

(19)



(11)

**EP 2 870 388 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.04.2016 Patentblatt 2016/17**

(51) Int Cl.:  
**F16J 3/02** (2006.01)      **F15B 15/10** (2006.01)  
**F15B 19/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13736826.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2013/063939**

(22) Anmeldetag: **02.07.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2014/006046 (09.01.2014 Gazette 2014/02)**

(54) **AKTUATOR SOWIE VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VERBINDUNG VON GEHÄUSEELEMENTEN EINES AKTUATORS**

ACTUATOR AND A METHOD AND DEVICE FOR CONNECTING HOUSING ELEMENTS OF AN ACTUATOR

ACTIONNEUR AINSI QUE PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'ASSEMBLAGE D'ÉLÉMENTS DE BOÎTIER D'UN ACTIONNEUR

(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**

- **VAHALIK, Jan**  
**75701 Valasské Mezifci (CZ)**
- **SCHREPFER, Jürgen**  
**65510 Hünstetten (DE)**
- **BRULIN, Franz Josef**  
**63628 Bad Soden - Salmünster (DE)**

(30) Priorität: **03.07.2012 DE 102012105928**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.05.2015 Patentblatt 2015/20**

(74) Vertreter: **Holzwarth-Rochford, Andreas**  
**Jones Day**  
**Nextower**  
**Thurn-und-Taxis-Platz 6**  
**60313 Frankfurt am Main (DE)**

(73) Patentinhaber: **WOCO Industrietechnik GmbH**  
**63628 Bad Soden-Salmünster (DE)**

(72) Erfinder:  
• **RUEBSAM, Florian**  
**36151 Burghaun/Steinbach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 10 254 692**      **DE-A1-102010 032 871**  
**DE-T2- 3 883 921**      **FR-A- 1 121 507**  
**US-A1- 2006 102 232**

**EP 2 870 388 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 einen pneumatischen Aktuator gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie ein Verfahren zur Verbindung zumindest eines ersten Gehäuseelements und zumindest eines zweiten Gehäuseelements einer Steuerdose eines pneumatischen Aktuators.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, zwei Gehäuseelemente eines pneumatischen Aktuators, der oft auch als "Steuerdose" bezeichnet wird, insbesondere derartig zu verbinden, dass ein Bördelverbund zwischen einem Deckel und einem Gehäuse des Aktuators hergestellt wird.

**[0003]** In Figur 1a ist eine Querschnittsansicht eines solchen aus dem Stand der Technik bekannten Aktuators 1 dargestellt. Ein Deckel 3 des Aktuators 1 ist mittels einer Umbördelung 5 mit einem Gehäuse 7 verbunden.

**[0004]** In Figur 1b ist eine Vergrößerung gemäß dem Ausschnitt A in Figur 1a während eines Umbördelungsvorganges dargestellt, während in den Figuren 1c und 1d jeweils eine Ansicht gemäß dem Ausschnitt A der Figur 1a dargestellt ist.

**[0005]** Wie Figur 1b zu entnehmen ist, ist bei einer Verbindung des Deckels 3 mit dem Gehäuse 7 des Aktuators 1 eine Membran 9 zumindest bereichsweise zwischen dem Deckel 3 und dem Gehäuse 7 angeordnet. Nach Einlegen der Membran 9 in das Gehäuse 7 wird der Deckel 3 in der in Figur 1b dargestellten Weise aufgesetzt und anschließend mittels eines Bördelrings 11, der über eine nicht dargestellte Hydraulikpresse angetrieben wird, eine an dem Gehäuse 7 ausgebildete Bördellasche 13 zur Herstellung der in der Figur 1c dargestellten Umbördelung 5 verformt. Dazu wird eine Kraft zwischen dem Bördelring 11 und einer Bördelmatrize 15 aufgebaut und der Bördelring 11 solange in Richtung der Bördelmatrize 15 bewegt, bis der Bördelring 11 auf einem von der Bördelvorrichtung umfassten Endanschlag 17 aufliegt.

**[0006]** Dadurch wird die in der Figur 1c detaillierter dargestellte Umbördelung 5 hergestellt.

**[0007]** Der aus dem Stand der Technik bekannte Aktuator weist jedoch den Nachteil auf, dass eine definierte Membranverpressung zwischen Deckel 3 und Gehäuse 7 nicht möglich ist, da diese ausschließlich durch den Umlege- bzw. Bördelprozess des Gehäuseendes bzw. der Bördellasche 13 unvorhersehbar bestimmt wird. So ist die Membranverpressung in dem Bördelverbund derartig undefiniert, dass sie trotz definierter Bördelrandhöhe bzw. Bördellaschenhöhe und definiertem Verfahrensweg des Bördelrings 11 nicht exakt vorab bestimmbar ist und im Herstellungsprozess des Aktuators nicht in ausreichendem Maße reproduzierbar ist. So kann es beispielsweise zu einer Fehlpositionierung der Membran, wie sie in Figur 1d dargestellt ist, kommen.

**[0008]** Trotz gleichem äußerem Bördelmaß variieren die Membranverpressungen, so dass eine Idealverpressung nicht reproduzierbar einstellbar ist. So ist die Membranverpressung je nach Geometrie der Bördellasche,

der Baugröße der Materialpaarung Deckel/Gehäuse, der Geometrie des Bördelbereichs oder der jeweiligen Materialchargen der Gehäusebereiche bzw. der Membran unterschiedlich. Bei grundsätzlich baugleichen Elementen bestehen insbesondere Prozessschwankungen. So kommt es auch ohne Veränderungen der Geometrie der Elemente zu Schwankungen. Beispielsweise variieren die aufgebauten Kräfte und damit die Endgeometrie des Aktuators aufgrund Verschleiß, beispielsweise der Bördelvorrichtung, oder variierenden Reibungskräfte beispielsweise bei unterschiedlichen Fettungen von beweglichen Teilen. Auch existieren neben Prozessschwankungen beispielsweise unterschiedliche geometrische Formen für das Gehäuse, beispielsweise gerade oder schräge Auflageflächen, mit Vertiefungen, Radien etc., und für den Deckel, beispielsweise gerade oder schräge Auflageflächen, Hinterschnitte, Vertiefungen bzw. Radien, oder für die Membran 9, insbesondere einer Membranwulst 19, beispielsweise eine Keilform oder gerade Flächen oder unter Ausbildung von Rillen oder verschiedene Wulstformen. Alle diese Parameter beeinflussen stark die Verpressung der Membran durch den Verbindungsprozess, insbesondere einen Umlegeprozess eines Gehäuseendes während einer Umbördelung.

**[0009]** Dies kann dazu führen, dass es zu einer zu hohen Membranverpressung kommen kann, die zu einer sofortigen Rissbildung oder einer früheren Rissbildung über die Lebensdauer der Membran führen kann, was dann zu einem Ausfall des Aktuators führt. Hingegen kann es bei einer zu geringen Membranverpressung zu einem Herausrutschen der Membran, insbesondere der Membranwulst, aus dem Bereich zwischen dem Deckel und dem Gehäuse im Bereich der Umbördelung kommen, was ebenfalls zu einem Ausfall des Aktuators führt. Ein solches Herausrutschen ist in Figur 1d dargestellt. Eine solche Lage der Membran wird auch als niO-Lage bezeichnet.

**[0010]** Schließlich ermöglicht es das aus dem Stand der Technik bekannte Verbindungsverfahren nicht, die korrekte Lage der Membran, insbesondere eines Membranbereichs, wie einer umlaufenden Verdickung oder Wulst, vor, während und nach dem Verbindungsprozess zu kontrollieren bzw. zu überwachen.

**[0011]** Bei dem bisher eingesetzten Verfahren zur Verbindung des Deckels und des Gehäuses werden zur Prozessvalidierung und Überwachung Einzelproben der Serienproduktion des Aktuators entnommen und in einer Schnittbildanalyse die Membranverpressungsparameter und die Lage der Membran stichprobenartig kontrolliert. Dies führt jedoch zu einem aufwändigen Herstellungs- und Überwachungsprozess, insbesondere zu Durchführung einer exakten Membranverpressungskontrolle.

