzentrerschneckenpumpen mit durchgängigen Längsschlitten und Längsschlitten, die mit geringem Abstand vor dem saugseitigen Ende des Stators enden. Zweckmäßigerweise folgt je einem Längsschlitz ein durchgehender Schlitz.

[0012] Das Dokument WO 2016/034341 A1 beschreibt eine Exzentrerschneckenpumpe mit zumindest einem Stator aus einem elastischen Material und einem in dem Stator drehbaren Rotor. Der Stator ist zumindest bereichsweise von einem Statormantel umgeben, der als längsgeteilter Mantel aus zumindest zwei Mantelsegmenten ausgebildet ist, die eine Statorspannvorrichtung bilden, mit welcher der Stator in radialer Richtung gegen den Rotor verspannt werden kann. Die Statorspannvorrichtung weist ein oder mehrere bewegliche Stellelemen-

te auf, welche zum Einstellen und Spannen des Stators auf die Mantelsegmente wirken. Zudem ragen die Endbereiche des Elastomerteils des Stators über die Mantelsegmente hinaus.

[0013] Das Dokument WO 01/98660 A2 offenbart ein Rotor- Stator- System, das einen verstellbaren Rotor und/oder Stator vorsieht, so dass der Presssitz und/oder das Spiel eingestellt werden kann. Der Rotor und/oder der innere Querschnitt des Stators sind sich in Längsrichtung verjüngend ausgebildet, um einen Unterschied in der Passung zwischen Rotor und Stator durch Längsverstellung ihrer relativen Position zu erzielen.

[0014] Die Offenlegungsschrift GB 2 338 268 A beschreibt ebenfalls eine Exzentrerschneckenpumpe, bei der das Spiel zwischen einem Stator und einem Rotor einstellbar ist, um Verschleiß auszugleichen. Der Rotor ist drehbar in einer schraubenförmigen Bohrung des elastomeren Stators aufgenommen, der sich in einem zylindrischen Gehäuse befindet, das axiale Schlitzte in gleichwinkligen Abständen um seinen Umfang herum aufweist. Eine Ringkammer umgibt das Gehäuse und ist mit einer Injektorpumpe verbunden. Ein Drucksensor in der Kammer ist mit einem Regler der Pumpe verbunden. Durch Verschleiß ergibt sich ein zu großer Abstand zwischen Stator und Rotor, der durch einen Druckabfall angezeigt wird. Zur Einstellung wird die Kammer mit Druckflüssigkeit gefüllt, bis das Statorgehäuse den elastomeren Stator wieder auf den Rotor drückt.

[0015] Das Dokument DD 279 043 A1 beschreibt einen Stator für eine Exzentrerschneckenpumpe, der nachspannbar ist und eine Korrektur verschleißbedingter Spaltverluste entlang des schraubenförmig gewundenen Statorinnenraums ermöglicht. Der Stator ist aus einem Elastomer formgepresst und weist eine konische Mantelfläche auf. Der Stator ist weiter in einer Hülse axial nachspannbar angeordnet. Während kopfseitig ein Anschlussgewinde für eine Pumpensteigrohrleitung vorgesehen ist, weist die Hülse fußseitig ein Außengewinde auf, in das eine Spannmutter eingreift, für deren Sicherung ein Gewinding vorgesehen ist. Über die Spannmutter erfolgt schließlich ein Nachspannen des Stators.

[0016] Aufgabe der Erfindung ist es, eine einfach und schnelle Anpassung eines Stator-Rotor- Systems an die Betriebszustände zu erreichen.

[0017] Die obige Aufgabe wird durch ein Stator- Rotor- System und ein Verfahren zum Anpassen des Betriebszustands eines Stator- Rotor- Systems gelöst, die die Merkmale in den Patentansprüchen 1 und 5 umfassen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden durch die Unteransprüche beschrieben.

Beschreibung

[0018] Die Erfindung bezieht sich auf eine Exzentrerschneckenpumpe mit Stator- Rotor- System. Das Stator- Rotor- System umfasst einen Rotor mit einer Rotorschnecke und einen Stator. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Stator- Rotor- System ei-

nen Rotor mit einer eingängigen Rotorschnecke und einen Stator mit einem zweigängigen Innengewinde. Der Stator ist mindestens zweiteilig aufgebaut und umfasst ein Stützelement und ein Elastomerteil. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist das Elastomerteil des Stators in einem Statormantel angeordnet und weist in der Regel keine feste Verbindung zum Statormantel auf. Anstelle eines Statormantels kann auch ein Gewebeteil oder eine das Elastomerteil zumindest bereichsweise umfassende Gitterstruktur als Stützelement Verwendung finden. Das heißt, das Stützelement beziehungsweise der Statormantel und das Elastomerteil sind in der Regel als getrennte Teile ausgebildet. Das Stützelement beziehungsweise der Statormantel umschließt das Elastomerteil zumindest bereichsweise vollumfänglich. Insbesondere umschließt das Stützelement beziehungsweise der Statormantel den Großteil des Elastomerteils, so dass nur die freien äußeren Endbereiche des Elastomerteils über das Stützelement beziehungsweise den Statormantel hinaus ragen und nicht von diesem umschlossen sind.

[0019] Insbesondere handelt es sich bei dem Stator um ein Statorsystem wie es in der DE 102005042559 A1 beschrieben ist. Aufgrund einer fehlenden festen Verbindung zwischen Elastomerteil und Stützelement beziehungsweise Statormantel ist eine axiale Verformung des Elastomerteils möglich. Bei einer Verformung bleibt das Volumen des Stators gleich. Dadurch führt eine axiale Verformung des Elastomerteils zugleich zu einer Querschnittsveränderung des Langlochs des Elastomerteils, in dem der Rotor geführt ist. Dadurch kann zusätzlich zum Ausgleich des Verschleißes des Stators die Vorspannung, das heißt die Anpresskraft zwischen Stator und Rotor, variiert werden, das heißt das Nachstellen beziehungsweise Einstellen des Stators kann auch verwendet werden, um die Vorspannung zwischen Stator und Rotor einer Exzentrerschneckenpumpe an unterschiedliche Betriebsbedingungen anzupassen.

[0020] Das Stator- Rotor- System der Exzentrerschneckenpumpe weist einen Verstellmechanismus zur Variation und Nachstellen der Vorspannung des Stators auf. Je nach Betriebszustand der Exzentrerschneckenpumpe ist eine andere Vorspannung des Stator- Rotor- Systems notwendig. Die Vorspannung ist beispielsweise abhängig von der Viskosität des geförderten Produktes, Produktgemisches oder ähnlichem. Der Betriebszustand wird insbesondere mittels unterschiedlicher Betriebsparameter, beispielsweise Druck, Drehzahl, Drehmoment und / oder weiterer Betriebsparameter ermittelt. Der Verstellmechanismus ist mit einem Regelsystem gekoppelt und wird durch dieses angesteuert und kontrolliert. Insbesondere umfasst das Regelsystem mindestens einen Sensor zur Ermittlung von Ist- Betriebsparametern des Stator- Rotor- Systems und / oder der Exzentrerschneckenpumpe und eine Steuerung zur Einstellung des Verstellmechanismus. Das heißt, der Verstellmechanismus ist über eine Steuerung mit mindestens einem Sensor zur Ermittlung von Ist- Betriebsparametern des Stator-

Rotor-Systems und / oder der Exzentrerschneckenpumpe gekoppelt. Die Ansteuerung des Verstellmechanismus erfolgt unter Berücksichtigung der mittels mindestens einen Sensors ermittelten Ist- Betriebsparameter durch die Steuerung.

[0021] Der erfindungsgemäße Regelmechanismus stellt einen Zusammenhang zwischen verschiedenen physikalischen Parametern des Stator- Rotor- Systems und dem Verschleißzustand des Stators bzw. der Vorspannung zwischen Stator und Rotor her. Beispielsweise wird ein Zusammenhang zwischen den physikalischen Parametern Druck, Drehmoment, Durchfluss, Drehzahl und / oder Viskosität sowie dem Verschleißzustand des Stators beziehungsweise der Vorspannung zwischen Stator und Rotor hergestellt. Der direkteste Parameter, der diese Zusammenhänge miteinander vereint, ist der Spannungszustand im Elastomermaterial. Diese kann entweder direkt über eine entsprechende Sensorik im Elastomermaterial bestimmt werden, oder indirekt über die Reaktionskräfte des Elastomers auf andere Bauteile ermittelt werden, beispielsweise über die Reaktionskräfte des Elastomers auf die Statorwandung, insbesondere dem Stützelement beziehungsweise den Statormantel, oder über die Reaktionskraft des Elastomers auf eine der Stirnseiten des Elastomerteils, über die Reaktionskraft des Elastomers auf Verschlüsse, die beispielsweise aus zwei Schalen bestehen und das Stützelement beziehungsweise den Statormantel zusammenhalten etcetera.

[0022] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Regelalgorithmus wird eine Korrelation beispielsweise aus Druck, Drehmoment, Durchfluss, Drehzahl und der vorhandenen Vorspannung im Elastomer hergestellt und daraufhin eine entsprechende Verstellposition zur Einstellung des Verstellmechanismus ermittelt, der geeignet sein sollte, den optimalen Betriebspunkt einzustellen. Nach automatisierter Justierung des Verstellmechanismus werden die physikalischen Betriebsparameter der Exzentrerschneckenpumpe erneut gemessen und daraus ermittelt, ob der optimale Betriebszustand erreicht ist. Entsprechen die gemessenen Betriebsparameter nicht den gewünschten Soll- Parametern, so wird erneut ein Verstellweg berechnet und der Verstellmechanismus entsprechend eingestellt.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausbildungsform der Erfindung ist der eigentliche Regelparameter der im Elastomer vorherrschende Spannungszustand, der beispielsweise in einer indirekten Form gemessen wird und in Kombination mit weiteren Betriebsparametern, wie beispielsweise der Drehzahl der Exzentrerschneckenpumpe oder ähnlichem einen Verstellweg x und / oder eine Verstellrichtung mit inkrementaler Annäherung an den gewünschten Soll- Wert ausgibt.