**[0012]** Auch wird versucht, durch die Überprüfung von Funktionsparametern, wie die Bewegungsparameter einer mit der Membran verbundenen Antriebstange bei Drehung der Antriebstange oder Dichtigkeitsparameter bei Vakuumverfahren, den produzierten Aktuator zu prü-

fen, was den Herstellungsprozess jedoch verzögert und keine absolute Ausfallsicherheit liefert.

**[0013]** Darüber hinaus macht der aus dem Stand der Technik bekannte Verbindungsprozess den Einsatz von wartungs-, arbeitsraum- und kostenintensiven und vergleichsweise umweltbelastenden hydraulischen Pressen zum Antrieb des Bördelrings notwendig, um ausreichende Kräfte für eine Verformung der Umbördelungslasche bzw. für eine ausreichende Membranverpressung aufzubauen.

**[0014]** Aus der DE 2 312 921 ist darüber hinaus eine Anordnung zum Einspannen einer Membran bekannt. Die dort dargestellte Membran wird in einem Wasserschalter von wasserstromgesteuerten Gaswasserheizern oder in Druckausdehnungsgefäßen von Zentralheizungsanlagen eingesetzt. Es wird vorgeschlagen, dass zwei Teile, zwischen denen die Membran eingespannt wird, mit Sicken versehen sind, wobei die Sicke eines Teils sowohl die Membran als auch den zum Umfassen eines Membranrandes hochgestellten Randes des anderen Teils umgibt. Auch diese Anordnung weist jedoch den Nachteil auf, dass sehr hohe Kräfte für eine Umbördelung, die insbesondere lediglich mit sehr starken und damit kostenintensiven, zum Beispiel hydraulischen, Pressen aufgebaut werden können, zur Erreichung einer ausreichenden Membranverpressung notwendig sind. Auch ist für die Umbördelung ein großer Bauraum notwendig und aufgrund der Tatsache, dass eine große Anzahl von Einzelteilen vorhanden ist, sich die Schwankungen aufgrund der Einzeltoleranzen vergleichsweise groß. Schließlich wird keine Lageüberwachung der Membran, also eine Prüfung der korrekten Lage der Membran ermöglicht.

**[0015]** Weiterhin ist aus dem Stand der Technik in Form der DE 31 02 382 C2 ein Servomotor zur pneumatischen Betätigung von Stellelementen in Kraftfahrzeugen bekannt. Dieser Servomotor weist ein topfförmiges Gehäuseteil und ein zweites Gehäuseteil auf. Diese können über einen Schnapphaken miteinander verbunden werden. Dabei wird zwischen den Gehäuseteilen eine Gummimembran angeordnet und verpresst. Zur Ausrichtung der Gehäuseteile aneinander ist im Bereich einer Vertiefung zur Aufnahme einer Dichtwulst der Gummimembran ein Zentrierelement vorgesehen. Auch diese Verbindung weist jedoch den Nachteil auf, dass es zu einer übermäßigen Verpressung der Membran und damit zu einer Beeinträchtigung der Struktur der Membran kommen kann, die zu einer sofortigen oder einer späteren Rissbildung in der Gummimembran führen kann.

**[0016]** Darüber hinaus offenbart die DE 10 2006 048 084 A1 einen Linearsensor. Dieser Linearsensor wird insbesondere in einer Stelleinrichtung, die einen pneumatischen Aktuator aufweist, eingesetzt. Dabei ist vorgesehen, dass eine von einem Druckteller umfasste Membran randseitig in einem Gehäuse gehalten wird. Zur Erreichung dieses Haltens der Membran ist vorgesehen, dass ein Gehäuse mittels einer Umbördelung mit einer weiteren Gehäusekomponente verbunden wird,

wobei die Membran in einem Zwischenbereich zwischen Gehäuse und der Gehäusekomponente angeordnet wird. Auch für diese Verbindung des Gehäuses mit der Gehäusekomponente ist aufgrund der notwendigen großen Kräfte der Einsatz von sehr starken und kostenintensiven Pressen notwendig. Unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten ist zumeist der Einsatz von hydraulischen Pressen notwendig.

**[0017]** Ferner offenbart die US 2006/102232 A1 eine Antivereisungsaktuatorsanordnung für ein pneumatisches Ventil. Das Ventil umfasst einen ersten Aktuator der mit dem Ventil gekoppelt ist um eine Bewegung des Ventils in einem ersten Betriebsmodus zwischen einer geöffneten und geschlossenen Position herbeizuführen und einen zweiten Aktuator, der mit dem Ventil gekoppelt ist, um in einem zweiten Betriebsmodus eine Öffnung des Ventils herbeizuführen.

**[0018]** Aus der FR 1 121 507 A1 ist eine Kraftstoffpumpe bekannt. Die Pumpe umfasst eine Membran, die zwischen Gehäuseelementen eingespannt ist.

**[0019]** Schließlich offenbart die DE 38 83 921 T2, die eine Vorrichtung mit Membrane offenbart, einen gattungsgemäßen pneumatischen Aktuators. Dieses Dokument beschreibt insbesondere Membranvorrichtungen, wie sie z. B. bei einem Unterdruckzündverstellmechanismus eines Verteilers für ein Verbrennungsmotor verwendet werden. Durch die in diesem Dokument beschriebene Vorrichtung sollen Verbesserungen bei der Befestigungs- und der Abdichtkonstruktion in solchen Vorrichtungen vorhandenen Membranen erreicht werden.

**[0020]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, den aus dem Stand der Technik bekannten Aktuator, das aus dem Stand der Technik bekannte Verfahren zur Verbindung von Gehäuseelementen eines Aktuators sowie die Vorrichtung zur Verbindung der Gehäuseelemente eines Aktuators derartig weiter zu entwickeln, dass die Nachteile des Stands der Technik überwunden werden, insbesondere eine definierte Membranverpressung erreicht wird, ein geringer Bauraum für die Fixierung der Membran notwendig ist, eine automatische Erkennung einer Fehlpositionierung der Membran erreicht wird und der Einsatz von kostengünstigen pneumatischen oder elektromotorischen Pressen ermöglicht wird.

**[0021]** Die den Aktuator betreffende Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0022]** Die Unteransprüche 2 bis 11 beschreiben bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

**[0023]** Die das Verfahren betreffende Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 12 gelöst.

**[0024]** Mit den Merkmalen der Patentansprüche 13 bis 15 werden vorteilhafte Weiterbildungen des erfindnerischen Verfahrens beschrieben.

**[0025]** Der Erfindung liegt somit die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass dadurch, dass in dem Aktuator selbst, insbesondere in einem zweiten Gehäuseelement, ein Anschlag bzw. Anschlagelement für ein erstes Gehäuseelement integral ausgebildet wird, wobei dieses

Anschlagsselement in einem Bereich des zweiten Gehäuseelements angeordnet ist, welcher außerhalb eines Bereichs liegt, in dem mittels einer Verbindungseinrichtung eine Verbindungskraft aufgebaut wird, eine definierte Membranverpressung zwischen dem ersten Gehäuseelement und dem zweiten Gehäuseelement erreicht werden kann. Gleichzeitig kann eine verlässliche Überwachung eines korrekten Sitzes der Membran bzw. eines Membranbereichs, wie einer Membranwulst, in dem Verbindungsbereich bzw. Einspannbereich während der Durchführung eines Verbindungsverfahrens erreicht werden und ferner können, aufgrund der Tatsache, dass der Verbindungsbereich nicht den gesamten Umfang des ersten Gehäuseelements bzw. des zweiten Gehäuseelements überdeckt, so dass eine geringere Verbindungskraft aufgebaut werden muss, bei Herstellung einer Verbindung durch eine Umbördelung Antriebseinrichtungen in Form von pneumatischen oder elektromotorischen Antriebseinrichtungen bzw. Pressen eingesetzt werden.