[0024] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Einstellung des berechneten Verstellweg x und / oder die Verstellrichtung mit inkrementaler Annäherung erfolgt. Insbesondere erfolgt also eine schrittweise Annäherung an die optimale Einstellung des Verstellmechanismus. Bei

einer Soll- Ist- Abweichung außerhalb einer festgelegten Toleranz wird der Verstellmechanismus um einen festgelegten Betrag verstellt. Der erfindungsgemäße Regelalgorithmus legt aufgrund des Soll- Ist- Vergleichs und den innerhalb des Regelalgorithmus hinterlegten Daten die Richtung der Verstellung fest, die Größe der Verstellung entspricht einem vorbestimmten Betrag. Auf diese Weise erfolgt eine insbesondere inkrementale Annäherung an einen gewünschten Soll- Wert, solange bis die gemessene Soll- Ist- Abweichung innerhalb der festgelegten Toleranz liegt.

[0025] Erfindungsgemäß umfasst der Verstellmechanismus zwei am Stator- Rotor- System angeordnete Einstellelemente, die zueinander distanzvariabel sind. In einer ersten Arbeitsposition weisen die beiden Einstellelemente einen ersten Abstand zueinander auf und in einer zweiten Arbeitsposition weisen die beiden Einstellelemente einen zweiten Abstand zueinander auf, wobei der erste Abstand ungleich dem zweiten Abstand ist. In der zweiten Arbeitsposition sind der Querschnitt und die Länge des Elastomerteils des Stators gegenüber dem Querschnitt und der Länge des Elastomerteils in der ersten Arbeitsposition verändert.

[0026] Erfindungsgemäß besteht zwischen dem Verstellmechanismus und dem Stator eine mechanische Koppelung und / oder Verbindung, insbesondere besteht eine solche Koppelung und / oder Verbindung zwischen dem Verstellmechanismus und dem Elastomerteil des Stators. Durch Änderung des relativen Abstands zwischen den beiden Einstellelementen des Verstellmechanismus wird eine Veränderung des Querschnitts und der Länge des Elastomerteils des Stators bewirkt.

[0027] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass eines der Einstellelemente ortsfest am Stator-Rotor- System angeordnet ist und das andere Einstellelement positionsvariabel am Stator- Rotor- System angeordnet ist. Dabei ist das erste Einstellelement ortsfest an dem Stützelement beziehungsweise dem Statormantel angeordnet und das zweite Einstellelement positionsvariabel am Elastomerteil des Stators angeordnet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das erste Einstellelement ortsfest an einem Flansch an einem freien Ende des Stützelements beziehungsweise Statormantels angeordnet und das zweite positionsvariable Einstellelement ist an einem freien Ende des Elastomerteils des Stators angeordnet.

[0028] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird durch die Steuerung ein Aktor angesteuert, der eine Neupositionierung des zweiten positionsvariablen Einstellelements bewirkt und somit eine Änderung des relativen Abstands zwischen dem zweiten positionsvariablen Einstellelement und dem ersten ortsfesten Einstellelement bewirkt. Die Einstellung des relativen Abstandes zwischen den beiden Einstellelementen kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Als Aktoren können beispielsweise Keilelemente, Keilringe, Mechanismen mit Spindelverstellung, Zylinder unterstützte Mechanismen etcetera dienen.

[0029] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann mindestens ein erster Sensor an einer ortsfesten, dem Stator- Rotor- System zugeordneten, Komponente der Exzentrerschneckenpumpe angeordnet sein, der bestimmte physikalische Parameter des Stator- Rotor- Systems detektieren kann. Alternativ oder zusätzlich kann mindestens ein zweiter Sensor an dem Stator- Rotor- System, insbesondere an dem Elastomerteil des Stators angeordnet sein. Weiterhin kann alternativ oder zusätzlich mindestens ein dritter Sensor an dem Verstellmechanismus angeordnet sein.

[0030] Beispielsweise ist der mindestens eine erste Sensor zur Messung des Drucks, der Drehzahl, Drehmoment, der Temperatur und / oder des Volumenstroms der Exzentrerschneckenpumpe ausgebildet, während der mindestens eine zweite Sensor zur direkten oder indirekten Messung der Vorspannung zwischen Stator und Rotor des Stator-Rotor- Systems ausgebildet ist. Der zweite Sensor kann beispielsweise ein Piezoelement, eine Kraftmessdose oder ein dielektrisches Elastomer sein. Der zweite Sensor kann auch derart ausgebildet sein, dass damit die Reaktionskräfte des Elastomermaterials gemessen werden können, während der mindestens eine dritte Sensor zur Messung der Position des zweiten positionsvariablen Einstellelements und / oder zur Messung des relativen Abstands zwischen dem ersten ortsfesten Einstellelement und dem zweiten positionsvariablen Einstellelement ausgebildet sein kann.

[0031] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Anpassen des Betriebszustands einer Exzentrerschneckenpumpe mit einem oben beschriebenen Stator-Rotor- System.

[0032] Zuerst erfolgt eine Abfrage des Ist- Betriebszustandes der Exzentrerschneckenpumpe. Hierbei werden sensorisch mindestens ein physikalischer Ist-Betriebsparameter betreffend die Exzentrerschneckenpumpe und / oder mindestens ein physikalischer Ist- Betriebsparameter betreffend das Elastomerteil des Stator- Rotor- Systems und / oder mindestens ein physikalischer Ist-Betriebsparameter des Verstellmechanismus ermittelt. Anschließend werden die sensorisch ermittelten Ist-Betriebsparameter mit bekannten beziehungsweise gewünschten Soll-Betriebsparametern verglichen. Der Vergleich erfolgt insbesondere anhand von in der Steuerung gespeicherten Daten. Wird bei dem Vergleich eine Abweichung zwischen den Ist- Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern ermittelt, so erfolgt eine Ansteuerung des Verstellmechanismus zum Einstellen des Stators. Die Einstellung des neuen Betriebszustands wird dabei mittels einer Kontrolle mindestens eines physikalischen Ist- Betriebsparameters überwacht.

[0033] Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform wird bei Ermittlung einer Abweichung zwischen den gemessenen Ist- Betriebsparametern und den Soll-Betriebsparametern eine notwendige Verstellung eines Verstellwegs des Verstellmechanismus berechnet und dieser entsprechend angesteuert und der berechnete Verstellweg eingestellt, was zu einem Nachstellen be-

ziehungsweise Einstellen des Stators führt, insbesondere zu einer Änderung des Querschnitts und der Länge des Elastomerteils des Stators.

[0034] Gemäß einer alternativen Ausführungsform wird der Betriebszustand durch eine inkrementale Annäherung an einen idealen Betriebspunkt eingestellt. Dem Regelprinzip beziehungsweise Regelalgorithmus liegt dabei folgendes Funktionsprinzip zugrunde: Einer ersten Drehzahl einer Exzentrerschneckenpumpe ist ein Volumenstrom zugeordnet. Insbesondere würde dies bei einem 100% volumetrischen Wirkungsgrad der Volumenstrom genau dem Volumen betragen, das durch die einzelnen Förderelemente (Förderkammern) entsprechend der Drehzahl von der Saugseite zur Druckseite der Exzentrerschneckenpumpe gefördert wird.

[0035] Die optimale Einstellung des Betriebspunkts der Exzentrerschneckenpumpe erfolgt nun folgendermaßen: Betrachtet man den Volumenstrom bei einer konstanten Drehzahl über einen bestimmten Verstellbereich, so ist festzustellen, dass dieser über einen längeren Bereich zumindest weitgehend konstant ist. Das hierfür notwendige Antriebsdrehmoment ist jedoch nicht konstant. Wird die Vorspannung gelöst, sinkt das Drehmoment durch die geringeren Reibverluste aufgrund der verringerten Vorspannung. In dem Bereich, in dem keine Änderung des Volumenstromes erfolgt, da noch keine oder nur eine geringe Rückströmung auftritt, steigt der Wirkungsgrad der Exzentrerschneckenpumpe, Erst wenn ein Betriebspunkt erreicht ist, in dem zunehmend Rückströmung aufgrund der verringerten Vorspannung auftritt, sinkt der Wirkungsgrad der Exzentrerschneckenpumpe. Der Punkt des höchsten Wirkungsgrad kann anschaulich so beschrieben werden: Der ideale Betriebspunkt der Pumpe liegt genau da, in dem gerade so viel Vorspannung zwischen Rotor und Stator vorhanden ist, so dass es zu keiner beziehungsweise geringer Rückströmung kommt. Der ideale Betriebspunkt ist also der Punkt, in dem im Rotor- Stator- System gerade so viel Vorspannung erzeugt wird wie nötig ist, um den notwendigen Gegendruck mit möglichst geringer Rückströmung des Mediums erzeugen zu können.