**[0026]** Durch Ausbildung eines mechanischen Anschlags zwischen dem ersten Gehäuseelement und dem zweiten Gehäuseelement wird ein definierter Abstand zwischen diesen beiden Gehäuseelementen sichergestellt, der wiederum die Verpressung der Membran bzw. eines Bereichs der Membran, wie einer Membranwulst, im Einspannverband bzw. Verbindungsverband definiert. Dadurch, dass das Anschlagselement außerhalb des Verbindungsbereichs, also außerhalb des Bereichs, in dem über die Verbindungseinrichtung direkt eine Verbindungskraft aufgebaut wird, angeordnet ist, wird eine Beeinträchtigung des Anschlaglements, insbesondere eine Verformung desselben, beispielsweise während des Aufbaus einer Kraft zur Erreichung einer Umbördelung, vermieden. Dadurch wird es ermöglicht, dass durch eine gezielte konstruktive Auslegung, insbesondere des Anschlaglements, eine definierte Membranverpressung erzielt wird, so dass diese Membranverpressung nicht durch den Verbindungsprozess, wie beispielsweise einen Umbördelungsprozess des Gehäuseendes, unvorsehbar bestimmt wird. Ferner wird durch die Verwendung des Anschlaglements ein direkter Kraftfluss zwischen dem ersten und zweiten Gehäuseelement erreicht. Ein Kraftfluss ausschließlich durch die Membran wird vermieden.

**[0027]** Unter einem Anschlagselement im Sinne der Erfindung wird insbesondere also ein Element verstanden, mittels dem das erste Gehäuseelement und das zweite Gehäuseelement in Kontakt stehen, wenn die Gehäuseelemente miteinander verbunden sind, so dass nach der Verbindung ein direkter Kraftschluss zwischen den Gehäuseelementen durch den direkten Kontakt dieser im Bereich des Anschlaglements erreicht wird.

**[0028]** So ist insbesondere bei den aus dem Stand der Technik bekannten Aktuatoren, bei denen der Bördelverband den gesamten Umfang der Gehäuseelemente abdeckt, also der Verbindungsbereich über den gesamten Umfang der Gehäuseelemente verläuft, eine derartig de-

finierte Membranverpressung nicht möglich und darüber hinaus der Aufbau sehr hoher Druckkräfte notwendig.

**[0029]** Dieser Aufbau des Aktuators ermöglicht es insbesondere, dass während eines Verbindungsprozesses in einem ersten Schritt in dem zweiten Gehäuseelement die Membran angeordnet wird und dann das erste Gehäuseelement so auf das zweite Gehäuseelement und die Membran aufgesetzt wird, dass das erste Gehäuseelement zumindest bereichsweise mit der Membran in Kontakt kommt. In einem nachfolgenden Schritt werden dann das erste und das zweite Gehäuseelement inklusive der Membran mit einer Kraft-Weg überwachten Niederhalteeinrichtung bis zu einem Festanschlag, das heißt einem Kontakt des Anschlaglements des zweiten Gehäuseelements mit dem ersten Gehäuseelement, zusammengedrückt.

**[0030]** Durch die Verwendung eines Kraft-Weg überwachten Niederhaltesystems während dieser Bewegung des ersten Gehäuseelements in Richtung des zweiten Gehäuseelements für das Zusammenfügen des ersten Gehäuseelements, des zweiten Gehäuseelements und der Membran kann eine Abweichung der Lage der Membran, insbesondere eines Membranbereichs, wie eine Membranwulst, detektiert werden. Dazu wird insbesondere die Weg-Kennlinie ab dem Punkt, an dem die Membran erstmals mit dem ersten Gehäuseelement in Kontakt kommt, aufgenommen.

**[0031]** Um eine derartige niO-Lage der Membran bzw. der Membranwulst zu detektieren, wird die Kraft-Weg-Kennlinie der Niederhaltebewegung des ersten und zweiten Gehäuseelements aufgenommen und ausgewertet. Diese Auswertung erfolgt insbesondere durch einen Vergleich mit einer, insbesondere einer iO-Lage der Membran entsprechenden, Soll-Kennlinie. Ist die Membran bzw. der Membranbereich an zumindest einer Stelle außerhalb der vorbestimmten Lage angeordnet, beispielsweise wenn die Membran bzw. Membranwulst in eine radiale Richtung einer Symmetrieachse des ersten Gehäuseelements bzw. des zweiten Gehäuseelements verschoben ist, wird im Vergleich zu einer Sollkurve ab dem ersten Kontakt zwischen Membran und erstem Gehäuseelement ein frühzeitiger, aber langsamerer Kraftanstieg aufgezeichnet, da entsprechende Elemente des ersten Gehäuseelements, wie ein Einspannelement, zwar früher mit der Membran in Kontakt kommen und so im Vergleich zu einer Verpressung bei einer korrekten Positionierung der Membran, die als die iO-Lage bezeichnet wird, nach einer kürzeren Wegstrecke während des Bewegungsprozesses zwischen dem ersten Gehäuseelement und dem zweiten Gehäuseelement die Membran verpresst wird. Diese niO-Lage kann insbesondere auch dadurch detektiert werden, dass sich ein Gesamtweg bzw. eine Gesamtstrecke bis zu einem Kontakt zwischen dem Anschlagselement und dem ersten Gehäuseelement vergrößert.

**[0032]** Daraus resultieren unterschiedliche Kraft-Weg-Steigungen zwischen der der niO-Lage entsprechenden Ist-Kraft-Weg-Kennlinie und der der iO-Lage entspre-

chenden Soll-Kraft-Weg-Kennlinie zu Beginn des Niederhaltevorganges und eine längere Strecke bis zu einem mechanischen Anschlag zwischen dem Anschlagelement und dem ersten Gehäuseelement. Nach Erreichen des Kontakts zwischen Anschlagelement und erstem Gehäuseelement steigt die Kraft-Weg-Kennlinie mit einer vorbestimmten Steigung an, so dass dieser Kontakt eindeutig in der Kraft-Weg-Kennlinie erkennbar ist.

**[0033]** Ergibt diese Auswertung der Kraft-Weg-Kennlinie, dass eine iO-Lage der Membran bzw. des Membranbereichs vorliegt, kann in einem weiteren Schritt eine Verbindung des ersten und zweiten Gehäuseelements durchgeführt werden. Wird eine niO-Lage erkannt, kann die Niederhalteeinrichtung zurückgefahren werden, das erste Gehäuseelement abgehoben und die Lage der Membran korrigiert werden. So wird der Produktionsausschuss deutlich reduziert, da, wenn überhaupt, lediglich die Membran ausgetauscht werden muss.

**[0034]** Aufgrund der Tatsache, dass die Verbindungskraft nicht im Bereich des Anschlagelements aufgebaut wird, da das Anschlagelement außerhalb des Verbindungsbereichs angeordnet ist, wird eine Veränderung der Lage der Membran bzw. eines Abstandes zwischen dem ersten Gehäuseelement und dem zweiten Gehäuseelement nach Erreichen der Niederhalteposition vermieden und so die definierte Lage der Membran, des ersten Gehäuseelements und des zweiten Gehäuseelements relativ zueinander sichergestellt.

**[0035]** Dadurch, dass der Bereich, in dem das Anschlagelement angeordnet ist, als Verbindungsbereich ausgespart wird, müssen ferner lediglich geringere Verbindungskräfte aufgebaut werden.

**[0036]** Insbesondere in dem Fall, in dem die Verbindung durch eine Umbördelung erreicht wird, ist damit der zu verformende Bereich des zweiten Gehäuseelements geringer, so dass für eine derartige Umbördelung anstelle von sehr starken und damit kostenintensiven Pressen, zum Beispiel hydraulischen Pressen, auch kostengünstigere, insbesondere pneumatische oder elektromotorische, Pressen eingesetzt werden können.