[0036] Diese Funktionsweise wird für den Regelalgorithmus verwendet, wobei insbesondere eine inkrementale Annäherung erfolgt, um den idealen Betriebszustand einzustellen. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung verwendet der Regelalgorithmus vorzugsweise das nachfolgend beschriebene Messprinzip: Zuerst werden bestimmte Betriebsparameter der Exzentrerschneckenpumpe erfasst. Beispielsweise erfolgt eine Messung des Drucks, der Drehzahl, des Drehmoments (Motorstrom) oder anderer Betriebsparameter mittels geeigneter Sensoren. Beispielsweise kann auch der Volumenstrom vermittels eines Volumenstrommessers, einer Messblende oder Ähnlichem erfasst werden.

[0037] Nunmehr fährt der Verstellmechanismus in eine zumindest weitgehend geschlossene Position, z.B. bei der die beiden Einstellelemente maximal einander annähern sind. Dadurch wird der Gummi des Elastomerteils

verpresst, so dass sich die Vorspannung im Stator- Rotor- System erhöht und dadurch eine Rückströmung minimiert wird.

[0038] Nachdem sichergestellt ist, dass ein Bereich ausreichender Verpressung eingestellt ist, wird der Verstellmechanismus langsam und kontrolliert wieder geöffnet. Dabei bleibt der Volumenstrom anfangs bis zu einem bestimmten Punkt weitgehend konstant. An einem bestimmten Punkt bricht der Volumenstrom ein, da die Rückströmung im Stator-Rotor-System zunimmt. Der ideale Betriebspunkt befindet sich kurz vor diesem Einbruchspunkt. Der ideale Betriebspunkt kann auch als ein bestimmter Bereich gesehen werden, in dem die Exzentrerschneckenpumpe ihren besten Wirkungsgrad zeigt.

[0039] Vorzugsweise wird die Einstellung der Vorspannung in bestimmten Zeitabständen eigenständig durch das Verstellsystem innerhalb des Rotor- Stator- Systems durchgeführt. Dadurch kann eine aktive Einstellung beziehungsweise Anpassung an variierende Betriebsbedingungen der Pumpe gewährleistet werden.

[0040] Alternativ kann anhand der gemessenen Betriebsparameter und der inkrementalen Verstellprozedur die Vorspannung des Rotor- Stator- Systems soweit erhöht, bis ein Maximum des Volumenstroms erreicht wird. Bei Erreichen eines Maximums des Volumenstroms wird die Vorspannung nochmals um eine festgelegte Anzahl an Verstellinkrementen erhöht. Somit ist sichergestellt, dass der iBP überschritten wurde. Durch anschließendes inkrementales Lösen der Vorspannung wird der iBP ermittelt, und eingestellt. Diese Prozedur wird in festgelegten Zeitabständen wiederholt. Somit wird auf sich ändernde Betriebszustände reagiert.

[0041] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt im Anschluss an die Verstellung des Verstellmechanismus nach einer definierten Zeitspanne eine erneute Abfrage des Ist- Betriebszustandes der Exzentrerschneckenpumpe und Vergleich mit den Soll- Betriebsparametern. Dabei wird der Erfolg des Verstellens kontrolliert. Besteht weiterhin eine Abweichung zwischen den Ist- Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern der Exzentrerschneckenpumpe, insbesondere eine Abweichung außerhalb eines festgelegten Toleranzbereichs, erfolgt eine erneute Ansteuerung und Einstellung des Verstellmechanismus. Konnte durch die Einstellung des Verstellmechanismus und somit Nachstellung beziehungsweise Einstellen des Stators die Abweichung zwischen den Ist- Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern ausreichend reduziert werden, so erfolgt keine weitere Verstellung. Stattdessen wird der eingestellte Betriebszustand der Exzentrerschneckenpumpe nach einer definierten weiteren Zeitspanne erneut durch vorbeschriebene sensorische Messungen überprüft.

[0042] Wird dagegen bei der ersten Abfrage des Ist- Betriebszustandes der Exzentrerschneckenpumpe keine Abweichung zwischen den Ist- Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern ermittelt, insbesondere keine Abweichung außerhalb des festgelegten Toleranz-

bereichs, so erfolgt nach einer definierten Zeitspanne eine erneute Abfrage des Ist- Betriebszustandes der Exzentrerschneckenpumpe durch Messung der Ist- Betriebsparameter und wiederum ein Vergleich derselben mit den Soll- Betriebsparametern. Durch die regelmäßige Abfrage in definierten Zeitabständen wird das Stator- Rotor- System im laufenden Betrieb ständig überwacht. Somit kann eine Abweichung vom gewünschten Betriebszustand im laufenden Betrieb zeitnah nachreguliert und angepasst werden.

[0043] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird sensorisch der Druck, die Drehzahl, das Drehmoment, die Temperatur und / oder der Volumenstrom der Exzentrerschneckenpumpe ermittelt. Alternativ oder zusätzlich werden die Vorspannung zwischen Rotor und Stator und / oder die Reaktionskräfte des Elastomermaterials des Elastomerteils gemessen. Weiterhin kann sensorisch die Position mindestens eines Einstellelementes des Verstellmechanismus und / oder der relative Abstand zwischen zwei Einstellelementen des Verstellmechanismus ermittelt werden.

[0044] Da der Verstellmechanismus zwei distanzvariable Einstellelemente umfasst, erfolgt erfindungsgemäß die Verstellung des Verstellmechanismus, indem der relative Abstand zwischen den beiden Einstellelementen vergrößert oder verkleinert wird. Die Abstandsänderung zwischen den beiden Einstellelementen bewirkt eine Veränderung des Querschnitts und der Länge des gekoppelten Elastomerteils des Stator- Rotor- Systems. Hierbei berechnet der Regelmechanismus aufgrund sensorisch ermittelter physikalischer Parameter des Stator- Rotor- Systems einen Soll- Abstand zwischen den beiden Einstellelementen und berechnet insbesondere den Verstellweg des zweiten positionsvariablen Einstellelementes. Anschließend wird der Verstellmechanismus angesteuert und die berechnete Position des zweiten positionsvariablen Einstellelementes eingestellt, insbesondere wird dadurch der berechnete Abstand zwischen den beiden Einstellelementen eingestellt. Nach einem weiteren Zeitintervall werden die physikalischen Betriebsparameter erneut ermittelt. Ist die Abweichung vom gewünschten Ist- Wert reduziert, so stellt dies den neuen Betriebszustand der Exzentrerschneckenpumpe dar. Durch weiteres Nachstellen beziehungsweise Einstellen, kann der neue Betriebszustand der Exzentrerschneckenpumpe an den gewünschten optimalen Betriebszustand weiter angenähert werden. Ist die Abweichung vom gewünschten Ist- Wert nicht reduziert, so erfolgt eine weitere Verstellung des Verstellmechanismus. Die Erfindung bezieht sich also auf eine auf ein Stator- Rotor- System für eine Exzentrerschneckenpumpe und auf eine Regelung eines solchen Systems. Die Erfindung betrifft insbesondere ein automatisches Regelsystem zur Variation der Vorspannung zwischen dem Stator und dem Rotor einer Exzentrerschneckenpumpe, das heißt zwischen einem weichen Bauteil - dem Elastomerteil - und einem härteren Bauteil - dem Stützelement, beispielsweise einem sogenannten Statormantel. Ein wesentli-

cher Vorteil besteht darin, dass die Exzentrerschneckenpumpe zu jedem Zeitpunkt im optimalen Betriebspunkt betrieben werden kann, was zu einer deutlichen Steigerung der Energieeffizienz des Stator- Rotor-Systems führt.

[0045] Die automatische Regelung der Vorspannung führt insbesondere zu einem automatischen Verschleißausgleich, so dass ein Stator länger verwendet werden kann. Durch eine festgelegte Prozedur beim Ein- und/oder Ausschalten kann durch das Einstellen des Stators das Losbrechmoment verringert werden.

[0046] Weiterhin kann mit dem automatischen Regelsystem die Vorspannung zwischen Stator und Rotor vorteilhaft an die Viskosität des geförderten Mediums angepasst werden.

[0047] Das Verfahren kann alternativ oder zusätzlich zu den beschriebenen Merkmalen ein oder mehrere Merkmale und / oder Eigenschaften der zuvor beschriebenen Vorrichtung umfassen. Ebenfalls kann die Vorrichtung alternativ oder zusätzlich einzelne oder mehrere Merkmale und / oder Eigenschaften des beschriebenen Verfahrens aufweisen.

Figurenbeschreibung

[0048] Im Folgenden sollen Ausführungsbeispiele die Erfindung und ihre Vorteile anhand der beigefügten Figuren näher erläutern. Die Größenverhältnisse der einzelnen Elemente zueinander in den Figuren entsprechen nicht immer den realen Größenverhältnissen, da einige Formen vereinfacht und andere Formen zur besseren Veranschaulichung vergrößert im Verhältnis zu anderen Elementen dargestellt sind.

Figur 1 zeigt eine schematische Teil- Ansicht eines bekannten Stator- Rotor-Systems (Stand der Technik).

Figur 2 zeigt eine schematische Teil- Ansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stator- Rotor- Systems mit Verstellmechanismus.

Figur 3 zeigt schematisch einen Ablauf eines Regelmechanismus zum Einstellen des Stator- Rotor- Systems.

Figur 4 stellt den idealen Betriebspunkt in Abhängigkeit von einem Verstellweg des Verstellmechanismus dar.

[0049] Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung werden identische Bezugszeichen verwendet. Ferner werden der Übersicht halber nur Bezugszeichen in den einzelnen Figuren dargestellt, die für die Beschreibung der jeweiligen Figur erforderlich sind. Die dargestellten Ausführungsformen stellen lediglich Beispiele dar, wie die erfindungsgemäße Vorrichtung oder das erfindungsgemäße Verfahren ausgestaltet sein können

und stellen keine abschließende Begrenzung dar.