**[0037]** Für die Vorrichtung zur Verbindung der Gehäuseelemente des Aktuators ist es besonders bevorzugt, dass sowohl die Niederhalteeinrichtung als auch die Verbindungsvorrichtung mittels ein- und derselben Antriebseinrichtung, wie einer pneumatischen Antriebseinrichtung oder einer elektromotorischen Antriebseinrichtung, angetrieben werden. Dies bietet den Vorteil, dass zur Aufnahme der Kraft-Weg-Kennlinie in solchen pneumatischen bzw. elektromotorischen Pressen oft bereits vorhandene Sensoren bzw. Positionsdetektoren eingesetzt werden können.

**[0038]** Nach Abschluss der Verbindung der Gehäuseelemente kann dann der Niederhalteprozess beendet werden und der Aktuator entnommen werden. Die Überprüfung des Sitz der Membran erfolgt also während des Herstellungsprozesses, so dass die Taktzeiten im Vergleich zu zusätzlichen Qualitätsüberprüfungsschritten erhöht werden können.

**[0039]** Insbesondere bei einer Verbindung der Gehäuseelemente mittels einer Umbördelung ist es vorteilhaft, wenn das zweite Gehäuseelement ein "kronenartiges" Profil des Außenumfangs aufweist. Dies ermöglicht es, dass die Vertiefungen in dem Kronenprofil entsprechende Anschlagelemente bilden, während die Spitzen des Kronenprofils die Bördellaschen bilden.

**[0040]** In dem Vertiefungsbereich des Kronenprofils können dann an dem Außenumfang des ersten Gehäuseelements ausgebildete Erweiterungen aufgenommen werden, um bei dem Niederhalten des ersten Gehäuseelements die definierte Lage zwischen dem ersten Gehäuseelement und dem zweiten Gehäuseelement zu erreichen, insbesondere einen Kontakt zwischen dem ersten Gehäuseelement und dem Anschlagelement herzustellen. Die Bördellaschen, die in dem Bereich zwischen den Erweiterungen am Umfang des ersten Gehäuseelements angeordnet sind, können dann zur Erreichung der Umbördelung umgelegt werden, insbesondere um einen sich radial nach außen erstreckenden Randbereich des ersten Gehäuseelements umgelegt werden.

**[0041]** Da durch dieses Kronenprofil ausschließlich das Umlegen einzelner Bördellaschen und nicht des gesamten Randes des zweiten Gehäuseelements notwendig ist, kann die benötigte Bördelkraft reduziert werden, was den Einsatz von pneumatischen Pressen bzw. elektromotorischen Pressen für den Bördelprozess ermöglicht.

**[0042]** Das Verhältnis der Breite der Kronenspitzen zur Breite der Anschlagelemente ist vorzugsweise geringer als 1:1, um eine größtmögliche Reduzierung der für die Verformung bzw. Umbördelung notwendigen Kraft zu erreichen. Durch die Ausbildung dieses Kronenprofils wird außerdem erreicht, dass das Anschlagelement an einen Umfangsrand des zweiten Gehäuseelements angeordnet ist, wodurch der Einfluss des Aufbaus der Verbindungskraft, insbesondere während einer Umbördelung, auf das Anschlagelement reduziert wird, insbesondere im Vergleich zu einem radial weiter nach innen in dem Gehäuseelement angeordneten Anschlagelement.

**[0043]** Auch wird durch diese Anordnung des Anschlagelements der für die Verbindung notwendige Bauraum reduziert. So ist bei einer radial inneren Anordnung ein größerer Haltebereich vorzusehen.

**[0044]** Also wird durch diese Anordnung des Anschlagelement am radialen Umfangsrand erreicht, dass ein geringerer Bauraumbedarf, verglichen mit alternativen mechanischen Anschlaglösungen, vorliegt.

**[0045]** Wie erwähnt, liegt der Vorteil der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Aktuators, des Verfahrens und der Vorrichtung unter anderem darin, dass die Gefahr, dass die Membran bzw. ein Membranbereich, wie eine Membranwulst, nicht korrekt in einem Einspannbereich verpresst ist und dadurch während des Betriebes der Steuerdose herausrutschen kann, minimiert ist. Insbesondere kann zur Kontrolle auf aufwendige Abfragen eines korrekten Sitzes der Membran, beispielsweise durch eine Einzelteilprüfung, verzichtet werden. Dies er-

möglichst es, dass das bisher bekannte Verbindungsverfahren mit einem vorgeschalteten Vorverstärken und diversen Abfragen und Prüfungen der Einzelbauteile in einen vollautomatischen Prozess überführt werden kann. Hierbei ist hervorzuheben, dass derartige aus dem Stand der Technik bekannte Verstärkschritte, Abfragen und Prüfungen keine 100%ige Sicherheit bieten. Sie liefern nur Indizien, dass eine niO-Lage vorliegen könnte und es können nicht alle niO-Lagen erkannt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht hingegen eine 100%ige Ernennung der niO-Lagen.

**[0046]** Darüber hinaus kann ein Federeinbauraum einer Feder des Aktuators und ein Gesamthub des Aktuators bereits in der Konstruktionsphase besser definiert werden, da die genauere Verpressung der Membran bekannt ist. Dadurch kann eine bessere Federauslegung und somit eine verbesserte Kennlinienberechnung ermöglicht werden. Die in dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Einzelteile, insbesondere das erste Gehäuseelement, das zweite Gehäuseelement und die Membran, können schließlich im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Aktuatoren, abgesehen von der Ausbildung der Anschlagenelemente und Anpassung der Werkzeuge, ohne wesentliche konstruktive Anpassung verwendet werden.

**[0047]** Der Aktuator kann als Unterdruck- oder Überdruckaktuator ausgebildet sein.

**[0048]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand von Zeichnungen beispielhaft erläutert sind.

**[0049]** Dabei zeigt:

- |                 |  |
|-----------------|--|
| Figur 1a bis 1d | Ansichten eines aus dem Stand der Technik bekannten Aktuators,                                     |
| Figur 2         | eine Aufsicht auf einen erfindungsgemäßen Aktuator;  |
| Figur 3         | eine Detailansicht des Aktuators der Figur 2 gemäß dem Ausschnitt B;                               |
| Figur 4         | eine Querschnittsansicht des Ausschnitts C der Figur 2; und  |
| Figur 5         | eine Kraftwegdiagramm, in dem entsprechende Soll- und Ist-Kraft-Weg-Kennlinien eingezeichnet sind. |

**[0050]** In Figur 2 ist ein erfindungsgemäßer Aktuator 101 bzw. Steuerdose, der ein erstes Gehäuseelement in Form eines Deckels 103 und ein zweites Gehäuseelement in Form eines Gehäuses 107 umfasst, dargestellt. Das erste Gehäuseelement 103 weist eine Symmetrieachse  $S_1$  und das zweite Gehäuseelement 107 weist eine zweite Symmetrieachse  $S_2$  auf. Sowohl der Deckel 103 als auch das Gehäuse 107 sind rotationssymmetrisch zu der Symmetrieachse  $S_1$  bzw. Symmetrieachse

$S_2$  ausgebildet. Der Deckel 103 und das Gehäuse 107 sind über eine Verbindungseinrichtung in Form einer Umbördelung 105 miteinander verbunden.