[0050] Figur 1 zeigt eine schematische Teil- Ansicht eines bekannten Stator- Rotor-Systems 1 für eine Exzentrerschneckenpumpe. Ein solches System 1 umfasst einen in der Regel metallischen, eingängig gewendelten Rotor (nicht dargestellt) und einen Stator 3 mit einem zweigängigen Gewinde. Beim Betrieb der Exzentrerschneckenpumpe vollführt der Rotor mit seiner Figuren- achse eine exzentrische Drehbewegung um die Stator- längsachse X3. Der Stator 3 umfasst einen Elastomerteil 4 und einen Statormantel 5, wobei keine feste Verbindung zwischen Elastomerteil 4 und Statormantel 5 besteht.

[0051] Figur 2 zeigt eine schematische Teil- Ansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stator- Rotor- Systems 10 mit Verstellmechanismus 12 zum Nachstellen beziehungsweise Einstellen des Stators 3. Der Verstellmechanismus 12 umfasst ein erstes feststehendes Einstellelement 13 und ein zweites positionsvariables Einstellelement 14. Eine Abstandsänderung der beiden Einstellelemente 13, 14 zueinander bewirkt eine Verformung des Elastomers und somit eine Änderung des Querschnitts und / oder der Länge des Elastomerteils 4 des Stators 3 und somit ein Nachstellen beziehungsweise Einstellen des Elastomerteils 4 des Stators 3. Insbesondere dient ein Flansch 23 am Statormantel 5 als feststehendes Einstellelement 13 und ein am freien Ende 8 des Elastomerteils 4 angeordnetes Betätigungselement 24 dient als positionsvariables Einstellelement 14.

[0052] Der Verstellmechanismus 12 ist mit dem Regelsystem 30 gekoppelt und wird durch dieses angesteuert und kontrolliert. Das Regelsystem 30 umfasst eine Steuerung 32 und mindestens einen Sensor 35 zur Messung von physikalischen Betriebsparametern des Stator- Rotor- Systems 10 beziehungsweise der Exzentrerschneckenpumpe. Insbesondere ist mindestens ein erster Sensor 36 an der Exzentrerschneckenpumpe vorgesehen, zur Messung des Pumpendrucks, der Drehzahl, der Temperatur und / oder des Volumenstroms. Weiterhin kann mindestens ein zweiter Sensor 37 am Elastomerteil 4 angeordnet sein, der beispielsweise die Vorspannung zwischen Rotor und Stator 3 oder Reaktionskräfte des Elastomermaterials ermittelt. Zudem kann mindestens ein dritter Sensor 38 am Verstellmechanismus 12 vorgesehen sein, der beispielsweise die Position des positionsvariablen Einstellelements 14 beziehungsweise den relativen Abstand zwischen dem feststehenden Einstellelement 13 und dem positionsvariablen Einstellelement 14 detektiert. Die sensorisch ermittelten Daten werden der Steuerung 32 übermittelt, die diese mit Soll- Betriebsparametern vergleicht und bei einer Abweichung zwischen den gemessenen Ist- Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern eine entsprechende Verstellung des Verstellsystems 12 ansteuert, insbesondere eine Verstellung, bei der der relative Abstand zwischen dem feststehenden Einstellelement 13 und dem positionsvariablen Einstellelement 14 verändert

wird, wodurch eine Verformung des Elastomers und somit eine Änderung des Querschnitts und / oder der Länge des Elastomerteils 4 des Stators 3 bewirkt wird.

[0053] Figur 3 zeigt schematisch einen Ablauf eines Regelmechanismus zum Einstellen des Stator- Rotor- Systems 10 gemäß Figur 2. Der erfindungsgemäße Regelmechanismus stellt einen Zusammenhang zwischen verschiedenen physikalischen Betriebsparametern des Stator- Rotor- Systems 10 beziehungsweise der Exzenterschneckenpumpe und dem Verschleißzustand des Stators 3 bzw. der Vorspannung zwischen Stator 3 und Rotor der Exzenterschneckenpumpe her. Beispielsweise wird ein Zusammenhang zwischen den physikalischen Parametern Druck, Durchfluss, Drehzahl und / oder Viskosität und dem Verschleißzustand des Stators 3 bzw. der Vorspannung zwischen Stator 3 und Rotor hergestellt. Der direkteste Parameter, der diese Zusammenhänge miteinander vereint, ist der Spannungszustand im Elastomermaterial. Diese kann entweder direkt über eine entsprechende Sensorik 37 im Elastomermaterial bestimmt werden, oder indirekt über die Reaktionskraft des Elastomers auf andere Bauteile, beispielsweise auf die Statorwandung, insbesondere den Statormantel 5, oder die Stirnseite des Elastomerteils 4, auf Verschlusselemente des Statormantels 5, auf den Rotor des Stator- Rotor- Systems 10 etcetera.

[0054] Alternativ und / oder zusätzlich können an der Exzenterschneckenpumpe messbare Parameter herangezogen werden, beispielsweise der Pumpendruck, die Drehzahl, mit der die Exzenterschneckenpumpe betrieben wird, die Temperatur, der Volumenstrom des geförderten Mediums etcetera.

[0055] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Regelalgorithmus wird eine Korrelation beispielsweise aus Druck, Durchfluss, Drehzahl und der benötigten Vorspannung hergestellt und daraufhin ein entsprechender Verstellweg zur Einstellung des Verstellmechanismus 12 ermittelt, der geeignet sein sollte, den optimalen Betriebspunkt einzustellen. Insbesondere können Sensoren 38 vorgesehen sein, die den Ist- Zustand des Verstellsystems ermitteln, insbesondere die Position des positionsvariablen Einstellelements 14 beziehungsweise den relativen Abstand zwischen dem feststehenden Einstellelement 13 und dem positionsvariablen Einstellelement 14 und / oder Sensoren, 38, die bei Verstellung der Position des positionsvariablen Einstellelements 14 die Einstellung der gewünschten Soll- Position überwachen.

[0056] Die sensorisch ermittelten Betriebsparameter geben eine Auskunft über den Betriebszustand der Exzenterschneckenpumpe. Die Betriebsparameter werden durch die Steuerung 32 (vergleiche Figur 2) mit definierten Betriebsparametern verglichen, die beispielsweise in einem Kennfeld oder in einer Tabelle in der Steuerung 32 gespeichert sind. Ergibt sich zwischen den Ist- Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern keine Abweichung, so erfolgt keine Reaktion des Systems. Stattdessen werden die Ist-Betriebsparameter nach einem Zeitintervall Δt_1 erneut gemessen und einem Ver-

gleich unterzogen, so dass eine regelmäßige Überwachung beziehungsweise Kontrolle des Betriebszustands der Exzenterschneckenpumpe bzw. des Stator- Rotor- Systems 10 erfolgt.

[0057] Ergibt sich zwischen den Ist- Betriebsparametern und den Soll-Betriebsparametern dagegen eine Abweichung, ermittelt die Steuerung 32 anhand eines gespeicherten Kennfelds beziehungsweise einer gespeicherten Tabelle die notwendige Verstellung des Verstellmechanismus 12 und steuert diesen entsprechend an. Nach automatisierter Justierung des Verstellmechanismus 12 werden die physikalischen Betriebsparameter der Exzenterschneckenpumpe beziehungsweise des Stator- Rotor- Systems 10 nach einem weiteren Zeitintervall Δt_2 erneut gemessen und daraus wiederum ermittelt, ob der optimale Betriebszustand erreicht ist beziehungsweise beibehalten wird. Entsprechen die gemessenen Betriebsparameter nicht den gewünschten Soll-Betriebsparametern, so wird durch die Steuerung 32 erneut ein Verstellweg berechnet und der Verstellmechanismus 12 entsprechend nachgestellt. Insbesondere erfolgt eine inkrementale Einstellung durch einen Regelalgorithmus, wie sie nachfolgend im Zusammenhang mit Figur 4 beschrieben wird.

[0058] Auch wenn durch die Verstellung der gewünschten optimale Betriebszustand der Exzenterschneckenpumpe erreicht wurde, erfolgt eine permanente Überwachung durch regelmäßige Ermittlung der Betriebsparameter in definierten Zeitintervallen Δt_3 und gegebenenfalls erneuter Nachjustierung des Verstellmechanismus, um die optimale Verformung des Elastomers und somit den optimalen Betriebszustand der Exzenterschneckenpumpe im laufenden Betrieb zu erzielen.

[0059] Figur 4 stellt die Einstellung eines idealen Betriebspunkts in Abhängigkeit von einem Verstellweg n des Verstellmechanismus dar. Einer bestimmten Drehzahl einer Exzenterschneckenpumpe ist ein bestimmter Volumenstrom Q zugeordnet. Insbesondere würde bei einem 100% volumetrischen Wirkungsgrad der Volumenstrom Q genau dem Volumen betragen, das durch die einzelnen Förderelemente (Förderkammern) entsprechend der Drehzahl von der Saugseite zur Druckseite der Exzenterschneckenpumpe gefördert wird.