**[0051]** In Figur 3 ist eine Detailansicht der Umbördelung 105 gemäß dem Ausschnitt B in Figur 2 dargestellt. Wie in Figur 3 zu entnehmen ist, sind im Bereich der Umbördelung 105 am zweiten Gehäuseelement 107 Anschlagenelemente 111 ausgebildet. Die Anschlagenelemente 111 sind durch Vertiefungen in einem Kronenprofil gebildet, wobei durch die Spitzen des Kronenprofils Bördellaschen 113 gebildet werden. Zwischen den einzelnen Bördellaschen 113 sind mit den Anschlagenelementen 111 in direktem Kontakt stehende Erweiterungen 115 des ersten Gehäuseelements 103 angeordnet. Nach einer erfolgten Verbindung des ersten Gehäuseelements 103 mit dem zweiten Gehäuseelement 107 mittels der durch die Umbördelung, insbesondere die Bördellaschen 113, gebildeten Verbindungseinrichtung existiert ein mechanischer Kontakt zwischen den Erweiterungen 115 und den Anschlagenelementen 111. Wie Figur 3 insbesondere zu entnehmen ist, sind die Anschlagenelemente 111 außerhalb einer Verbindungsbereiches 114 angeordnet, das heißt außerhalb eines Bereiches, in dem eine Verbindungskraft zwischen dem ersten Gehäuseelement 103 und dem zweiten Gehäuseelement 107 durch die Bördellaschen 113, insbesondere eine Verformung derselben, aufgebaut wird. Dadurch wird sichergestellt, dass ein definierter Abstand zwischen dem ersten Gehäuseelement 103 und dem zweiten Gehäuseelement 107 eingestellt wird, wie nachfolgend ausführlicher beschrieben ist.

**[0052]** Wie Figur 3 weiter zu entnehmen ist, erstrecken sich die Erweiterungen 115 in eine radiale Richtung bezüglich der Symmetrieachse  $S_1$  bzw. Symmetrieachse  $S_2$  während die Bördellaschen 113 sich entlang einer axialen Richtung der Symmetrieachse  $S_1$  und  $S_2$ , insbesondere vor einer Umbördelung, erstrecken.

**[0053]** Figur 3 ist ferner zu entnehmen, dass die Anschlagenelemente 111 bzw. die Erweiterungen 115 eine Breite  $b_1$  aufweisen, während die Bördellaschen 113 eine Breite  $b_2$  aufweisen. Bevorzugt ist das Verhältnis  $b_2:b_1$  kleiner als 1:1, besonders bevorzugt 1:2. So kann die Breite  $b_1$  beispielsweise 10 mm betragen, während die Breite  $b_2$  5 mm beträgt, wenn der Aktuator 101 beispielsweise einen Durchmesser von 100 mm aufweist. Dieses Verhältnis bietet den Vorteil, dass vergleichsweise geringe Kräfte für eine Verformung der Bördellaschen 113 während einer Umbördelung aufgebaut werden müssen, jedoch gleichzeitig die Bördellaschen 113 eine ausreichende Stabilität aufweisen, um durch ungewollte externe Einflüsse nicht verformt zu werden. Vorstellbar ist auch, dass die Breite  $b_2$  auf 2 bis 3mm reduziert wird und die Breite  $b_1$  auf 17 bis 18 mm erhöht wird.

**[0054]** In Figur 4 ist eine Querschnittsansicht des Ausschnitts C der Figur 2 aus Richtung R der Figur 3 dargestellt. Wie Figur 4 zu entnehmen ist, ist zwischen dem Gehäuseelement 103 und dem Gehäuseelement 107 eine Membran 109 eingespannt. In durchgezogenen Lini-

en ist in Figur 4 der Aktuator 101 in einem Zustand dargestellt, in dem die Membranen 109 in das Gehäuse 107 eingelegt wurde und das Gehäuseelement 103 von der in gestrichelten Linien in Figur 4 dargestellten Position mittels einer nicht dargestellten Niederhalteeinrichtung in Richtung des Gehäuses 107 bzw. der Membran 109 in die in durchgezogenen Linien in Figur 4 dargestellte Position bewegt wurde, bis die Erweiterung 115 auf dem Anschlagelement 111 aufliegt.

**[0055]** Damit wurde die Membran 109 zwischen dem Deckel 103 und dem Gehäuse 107 eingespannt, insbesondere zwischen dem Gehäuse 107 und einem Einspannelement 117, welches an dem Deckel 103 ausgebildet ist.

**[0056]** Darüber hinaus ist die Membran 109 in einem Membranbereich in Form einer Membranwulst 119 zwischen dem Deckel 103 und dem Gehäuse 107 eingespannt, genauer in einem Bereich einer Vertiefung 121, die in Form eines Hinterschnitts in dem Deckel 103 ausgebildet ist und von dem Einspannelement 117 und dem Anschlagelement 111 begrenzt ist.

**[0057]** Wie Figur 4 ferner zu entnehmen ist, ist durch das Anschlagelement 111 in dieser Position des Deckels 103 und des Gehäuses 107 die Lage und die Geometrie der Vertiefung 121 genau festgelegt bzw. definiert und gleichzeitig auch der Abstand des Deckels 103 zum Gehäuse 107 im Bereich des Einspannelementes 117 definiert. Aufgrund dieser definierten Geometrie im Einspannbereich der Membranen 109 bzw. der Membranwulst 119 kann durch das Niederhalten des Deckels 103 eine vordefinierte Membranspannung bzw. Membranverpressung eingestellt werden.

**[0058]** Figur 4 zeigt darüber hinaus, dass das Anschlagelement 111 außerhalb des Bereichs angeordnet, in dem die Bördellaschen 113 angeordnet sind, so dass durch das Umlegen der Bördellasse 113 im wesentlichen keine Veränderung der Geometrie im Bereich der Membran 109 bzw. Membranwulst 119 im Bereich des Anschlagelements 111 erfolgt. Insbesondere dadurch, dass die Verbindungskraft nicht im Bereich des Anschlagelements 111 aufgebaut wird, wird eine Relativbewegung zwischen dem Anschlagelement 111 und der Erweiterung 115 als auch eine Verformung des Anschlagelements 111 und der Erweiterung 115 vermieden. Somit wird eine definierte Membranverpressung erreicht.

**[0059]** Darüber hinaus ermöglicht es auch dieser Aufbau des Aktuators 101 bzw. das erfindungsgemäße Verfahren, dass eine Fehlpositionierung der Membranen 109, insbesondere der Membranwulst 119, erkannt werden kann. Dies wird dadurch ermöglicht, dass eine Kraft-Weg-Kennlinie während der Niederhaltebewegung aufgenommen wird.

**[0060]** Vor Erreichen der in Figur 4 dargestellten Position zwischen dem Deckel 103 und dem Gehäuse 107 wurde die Membran 109 in das Gehäuse 107 eingesetzt und anschließend der Deckel 103 derartig aufgesetzt, dass ein Kontakt zwischen dem Deckel 103 und dem Membranwulst 119 besteht, wie durch die strichpunkt-

tierten Linien in Figur 4 angedeutet. In dieser Position besteht ebenfalls ein Abstand  $d$  zwischen dem Anschlagelement 111 und der Erweiterung 115.

**[0061]** Durch eine Niederhaltebewegung wird dann der Deckel 103 in Richtung des Gehäuses 107 bewegt, insbesondere so, dass eine Verpressung der Membranwulst 119 im Bereich zwischen dem Gehäuse 107 und der Erweiterung 115, also der Vertiefung 121, entsteht.

**[0062]** Diese Bewegung wird durch das Erreichen eines Kontakts zwischen dem Anschlagelement 111 und der Erweiterung 115 begrenzt.

**[0063]** In Figur 5 ist ein Kraft-Weg-Diagramm für diese Niederhaltebewegung dargestellt. Mit dem Bezugszeichen 200 ist eine Soll-Kraft-Weg-Kennlinie bezeichnet.

Befindet sich die Membran 109 bzw. die Membranwulst 119 in einer gewünschten Position bzw. einer vorbestimmten, als iO-Lage bezeichneten Lage, verläuft die Kraft-Weg-Kennlinie für die Niederhaltebewegung entlang einer Ist-Kennlinie 202, die im wesentlichen der Soll-Kennlinie 200, die gerade eine iO-Lage beschreibt, entspricht. Liegt jedoch eine Verschiebung der Membranen 109, insbesondere der Membranwulst 119, vor, beispielsweise in eine Richtung nach rechts in Figur 4, so folgt die Bewegung der Ist-Kraft-Weg-Kennlinie 204, die eine beispielhafte niO-Lage beschreibt. Innerhalb einer Prüfreihe können sich die Absolutwerte ändern, jedoch bleibt das Verhältnis der unterschiedlichen Verläufe der Kraft-Weg-Kennlinie erhalten. Damit lässt sich aus den Verhältnissen die niO-Lage von der iO-Lage unterscheiden, auch bei unterschiedlichen Prüfreiheiten, also Prüfreiheiten von Aktuatoren mit unterschiedlichen Geometrien.