[0060] Die optimale Einstellung eines idealen Betriebspunkts iBP der Exzenterschneckenpumpe erfolgt nun folgendermaßen: Betrachtet man bei einer konstanten Drehzahl über einen bestimmten Verstellweg n des Verstellmechanismus den Volumenstrom Q, so ist festzustellen, dass der Volumenstrom Q über einen längeren Verstellweg n fast konstant ist. Das notwendige Drehmoment (im Diagramm der Figur 4 nicht dargestellt) ist jedoch nicht konstant. Wird die Vorspannung gelöst, indem die Einstellelemente des Verstellmechanismus entsprechend eingestellt und / oder neu positioniert werden, sinkt das Drehmoment durch die geringeren Reibungsverluste aufgrund der niedrigeren Vorspannung. In einem in einem in der Regel großen Verstellbereich, in dem zumindest weitgehend keine Änderung des Volumenstromes

Q erfolgt, da noch keine oder nur eine geringe Rückströmung auftritt, steigt der Wirkungsgrad der Exzenter-schneckenpumpe. Erst wenn ein Betriebspunkt erreicht ist, in dem zunehmend Rückströmung auftritt, sinkt der Wirkungsgrad der Exzenter-schneckenpumpe. Der Punkt des höchsten Wirkungsgrad stellt den idealen Betriebspunkt iBP dar und kann anschaulich so beschrieben werden: Der ideale Betriebspunkt iBP der Exzenter-schneckenpumpe liegt genau in dem Bereich des Verstellwegs n des Verstellmechanismus, in dem gerade so viel Vorspannung zwischen Rotor und Stator vorhanden ist, dass es zu keiner beziehungsweise weitgehend keiner Rückströmung kommt. Der ideale Betriebspunkt iBP ist also der Punkt, in dem im Rotor-Stator- System gerade so viel Vorspannung erzeugt wird, wie nötig ist, um den notwendigen Gegendruck ohne Rückströmung des Mediums zu erzeugen.

[0061] Diese Funktionsweise wird für den neuen Regelalgorithmus verwendet, wobei insbesondere eine inkrementale Annäherung an den idealen Betriebszustand iBP erfolgt. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung verwendet der Regelalgorithmus folgendes Messprinzip:

1. Erfassen von Betriebsparametern der Exzenter-schneckenpumpe, beispielsweise Druck, Drehzahl, Drehmoment (Motorstrom), gegebenenfalls Erfassen des Volumenstroms Q, wobei die Messung beispielsweise mittels eines Volumenstrommessers, einer Messblende oder Ähnlichem erfolgt

2. Einstellung des Rotor- Stator- Systems über den Verstellmechanismus: Zuerst fährt die Verstellung zu. Der Gummi des Elastomerteils wird verpresst, so dass die Rückströmung = 0 beziehungsweise weitgehend 0 ist. Insbesondere sinkt bei zunehmender Verpressung der Volumenstrom Q, da das Kammervolumen der Pumpkammern der Exzenter-schneckenpumpe immer kleiner wird.

3. wenn sichergestellt ist, dass man sich im Bereich ausreichender Verpressung befindet, wird die Verstellung wieder aufgefahren. Dabei bleibt der Volumenstrom Q anfangs bis zu einem bestimmten Punkt konstant. An diesem Punkt bricht der Volumenstrom Q ein, da die Rückströmung im Stator-Rotor-System zunimmt. Der ideale Betriebspunkt iBP befindet sich kurz vor diesem Einbruchspunkt. Der Bereich ausreichender Verpressung kann beispielsweise anhand der Messwerte für den Volumenstrom Q ermittelt werden. Beim Verschließen des Verstellmechanismus steigt der Volumenstrom Q an. Wenn sich dieser nicht mehr ändert beziehungsweise wenn der Volumenstrom Q leicht fällt, ist das Maximum überschritten.

4. Die Einstellung nach Punkt 3 wird in bestimmten Zeitabständen eigenständig innerhalb des Rotor-Stator- Systems durchgeführt, sodass eine aktive

Einstellung beziehungsweise Anpassung auf variierende Betriebsbedingungen der Pumpe gewährleistet ist.

[0062] Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch für einen Fachmann vorstellbar, dass Abwandlungen oder Änderungen der Erfindung gemacht werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0063]

1	Stator- Rotor- System
3	Stator
4	Elastomerteil
5	Statormantel
8	freies Ende
10	Stator- Rotor- System
12	Verstellmechanismus
13	erstes feststehendes Einstellelement
14	zweites positionsvariables Einstellelement
23	Flansch
24	Betätigungselement
30	Regelsystem
32	Steuerung
35	Sensor
36	erster Sensor
37	zweiter Sensor
38	dritter Sensor
Δt	Zeitintervall
iBP	Idealer Betriebspunkt
n	Verstellweg
Q	Volumenstrom
X	Längsachse

Patentansprüche

1. Exzenter-schneckenpumpe mit Stator- Rotor- System (10) umfassend einen Rotor mit einer Rotor-schnecke und einen Stator (3) mit einem Innengewinde, der Stator (3) umfassend ein Stützelement (5) und ein Elastomerteil (4), wobei das Stützelement (5) das Elastomerteil (4) zumindest bereichsweise vollumfänglich umschließt wobei die freien äußeren Endbereiche des Elastomerteils (4) über das Stützelement (5) hinausragen und nicht von diesem umschlossen sind, wobei das Stator- Rotor- System (10) einen Verstellmechanismus (12) zum Einstellen des Stators (3) aufweist, wobei der Verstellmechanismus (12) ein positionsvariables Einstellelement (13) und ein feststehendes Einstellelement (14) umfasst, wobei der Verstellmechanismus (12) über eine Steuerung (32) mit mindestens einem Sensor (35) zur Ermittlung von Ist-Betriebsparametern des Stator-

- Rotor- Systems (10) und / oder der Exzentrerschneckenpumpe gekoppelt ist, wobei eine Ansteuerung des Verstellmechanismus (12) unter Berücksichtigung der mittels mindestens einen Sensors (35) ermittelten Ist- Betriebsparametern durch die Steuerung (32) durchführbar ist, wobei die zwei am Stator-Rotor- System (10) angeordnete Einstellelemente (13, 14) des Verstellmechanismus (12) die zueinander distanzvariabel sind, wobei zwischen den Einstellelementen (13, 14) des Verstellmechanismus (12) und dem Stator (3) eine mechanische Kopplung und / oder Verbindung besteht, so dass mittels einer Änderung des relativen Abstands zwischen den beiden Einstellelementen (13, 14) eine Veränderung des Querschnitts und der Länge des Elastomerteils (4) des Stators (3) bewirkbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eine erste Einstellelement (13) ortsfest am Stützelement (5) angeordnet ist und das andere zweite Einstellelement (14) positionsvariabel am Elastomerteil (4) angeordnet ist, insbesondere an einem freien äußeren Endbereich des Elastomerteils (4).
2. Exzentrerschneckenpumpe nach Anspruch 1, wobei das zweite positionsvariable Einstellelement (14) zur Änderung des Abstands gegenüber dem ersten ortsfesten Einstellelement (13) durch einen über die Steuerung (32) angesteuerten Aktor neu positionierbar ist.
 3. Exzentrerschneckenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, wobei mindestens ein erster Sensor (36) an der Exzentrerschneckenpumpe angeordnet ist und / oder wobei mindestens ein zweiter Sensor (37) an dem Elastomerteil (4) des Stators (3) angeordnet ist und / oder wobei mindestens ein dritter Sensor (38) an dem Verstellmechanismus (12) angeordnet ist.
 4. Exzentrerschneckenpumpe nach Anspruch 3, wobei der erste Sensor (36) zur Messung des Drucks, der Drehzahl, der Temperatur und / oder des Volumenstroms der Exzentrerschneckenpumpe ausgebildet ist und / oder wobei der zweite Sensor (37) zur Messung der Vorspannung und / oder von Reaktionskräften des Elastomermaterials des Elastomerteils (4) ausgebildet ist und / oder wobei der dritte Sensor (38) zur Messung der Position des zweiten positionsvariablen Einstellelements (14) und / oder zur Messung des Abstands zwischen dem ersten ortsfesten Einstellelement (13) und dem zweiten positionsvariablen Einstellelement (14) ausgebildet ist.
 5. Verfahren zum Anpassen des Betriebszustands einer Exzentrerschneckenpumpe mit Stator- Rotor- System (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, das Stator- Rotor- System (10) umfassend einen Rotor, einen Stator (3) und einen Verstellmechanismus (12) zum Einstellen des Stators (3), der Stator (3) umfassend einen Elastomerteil (4) und ein Stützelement (5), das Verfahren umfassend folgende Verfahrensschritte:
 - a. Abfrage eines Ist- Betriebszustandes der Exzentrerschneckenpumpe durch sensorische Ermittlung mindestens eines physikalischen Ist- Betriebsparameters betreffend die Exzentrerschneckenpumpe und / oder sensorische Ermittlung mindestens eines physikalischen Ist- Betriebsparameters betreffend das Elastomerteil (4) und / oder sensorische Ermittlung mindestens eines physikalischen Ist- Betriebsparameters betreffend den Verstellmechanismus (12);
 - b. Vergleich des mindestens einen Ist- Betriebsparameters mit bekannten Soll- Betriebsparametern;
 - c. bei Ermittlung einer Abweichung zwischen den gemessenen Ist- Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern eine Ansteuerung des Verstellmechanismus (12) zum Einstellen des Stators (3) erfolgt,
 - d. wobei die Einstellung des neuen Betriebszustands mittels einer Kontrolle mindestens eines physikalischen Ist- Betriebsparameters überwacht wird.
 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei bei Ermittlung einer Abweichung zwischen den gemessenen Ist- Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern eine Berechnung eines Verstellwegs (n) des Verstellmechanismus (12) durchgeführt wird und wobei der Verstellmechanismus (12) zum Einstellen eines idealen Betriebspunktes (iBP) des Stators (3) entsprechend angesteuert und der berechnete Verstellweg (n) eingestellt wird.
 7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei bei Ermittlung einer Abweichung zwischen den gemessenen Ist- Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern die Anpassung des Betriebszustands durch eine Einstellung eines idealen Betriebspunktes (iBP) mittels einer inkrementalen Annäherung erfolgt.
 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der Verstellmechanismus (12) in eine zumindest weitgehend geschlossene Position mit einer erhöhten Vorspannung im Stator- Rotor- System (10) überführt wird, wobei anschließend durch ein kontrolliertes Öffnen des Verstellmechanismus (12) der ideale Betriebspunkt (iBP) eingestellt wird, an dem die Exzentrerschneckenpumpe ihren besten Wirkungsgrad zeigt.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei im Anschluss an die Verstellung des Verstellmechanismus (12) nach einer definierten Zeitspanne (Δt_2) eine erneute Abfrage der Ist- Betriebsparameter der