**[0064]** Wie sich aus einem Vergleich der Ist-Kennlinie bzw. niO-Membranlagen-Kennlinie 204 mit der Soll-Kennlinie bzw. niO-Membranlagen-Kennlinie 200 ergibt, wird zunächst ein größerer Weg zurückgelegt, bis es zu einem Kontakt zwischen dem Anschlagelement 111 und der Erweiterung 115 kommt. Dieser Kontakt zeigt sich durch den Anstieg 206 der Ist-Kennlinie 204. Der Anstieg 206 beschreibt gerade den Verlauf der Kraft-Weg-Kennlinie nach Anfahren des Anschlags.

**[0065]** So verlängert sich insbesondere der Weg, wenn die Wulst 119 im Bereich zwischen dem Gehäuse 107 und dem Einspannelement 117 angeordnet ist. Ist die Membranwulst 119 also an einer Stelle außerhalb des Einspannbereichs 121 angeordnet, so wird ein frühzeitiger Kraftanstieg aufgezeichnet, da der Membranwulst 119, überhaupt bzw. einige Millimeter früher von dem Einspannelement 117 eingequetscht wird als es unter korrekten Positionsbedingungen der Membran 109 mit der Vertiefung 121 der Fall wäre. Darüber hinaus ist ein größerer Weg bis zu einem Kontakt zwischen dem Anschlagelement 111 und der Erweiterung 115 zurückzulegen.

**[0066]** Somit ermöglicht es das erfindungsgemäße Verfahren, den erfindungsgemäßen Aktuator als auch die erfindungsgemäße Vorrichtung, dass in einem Aktuator eine definierte Membranverpressung zwischen zwei Gehäuseelementen erreicht werden kann und eine ver-

lässliche Überwachung eines korrekten Sitzes der Membran, insbesondere einer Membranwulst, in einem Einspannbereich während eines Montageprozesses erreicht werden kann.

**[0067]** Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Ansprüchen und in den Zeichnungen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination wesentlich für die Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen sein.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0068]**

1	Aktuator
3	Deckel
5	Umbördelung
7	Gehäuse
9	Membran
11	Bördelring
13	Bördellasche
15	Bördelmatritze
17	Endanschlag
19	Wulst
101	Aktuator
103	Deckel
105	Umbördelung
107	Gehäuse
109	Membran
111	Anschlagelement
113	Bördellasche
114	Verbindungsbereich
115	Erweiterung
116	Seitenfläche
117	Einspannelement
119	Membranwulst
121	Vertiefung
200	Soll-Kennlinie
202	Ist-Kennlinie
204	Ist-Kennlinie
206	Anstieg
S <sub>1</sub> , S <sub>2</sub>	Symmetrieachse
A, B, C	Ausschnitt
d	Abstand
R	Richtung
b <sub>1</sub> , b <sub>2</sub>	Breite

#### **Patentansprüche**

1. Pneumatischer Aktuator (101), umfassend zumindest ein erstes Gehäuseelement (103) und zumindest ein mit dem ersten Gehäuseelement (103) mittels zumindest einer Verbindungseinrichtung (113) verbindbares zweites Gehäuseelement (107), wobei

mittels der Verbindungseinrichtung (113) in zumindest einem Verbindungsbereich (114) eine Verbindungskraft zwischen dem ersten Gehäuseelement (103) und dem zweiten Gehäuseelement (107) aufbaubar ist, zwischen dem ersten Gehäuseelement (103) und dem zweiten Gehäuseelement (107) zumindest eine Membran (109, 119) zumindest bereichsweise einspannbar ist und das zweite Gehäuseelement (107) zumindest ein Anschlagelement (111) umfasst, welches eine Bewegung des ersten Gehäuseelements (103) in Richtung der Membran (109) und des zweiten Gehäuseelements (107) begrenzt und welches bei Verbindung des ersten Gehäuseelements (103) mit dem zweiten Gehäuseelement (107) in direkten Kontakt mit dem ersten Gehäuseelement (103) gelangt, wobei ferner das Anschlagelement (111) zumindest bereichsweise außerhalb des Verbindungsbereiches (114) angeordnet ist und die Membran (109) zumindest bereichsweise in einem Randbereich eine Verdickung (119) aufweist, die in zumindest einer Vertiefung (121) des ersten Gehäuseelements (103) und/oder des zweiten Gehäuseelements (107) anordbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gehäuseelement (103) und/oder das zweite Gehäuseelement (107) zumindest ein Einspannelement (117) und/oder zumindest einen ersten Kontaktbereich umfasst, wobei mittels des Einspannelements (117) und/oder des ersten Kontaktbereiches eine Einspannkraft zwischen dem ersten Gehäuseelement (103) und dem zweiten Gehäuseelement (107) auf die Membran (109) ausübbar ist und die Vertiefung (121) zumindest bereichsweise von dem Anschlagelement (111) einerseits und dem ersten Kontaktbereich und/oder dem Einspannelement (117) andererseits begrenzt ist.

2. Pneumatischer Aktuator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlagelement (111) nach Verbindung des ersten Gehäuseelements (103) mit dem zweiten Gehäuseelement (107) in direktem Kontakt mit dem ersten Gehäuseelement (103) steht und/oder durch das Anschlagelement (111) im verbundenem Zustand des ersten Gehäuseelements (103) mit dem zweiten Gehäuseelement (107) ein direkter Kraftschluss zwischen dem ersten Gehäuseelement (103) und dem zweiten Gehäuseelement (107) bereitgestellt ist.

3. Pneumatischer Aktuator nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gehäuseelement ein Gehäuse des Aktuators und das zweite Gehäuseelement einen Deckel des Aktuators umfasst oder das erste Gehäuseelement einen Deckel (103) des Aktuators (101) und das zweite Gehäuseelement ein Gehäuse (107) des Aktuators (101) umfasst, wobei insbesondere der Deckel (103) zumindest bereichsweise einen Steuerraum des Aktu-