Exzentrerschneckenpumpe und Vergleich mit den Soll- Betriebsparametern erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei bei bestehender Abweichung zwischen den Ist-Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern eine erneute Ansteuerung des Verstellmechanismus (12) erfolgt. 5
11. Verfahren nach Anspruch 9, wobei bei ausreichender Reduzierung der Abweichung zwischen den Ist-Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern der eingestellte Betriebszustand der Exzentrerschneckenpumpe nach einer definierten Zeitspanne (Δt_3) erneut überprüft wird. 10
12. Verfahren einem der Ansprüche 5 bis 9, wobei bei fehlender Abweichung zwischen den Ist- Betriebsparametern und den Soll- Betriebsparametern nach einer definierten Zeitspanne (Δt_1) eine erneute Abfrage der Ist- Betriebsparameter der Exzentrerschneckenpumpe und Vergleich mit den Soll- Betriebsparametern erfolgt. 15
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 12, wobei sensorisch der Druck, die Drehzahl, die Temperatur und / oder der Volumenstroms der Exzentrerschneckenpumpe ermittelt wird und / oder wobei sensorisch die Vorspannung zwischen Rotor und Stator (3) ermittelt wird und / oder wobei sensorisch Reaktionskräfte des Elastomermaterials des Elastomerteils (4) ermittelt werden und / oder wobei sensorisch die Position mindestens eines Einstellelementes (13, 14) des Verstellmechanismus (12) ermittelt wird und / oder wobei sensorisch der Abstand zwischen zwei Einstellelementen (13, 14) des Verstellmechanismus (12) gemessen wird. 20
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 13, wobei die Verstellung des Verstellmechanismus (12) erfolgt, indem der Abstand zwischen zwei Einstellelementen (13, 14) des Verstellmechanismus (12) vergrößert oder verkleinert wird, wobei durch die Abstandsänderung zwischen den beiden Einstellelementen (13, 14) eine Veränderung des Querschnitts und der Länge des gekoppelten Elastomerteils (4) des Stator- Rotor- Systems (10) erfolgt. 25
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 14, wobei die ermittelte Abweichung eine Ansteuerung des Verstellmechanismus (12) nur dann auslöst, wenn die ermittelte Abweichung außerhalb eines festgelegten Toleranzbereiches liegt. 30

Claims

1. An eccentric screw pump with a stator-rotor system (10), comprising a rotor with a rotor screw and a sta- 35

tor (3) with an internal thread, the stator (3) comprising a support element (5) and an elastomer part (4), wherein the support element (5) surrounds the elastomer part (4) at least in sections around the whole circumference, wherein the free outer end regions of the elastomer part (4) project beyond the support element (5) and are not surrounded by the latter, wherein the stator-rotor system (10) comprises an adjusting mechanism (12) for adjusting the stator (3), the adjusting mechanism (12) comprises a position-variable adjustment element (13) and a stationary adjustment element (14), wherein the adjusting mechanism (12) is coupled via a control (32) to at least one sensor (35) for the determination of actual operating parameters of the stator-rotor system (10) and/or of the eccentric screw pump, wherein activation of the adjusting mechanism (12) can be carried out by the control (32) taking account of the actual operating parameters determined by means of at least one sensor (35), wherein the two adjustment elements (13, 14) of the adjusting mechanism (12) arranged on the stator-rotor system (10) are distance-variable relative to one another, wherein a mechanical coupling and/or connection is present between the adjustment elements (13, 14) of the adjusting mechanism (12) and the stator (3), so that a change in the cross-section and the length of the elastomer part (4) of the stator (3) can be brought about by a change in the relative distance between the two adjustment elements (13, 14), **characterised in that** the one first adjustment element (13) is arranged stationary on the support element (5) and the other second adjustment element (14) is arranged position-variable on the elastomer part (4), in particular on a free outer end region of the elastomer part (4).

2. The eccentric screw pump according to claim 1, wherein the second position-variable adjustment element (14) can be repositioned by means of an actuator activated by the control (32) in order to change the distance relative to the first stationary adjustment element (13). 40
3. The eccentric screw pump according to claim 1 or 2, wherein at least one first sensor (36) is arranged on the eccentric screw pump and/or wherein at least one second sensor (37) is arranged on the elastomer part (4) of the stator (3) and/or wherein at least one third sensor (38) is arranged on the adjusting mechanism (12). 45
4. The eccentric screw pump according to claim 3, wherein the first sensor (36) is designed for the measurement of the pressure, the speed, the temperature and/or the volume flow of the eccentric screw pump and/or wherein the second sensor (37) is designed for the measurement of the pre-tension- 50

ing and/or of reaction forces of the elastomer material of the elastomer part (4) and/or wherein the third sensor (38) is designed for the measurement of the position of the second position-variable adjustment element (14) and/or for the measurement of the distance between the first stationary adjustment element (13) and the second position-variable adjustment element (14).

5. A method for adapting the operating status of an eccentric screw pump with a stator-rotor system (10) according to any one of claims 1 to 4, the stator-rotor system (10) comprising a rotor, a stator (3) and an adjusting mechanism (12) for adjusting the stator (3), the stator (3) comprising an elastomer part (4) and a support element (5), the method comprising the following process steps:

- a. Retrieval of an actual operating status of the eccentric screw pump by means of a sensor-based determination of at least one physical actual operating parameter relating to the eccentric screw pump and/or a sensor-based determination of at least one physical actual operating parameter relating to the elastomer part (4) and/or a sensor-based determination of at least one physical actual operating parameter relating to the adjusting mechanism (12);
- b. Comparison of the at least one actual operating parameter with known setpoint operating parameters;
- c. when a deviation is determined between the measured actual operating parameters and the setpoint operating parameters, activation of the adjusting mechanism (12) takes place for adjusting the stator (3);
- d. wherein the adjustment of the new operating status is monitored by means of a check on at least one physical actual operating parameter.

6. The method according to claim 5, wherein a calculation of an adjustment path (n) of the adjusting mechanism (12) is carried out when a deviation is determined between the measured actual operating parameters and the setpoint operating parameters and wherein the adjusting mechanism (12) is correspondingly activated for the adjustment of an ideal operating point (iBP) of the stator (3) and the calculated adjustment path (n) is set.

7. The method according to claim 5, wherein the adaptation of the operating status when a deviation is determined between the measured actual operating parameters and the setpoint operating parameters takes place by an adjustment of an ideal operating point (iBP) by means of the an incremental approach.

8. The method according to claim 7, wherein the ad-

justing mechanism (12) is transferred into an at least for the most part closed position with an increased pre-tensioning in the stator-rotor system (10), wherein the ideal operating point (iBP), at which the eccentric screw pump exhibits its greatest efficiency, is then set by means of a controlled opening of the adjusting mechanism (12).

9. The method according to any one of claims 5 to 8, wherein a renewed retrieval of the actual operating parameters of the eccentric screw pump and a comparison with the setpoint operating parameters takes place after a defined period of time (Δt_2) following the adjustment of the adjusting mechanism (12).

10. The method according to claim 9, wherein in the case of a persisting deviation between the actual operating parameters and the setpoint operating parameters, a renewed activation of the adjusting mechanism (12) takes place.

11. The method according to claim 9, wherein in the case of a sufficient reduction of the deviation between the actual operating parameters and the setpoint operating parameters, the adjusted operating status of the eccentric screw pump is again checked after a defined period of time (Δt_3).

12. The method according to any one of claims 5 to 9, wherein in the absence of a deviation between the actual operating parameters and the setpoint operating parameters, a renewed retrieval of the actual operating parameters of the eccentric screw pump and a comparison with the setpoint operating parameters takes place after a defined period of time (Δt_1).

13. The method according to any one of claims 5 to 12, wherein the pressure, the speed, the temperature and/or the volume flow of the eccentric screw pump is determined by means of sensors and/or wherein the pretensioning between rotor and stator (3) is determined by means of sensors and/or wherein reaction forces of the elastomer material of the elastomer part (4) are determined by means of sensors and/or wherein the position of at least one adjustment element (13, 14) of the adjusting mechanism (12) is determined by means of sensors and/or wherein the distance between the adjustment elements (13, 14) of the adjusting mechanism (12) is measured by means of sensors.

14. The method according to any one of claims 5 to 13, wherein the adjustment of the adjusting mechanism (12) takes place by increasing or reducing the distance between the two adjustment elements (13, 14) of the adjusting mechanism (12), wherein a change in the cross-section and the length of the coupled elastomer part (4) of the stator-rotor system (10)

takes place through the change in distance between the two adjustment elements (13, 14) .

15. The method according to any one of claims 5 to 14, wherein the ascertained deviation triggers an activation of the adjusting mechanism (12) only when the ascertained deviation lies outside a specified tolerance range.