- ators und/oder das Gehäuse (107) zumindest bereichsweise einen Antriebsraum des Aktuators begrenzt und/oder innerhalb des Deckels (103) zumindest eine Antriebsvorrichtung, zumindest eine Positionserfassungseinrichtung und/oder zumindest ein Rückstellelement, wie eine Feder, angeordnet ist bzw. sind.
4. Pneumatischer Aktuator nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdickung (119) nach Verbindung des ersten Gehäuseelements (103) und des zweiten Gehäuseelements (107) in der Vertiefung (121) angeordnet ist und/oder die Vertiefung (121) zumindest bereichsweise in Form eines Hinterschnitts in dem ersten Gehäuseelement (103) und/oder dem zweiten Gehäuseelement (107) ausgebildet ist.
5. Pneumatischer Aktuator nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gehäuseelement (103) zumindest eine erste Symmetrieachse (S1) aufweist und das zweite Gehäuseelement (107) zumindest eine zweite Symmetrieachse (S2) aufweist, wobei vorzugsweise eine von der Membran (109) aufgespannte Membranfläche im wesentlichen senkrecht zu der ersten Symmetrieachse (S1) und/oder der zweiten Symmetrieachse (S2) verläuft und/oder bei einer Verbindung des ersten Gehäuseelements (103) mit dem zweiten Gehäuseelement (107) die erste Symmetrieachse (S1) parallel zu der zweiten Symmetrieachse (S2) verläuft und/oder mit der zweiten Symmetrieachse (S2) zusammenfällt.
6. Pneumatischer Aktuator nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlagelement (111) auf einer bezüglich der ersten Symmetrieachse (S1) und/oder der zweiten Symmetrieachse (S2) radial äußeren Seite der Verdickung (119) liegt und/oder das Einspannelement (117) und/oder der erste Kontaktbereich auf einer bezüglich der ersten Symmetrieachse (S1) und/oder der zweiten Symmetrieachse (S2) radial inneren Seite der Verdickung (119) liegt.
7. Pneumatischer Aktuator nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlagelement (111) im wesentlichen parallel zu der zweiten Symmetrieachse (S2) verläuft und das Anschlagelement (111) in dem ersten Kontaktbereich des ersten Gehäuseelements (103) mit dem ersten Gehäuseelement (103) bei einer Verbindung des ersten Gehäuseelements (103) in Kontakt kommt, wobei der erste Kontaktbereich vorzugsweise von zumindest einer sich insbesondere außerhalb des Verbindungsbereichs (114) bezüglich der ersten Symmetrieachse (S1) radial nach außen erstreckenden Erweiterung (115) gebildet ist.
8. Pneumatischer Aktuator nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungsbereich (114) einen Umfangsbereich, insbesondere einen Umfang bezüglich der ersten Symmetrieachse (S1) und/oder der zweiten Symmetrieachse (S2), des ersten Gehäuseelements (103) und/oder des zweiten Gehäuseelements (107) nur teilweise abdeckt und/oder die Verbindungseinrichtung zumindest eine Umbördelung (113), zumindest ein Clipselement, zumindest ein Spannelement und/oder zumindest ein Klemmelement umfasst, wobei vorzugsweise die Umbördelung zumindest eine, vorzugsweise von dem zweiten Gehäuseelement (107) umfasste, Bördellasche (113) aufweist, wobei sich die Bördellasche (113) zumindest bereichsweise parallel zu der ersten Symmetrieachse (S1) und/oder der zweiten Symmetrieachse (S2) erstreckt.
9. Pneumatischer Aktuator nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vielzahl von Anschlagelementen (111), Verbindungseinrichtungen (113), Verbindungsbereichen (114), ersten Kontaktbereichen und/oder Erweiterungen (115) vorgesehen ist, wobei vorzugsweise zumindest eine Bördellasche (113), vorzugsweise ein Vielzahl von Bördellaschen (113), insbesondere alle Bördellaschen (113), der Verbindungseinrichtungen jeweils zumindest bereichsweise zwischen zwei Erweiterungen (115) angeordnet ist bzw. sind.
10. Pneumatischer Aktuator nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bördellasche (113) zumindest bereichsweise eine zu der ersten Symmetrieachse (S1) und/oder der zweiten Symmetrieachse (S2) geneigt verlaufende Seitenfläche (116) und/oder eine abgerundete Außenkante aufweist, insbesondere zur Ausbildung einer Einführhilfe und/oder Einführschräge für die Erweiterungen (115) des ersten Gehäuseelements (103).
11. Pneumatischer Aktuator nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungsbereich (114) aller Verbindungseinrichtungen weniger als 50%, bevorzugter 50% bis 40%, noch mehr bevorzugt 40% bis 35%, noch bevorzugter 35% bis 30% und am bevorzugtesten weniger als 30% des Umfangs des ersten Gehäuseelements (103) und/oder des zweiten Gehäuseelements (107) in einer Ebene senkrecht zu der ersten

Symmetrieachse (S1) und/oder der zweiten Symmetrieachse (S2) abdeckt, vorzugsweise das Verhältnis zwischen einer Erstreckung des Verbindungsbereichs (b2), insbesondere der Bördellasche (113), und einer Erstreckung (b1) der Erweiterung (115) in einer Ebene senkrecht zu der ersten Symmetrieachse (S1) und/oder der zweiten Symmetrieachse (S2) im wesentlichen 1:1, bevorzugter 1:1 bis 1:1.5, noch mehr bevorzugt 1:1.5 bis 1:1.6, noch bevorzugter 1:1.6 bis 1:1.7 und am bevorzugtesten weniger als 1:2 beträgt.

12. Verfahren zur Verbindung zumindest eines ersten Gehäuseelements (103) und zumindest eines zweiten Gehäuseelements (107) eines pneumatischen Aktuators (101) nach einem der vorangehenden Ansprüche unter zumindest bereichsweiser Einspannung zumindest einer Membran (109) zwischen dem ersten Gehäuseelement (103) und dem zweiten Gehäuseelement (107), umfassend das Anordnen der Membran (109) in dem zweiten Gehäuseelement (107), das Aufsetzen des ersten Gehäuseelements (103) auf dem zweiten Gehäuseelement (107) bis zur Entstehung eines Kontakts des ersten Gehäuseelements (103) mit zumindest einem Bereich der Membran (109), das Bewegen des ersten Gehäuseelements (103) in Richtung des zweiten Gehäuseelements (107) und/oder der Membran (109) unter Aufnahme einer Ist-Kraft-Weg-Kennlinie (202, 204) für die Bewegung bis zu einem Kontakt eines Anschlagelements (111) des zweiten Gehäuseelements (107) mit dem ersten Gehäuseelement (103) und die Auswertung der Ist-Kraft-Weg-Kennlinie (202, 204) zur Detektierung einer vorbestimmten Lage der Membran (109) bezüglich des ersten Gehäuseelements (103) und/oder des zweiten Gehäuseelements (107).
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bewegen des ersten Gehäuseelements (103) mittels zumindest einer Niederhalteinrichtung erfolgt und/oder **dadurch gekennzeichnet, dass** als Ist-Kraft-Weg-Kennlinie (202, 204) die für die Bewegung des ersten Gehäuseelements (103) in Richtung des zweiten Gehäuseelements (107) und/oder der Membran (109) aufbringende Kraft in Abhängigkeit vom Weg dieser Bewegung aufgenommen wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswertung der Ist-Kraft-Weg-Kennlinie (202, 204) einen Vergleich der Ist-Kraft-Weg-Kennlinie (202, 204) mit zumindest einer Soll-Kraft-Weg-Kennlinie (200) umfasst und/oder durch die Auswertung die Detektierung einer vorbestimmten Lage eines Bereichs der Membran (109), wie einer Verdickung (119), erreicht wird, insbesondere eine Detektierung durchgeführt wird, dass der

Bereich (119) der Membran (109) zumindest teilweise außerhalb eines Sollbereichs, insbesondere einer, vorzugsweise zumindest bereichsweise durch das erste Gehäuseelement (103) und/oder das zweite Gehäuseelement (107) begrenzten, Vertiefung (121) und/oder zwischen zumindest einem Einspannelement (117) und/oder zumindest einem ersten Kontaktbereich einerseits und dem ersten Gehäuseelement (103) und/oder dem zweiten Gehäuseelement (107) andererseits angeordnet ist, wobei insbesondere durch die Auswertung, insbesondere zur Erkennung einer Abweichung der vorbestimmten Lage der Membran (109), erkannt wird, dass im Vergleich zur Soll-Kraft-Weg-Kennlinie (200) bei einer geringeren Strecke der Bewegung und/oder zu einem früheren Zeitpunkt der Bewegung ein Kraftanstieg detektiert wird und/oder nach Beginn des Kraftanstiegs ein längerer Weg bis zu einem Kontakt des ersten Gehäuseelements (103) mit dem Anschlagelement (111) detektiert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Detektierung der vorbestimmten Lage der Membran (109) und/oder des Membranbereichs (119) eine Verbindung des ersten Gehäuseelements (103) mit dem zweiten Gehäuseelement (107) mittels zumindest einer Verbindungseinrichtung (113) hergestellt wird, vorzugsweise mittels Herstellung einer Umbördelung, insbesondere durch Verformen zumindest einer Bördellasche (113), vorzugsweise mittels zumindest einer Bördelvorrichtung, vorzugsweise zumindest eines, beispielsweise in axialer Richtung angreifenden, Bördelrings der Bördelvorrichtung und/oder mittels zumindest einer Verstemmeinrichtung, beispielsweise mittels radial angreifender Schieber.