Revendications

1. Pompe excentrique à vis, pourvue d'un système de rotor/stator (10), comprenant un rotor doté d'une vis sans fin de rotor et un stator (3) doté d'un taraudage, le stator (3) comprenant un élément de support (5) et une pièce en élastomère (4), l'élément de support (5) entourant intégralement la pièce en élastomère (4) au moins par endroits, les zones d'extrémité extérieures libres de la pièce en élastomère (4) saillant au-delà de l'élément de support (5) et n'étant pas entourées par celui-ci, le système de rotor/stator (10) comportant un mécanisme de réglage (12) pour le réglage du stator (3), le mécanisme de réglage (12) comprenant un élément de réglage (13) à position variable et un élément de réglage (14) stationnaire, le mécanisme de réglage (12) étant connecté par l'intermédiaire d'un système de commande (32) avec au moins un capteur (35) pour la détermination de paramètres opérationnels réels du système de rotor/stator (10) et / ou de la pompe excentrique à vis, une activation du mécanisme de réglage (12) par le système de commande (32) sous considération des paramètres opérationnels réels au moyen de l'au moins un capteur (35) étant réalisable, les deux éléments de réglage (13, 14) du mécanisme de réglage (12) placés sur le système de rotor/stator (10) étant à distance réciproque variable, un accouplement et/ou assemblage mécanique étant présent entre les éléments de réglage (13, 14) du mécanisme de réglage (12) et le stator (3), de sorte qu'au moyen d'une variation de l'écart relatif entre les deux éléments de réglage (13, 14), il soit possible d'induire une modification de la section transversale et de la longueur de la pièce en élastomère (4) du stator (3), **caractérisée en ce que** l'un et premier élément de réglage (13) est placé de manière stationnaire sur l'élément de support (5) et l'autre et deuxième élément de réglage (14) est placé à position variable sur la pièce en élastomère (4), notamment sur une zone d'extrémité extérieure libre de la pièce en élastomère (4).
2. Pompe excentrique à vis selon la revendication 1, pour la variation de l'écart par rapport au premier élément de réglage (13) stationnaire, le deuxième élément de réglage (14) à position variable étant repositionnable par un actionneur activé par l'intermé-

diaire du système de commande (32) .

3. Pompe excentrique à vis selon la revendication 1 ou 2, au moins un premier capteur (36) étant placé sur la pompe excentrique à vis et / ou au moins un deuxième capteur (37) étant placé sur la pièce en élastomère (4) du stator (3) et / ou au moins un troisième capteur (38) étant placé sur le mécanisme de réglage (12).
4. Pompe excentrique à vis selon la revendication 3, le premier capteur (36) étant conçu pour mesurer la pression, la vitesse de rotation, la température et/ ou le débit volumétrique de la pompe excentrique à vis et/ ou le deuxième capteur (37) étant conçu pour mesurer la précontrainte et / ou des forces réactionnelles de la matière élastomère de la pièce en élastomère (4) et/ ou le troisième capteur (38) étant conçu pour mesurer la position du deuxième élément de réglage (14) à position variable et/ ou pour mesurer l'écart entre le premier élément de réglage (13) stationnaire et le deuxième élément de réglage (14) à position variable.
5. Procédé, destiné à adapter le mode opérationnel d'une pompe excentrique à vis, pourvue d'un système de rotor/stator (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, le système de rotor/stator (10) comprenant un rotor, un stator (3) et un mécanisme de réglage (12) pour le réglage du stator (3), le stator (3) comprenant une pièce en élastomère (4) et un élément de support (5), le procédé comprenant les étapes de procédé suivantes, consistant à :
 - a. interroger un mode opérationnel réel de la pompe excentrique à vis par une détermination par capteur d'au moins un paramètre opérationnel physique réel concernant la pompe excentrique à vis et / ou par une détermination par capteur d'au moins un paramètre opérationnel physique réel concernant la pièce en élastomère (4) et/ ou par une détermination par capteur d'au moins un paramètre opérationnel physique réel concernant le mécanisme de réglage (12) ;
 - b. comparer l'au moins un paramètre opérationnel réel avec des paramètres opérationnels de consigne connus ;
 - c. si une divergence est déterminée entre les paramètres opérationnels réels mesurés et les paramètres opérationnels de consigne, une activation du mécanisme de réglage (12) pour le réglage du stator (3) a lieu,
 - d. le réglage du nouveau mode opérationnel étant supervisé au moyen d'un contrôle d'au moins un paramètre opérationnel physique réel.
6. Procédé selon la revendication 5, lors de la détermination d'une divergence entre les paramètres opé-

- rationnels réels mesurés et les paramètres opérationnels de consigne, un calcul d'une course de réglage (n) du mécanisme de réglage (12) étant réalisé et le mécanisme de réglage (12) étant activé en conséquence pour le réglage d'un point opérationnel (iBP) idéal du stator (3) et la course de réglage (n) calculée étant réglée. 5
7. Procédé selon la revendication 5, lors duquel, lors de la détermination d'une divergence entre les paramètres opérationnels réels mesurés et les paramètres opérationnels de consigne, l'adaptation du mode opérationnel a lieu par un réglage d'un point opérationnel (iBP) idéal, au moyen d'une approximation incrémentale. 10
8. Procédé selon la revendication 7, lors duquel le mécanisme de réglage (12) est amené dans une position au moins largement fermée, à précontrainte élevée dans le système de rotor/stator (10), par la suite, par une ouverture contrôlée du mécanisme de réglage (12), le point opérationnel (iBP) idéal, en présence duquel la pompe excentrique à vis fait preuve de son meilleur rendement est réglé. 20
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, lors duquel, à la suite de l'ajustement du mécanisme de réglage (12), après une période (Δt_2) définie, une interrogation renouvelée des paramètres opérationnels réels de la pompe excentrique à vis et une comparaison avec les paramètres opérationnels de consigne ont lieu. 25 30
10. Procédé selon la revendication 9, lors duquel, si une divergence persiste entre les paramètres opérationnels réels et les paramètres opérationnels de consigne une activation renouvelée du mécanisme de réglage (12) a lieu. 35
11. Procédé selon la revendication 9, lors duquel, si la réduction de la divergence entre les paramètres opérationnels réels et les paramètres opérationnels de consigne est suffisante, l'état opérationnel réglé de la pompe excentrique à vis est vérifié une nouvelle fois après une période (Δt_3) définie. 40 45
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, lors duquel, en l'absence d'une divergence entre les paramètres opérationnels réels et les paramètres opérationnels de consigne, après une période (Δt_1) définie, une interrogation renouvelée des paramètres opérationnels réels de la pompe excentrique à vis et une comparaison avec les paramètres opérationnels de consigne ont lieu. 50 55
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 12, lors duquel, la pression, la vitesse de rotation, la température et/ ou le débit volumétrique de la pompe excentrique à vis est déterminée par capteur et/ ou la précontrainte entre le rotor et stator (3) est déterminée par capteur et/ ou des forces réactionnelles de la matière élastomère de la pièce en élastomère (4) sont déterminées par capteur et/ ou la position d'au moins un élément de réglage (13, 14) du mécanisme de réglage (12) est déterminée par capteur et/ ou l'écart entre deux éléments de réglage (13, 14) du mécanisme de réglage (12) est mesuré par capteur.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 13, lors duquel l'ajustement du mécanisme de réglage (12) a lieu en ce que l'écart entre deux éléments de réglage (13, 14) du mécanisme de réglage (12) est agrandi ou réduit, par variation de l'écart entre les deux éléments de réglage (13, 14), une modification de la section transversale et de la longueur de la pièce en élastomère (4) du système de rotor/stator (10) ayant lieu.
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 14, lors duquel la divergence déterminée ne déclenche une activation du mécanisme de réglage (12) que si la divergence déterminée se situe hors d'une plage de tolérance fixée.

Fig.1

(Stand der Technik)

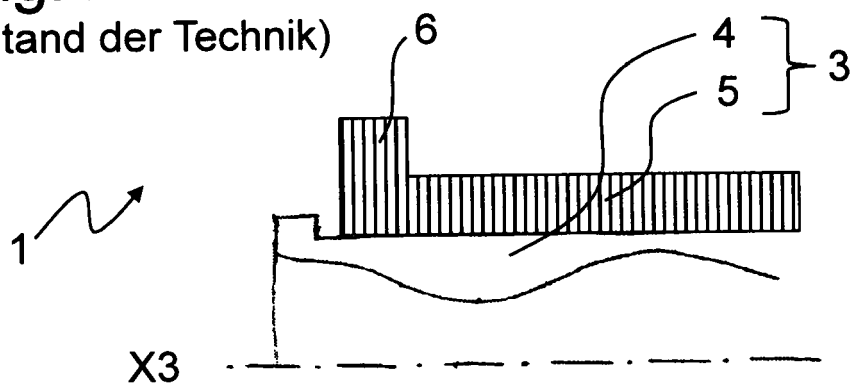
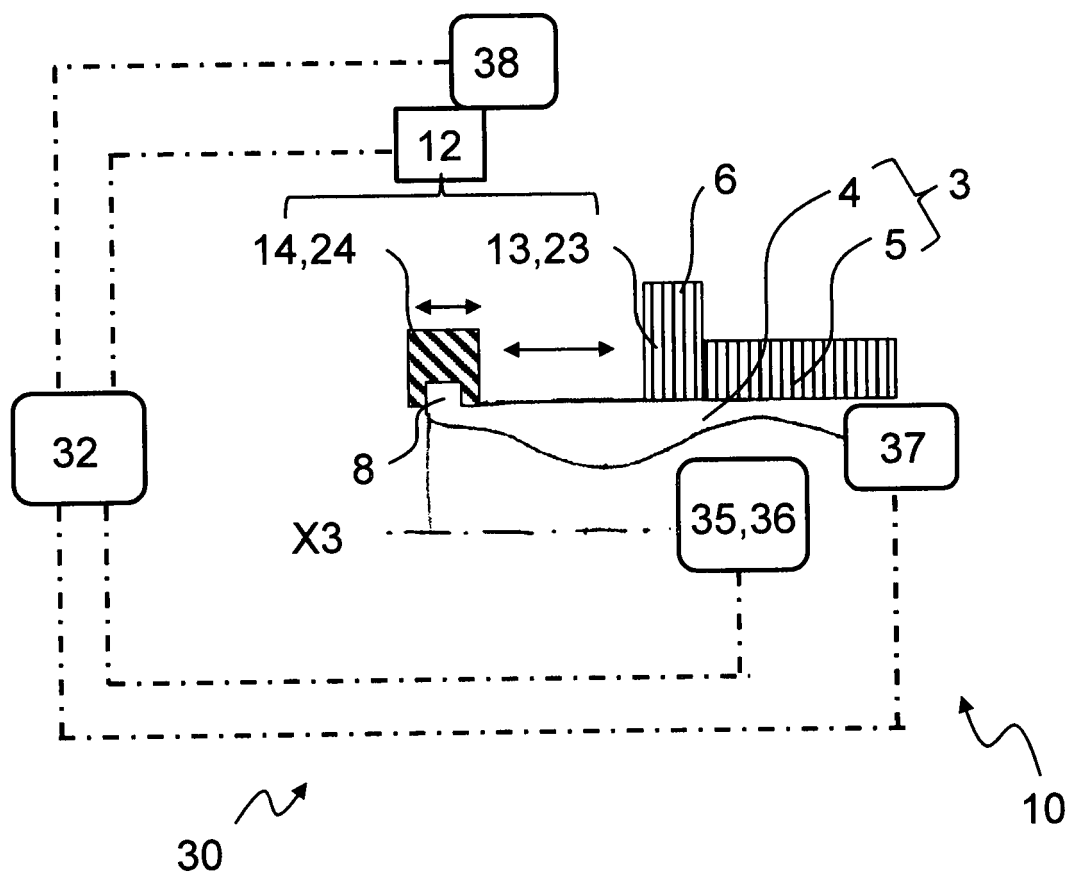


Fig.2



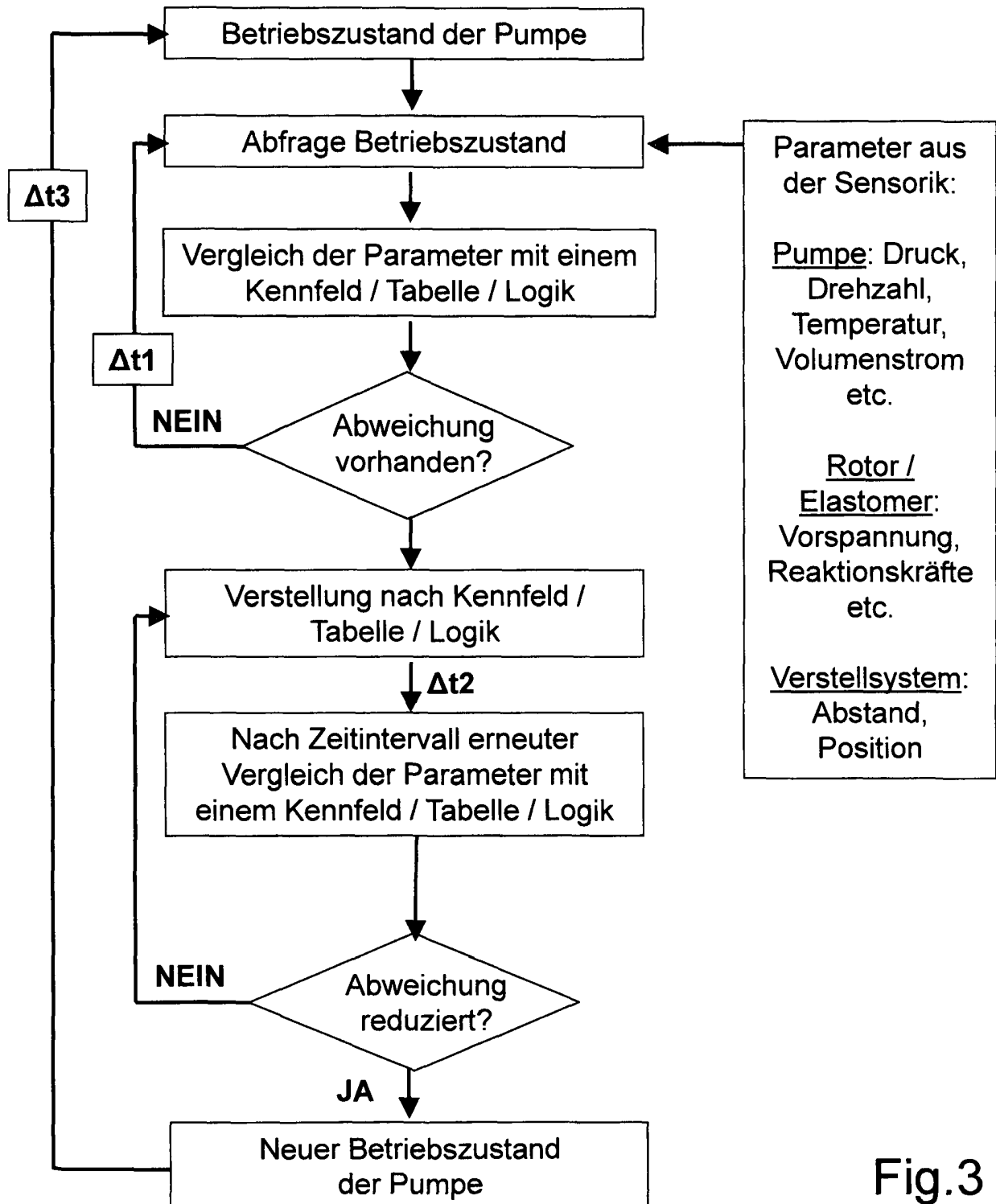
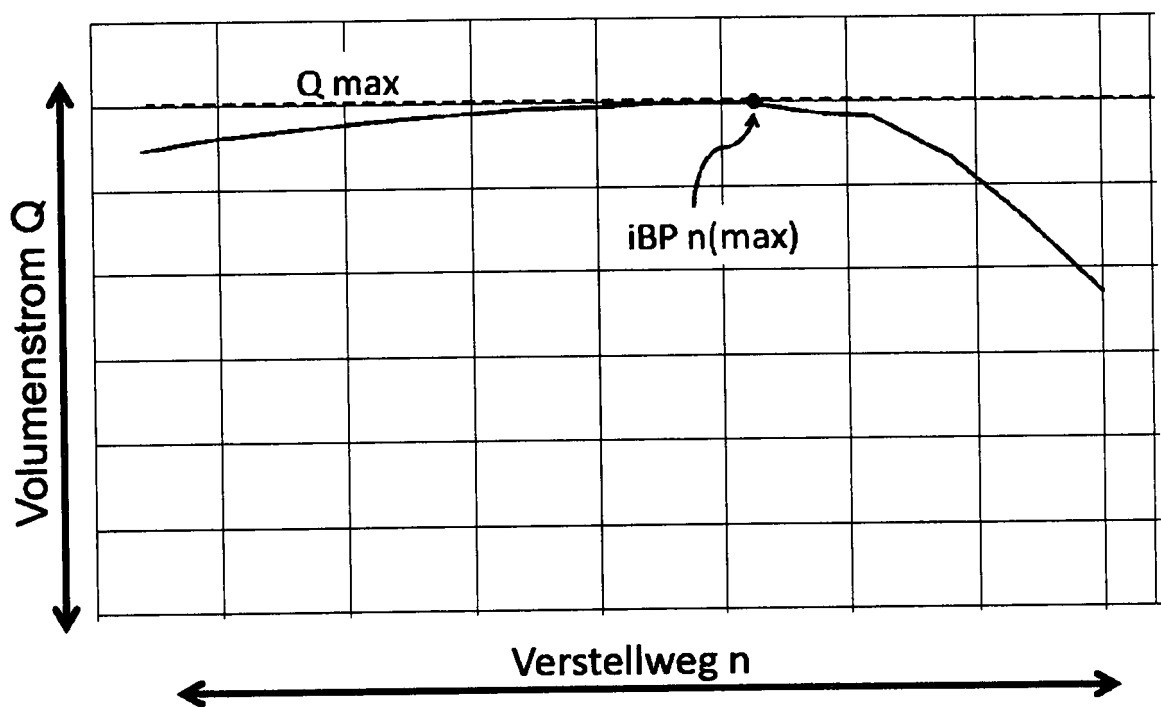


Fig.3

Fig.4



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 10157143 A1 **[0005]**
- DE 202005008989 **[0006]**
- JP 2011112041 A **[0007]**
- JP 2010281280 A **[0007]**
- JP 2009235976 A **[0007]**
- JP 20101104 A **[0007]**
- DE 3433269 A1 **[0008]**
- EP 0292594 A1 **[0009]**
- DE 4312123 A1 **[0010]**
- DE 4403979 A1 **[0011]**
- WO 2016034341 A1 **[0012]**
- WO 0198660 A2 **[0013]**
- GB 2338268 A **[0014]**
- DD 279043 A1 **[0015]**
- DE 102005042559 A1 **[0019]**