#### Claims

1. A pneumatic actuator (101) comprising at least one first housing element (103) and at least one second housing element (107) which can be connected to the first housing element (103) by means of at least one connecting device (113), wherein a connecting force can be built up between the first housing element (103) and the second housing element (107) in at least one connecting region (114) by means of the connecting device (113), at least one membrane (109, 119) can be clamped at least in some sections between the first housing element (103) and the second housing element (107), and the second housing element (107) comprises at least one stop element (111) which limits a movement of the first housing element (103) in the direction of the membrane (109) and of the second housing element (107) and which comes into direct contact with the first housing element (103) when the first housing element (103) is

- connected to the second housing element (107), wherein furthermore the stop element (111) is arranged outside the connecting region (114) at least in some sections and the membrane (109) having a thickening (119) in an edge region at least in some sections, which can be arranged in at least one cavity (121) of the first housing element (103) and/or of the second housing element (107), **characterized in that** the first housing element (103) and/or the second housing element (107) comprise(s) at least one clamping element (117) and/or at least one first contact region, wherein a clamping force can be exerted onto the membrane (109) between the first housing element (103) and the second housing element (107) by means of the clamping element (117) and/or of the first contact region, and the cavity (121) is limited at least in some sections by the stop element (111), on the one hand, and the first contact region and/or the clamping element (117), on the other hand.
2. The pneumatic actuator according to Claim 1, **characterized in that** the stop element (111) is in direct contact with the first housing element (103) after the first housing element (103) is connected to the second housing element (107) and/or a direct force fit is provided between the first housing element (103) and the second housing element (107) by means of the stop element (111) when the first housing element (103) is connected to the second housing element (107).
  3. The pneumatic actuator according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the first housing element comprises a housing of the actuator and the second housing element comprises a lid of the actuator or the first housing element comprises a lid (103) of the actuator (101) and the second housing element comprises a housing (107) of the actuator (101), wherein in particular the lid (103) limits a control region of the actuator at least in some sections and/or the housing (107) limits a driving region of the actuator at least in some sections and/or at least one driving device, at least one position detecting device and/or at least one return element, such as a spring, is/are arranged inside the lid (103).
  4. The pneumatic actuator according to any one of the preceding claims, **characterized in that** after the first housing element (103) and the second housing element (107) are connected, the thickening (119) is arranged in the cavity (121) and/or the cavity (121) is configured in the form of an undercut in the first housing element (103) and/or the second housing element (107) at least in some sections.
  5. The pneumatic actuator according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the first housing element (103) having at least one first axis of symmetry (S1) and the second housing element (107) having at least one second axis of symmetry (S2), wherein preferably one membrane surface spanned by the membrane (109) extends essentially vertically to the first axis of symmetry (S1) and/or the second axis of symmetry (S2) and/or the first axis of symmetry (S1) extends parallel to the second axis of symmetry (S2) and/or coincides with the second axis of symmetry (S2) when the first housing element (103) is connected to the second housing element (107).
  6. The pneumatic actuator according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the stop element (111) is located on a radially outer side of the thickening (119) with respect to the first axis of symmetry (S1) and/or the second axis of symmetry (S2), and/or the clamping element (117) and/or the first contact region is/are located on a radially inner side of the thickening (119) with respect to the first axis of symmetry (S1) and/or the second axis of symmetry (S2).
  7. The pneumatic actuator according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the stop element (111) extends essentially parallel to the second axis of symmetry (S2) and the stop element (111) comes into contact with the first housing element (103) in the first contact region of the first housing element (103) when the first housing element (103) is connected, wherein the first contact region is preferably formed by at least one enlargement (115) extending radially outwards with respect to the first axis of symmetry (S1) in particular outside the connecting region (114).
  8. The pneumatic actuator according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the connecting region (114) only partially covers a circumferential region, in particular a circumference with respect to the first axis of symmetry (S1) and/or the second axis of symmetry (S2), of the first housing element (103) and/or of the second housing element (107), and/or the connecting device comprises at least one flange (113), at least one clip element, at least one clamping element and/or at least one crimping element, wherein the flange preferably having at least one flange tongue (113) preferably comprised by the second housing element (107), wherein the flange tongue (113) extends parallel to the first axis of symmetry (S1) and/or the second axis of symmetry (S2) at least in some sections.

9. The pneumatic actuator according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a plurality of stop elements (111), connecting devices (113), connecting regions (114), first contact regions and/or enlargements (115) is provided, where-  
 5 in preferably at least one flange tongue (113), preferably a plurality of flange tongues (113), in particular all of the flange tongues (113), of the connecting devices respectively is/are arranged between two enlargements (115) at least in some sections.
10. The pneumatic actuator according to any one of Claims 7 to 9, **characterized in that** the flange tongue (113) having a side surface (116) extending at an inclination to the first axis of symmetry (S1) and/or the second axis of symmetry (S2) and/or a rounded-off outer edge at least in some sections, in particular for configuring an insertion aid and/or an insertion inclined portion for the enlargements (115) of the first housing element (103).
11. The pneumatic actuator according to any one of the preceding claims, **characterized in that**  
 25 the connecting region (114) of all of the connecting devices covers less than 50%, more preferably 50% to 40%, even more preferably 40% to 35%, still more preferably 35% to 30% and most preferably less than 30% of the circumference of the first housing element (103) and/or of the second housing element (107) in a plane vertical to the first axis of symmetry (S1) and/or the second axis of symmetry (S2), preferably the ratio between an extension of the connecting region (b2), in particular of the flange tongue (113), and an extension (b1) of the enlargement (115) in a plane vertical to the first axis of symmetry (S1) and/or the second axis of symmetry (S2) is essentially 1:1, more preferably 1:1 to 1:1.5, even more preferably 1:1.5 to 1:1.6, still more preferably 1:1.6 to 1:1.7 and most preferably less than 1:2.
12. A method for connecting at least one first housing element (103) and at least one second housing element (107) of a pneumatic actuator (101) according to any one of the preceding claims by clamping at least one membrane (109) between the first housing element (103) and the second housing element (107) at least in some sections, comprising the arrangement of the membrane (109) in the second housing element (107), the mounting of the first housing element (103) on the second housing element (107) until a contact of the first housing element (103) with at least one region of the membrane (109) is created, the moving of the first housing element (103) in the direction of the second housing element (107) and/or of the membrane (109), under recording a current force-displacement characteristic (202, 204) for the  
 45 movement until a stop element (111) of the second housing element (107) establishes contact with the first housing element (103), and the evaluation of the current force-displacement characteristic (202, 204) in order to detect a predetermined position of the membrane (109) with respect to the first housing element (103) and/or the second housing element (107).
13. The method according to Claim 12, **characterized in that** the first housing element (103) is moved by means of at least one holding-down device and/or **characterized in that** the force being applied for the movement of the first housing element (103) in the direction of the second housing element (107) and/or of the membrane (109) is acquired as the current force-displacement characteristic (202, 204) as a function of the displacement of this movement.
14. The method according to Claim 12 or 13, **characterized in that** the evaluation of the current force-displacement characteristic (202, 204) comprises a comparison of the current force-displacement characteristic (202, 204) with at least one desired force-displacement characteristic (200) and/or by means of the evaluation the detection of a predetermined position of a region of the membrane (109), such as of a thickening (119), is achieved, in particular a detection is conducted, that the region (119) of the membrane (109) is arranged at least partially outside a desired region, in particular of a cavity (121) which is preferably limited by the first housing element (103) and/or the second housing element (107) at least in some sections, and/or between at least one clamping element (117) and/or at least one first contact region, on the one hand, and the first housing element (103) and/or the second housing element (107), on the other hand, wherein it is identified in particular by means of the evaluation, in particular in order to identify a deviation of the predetermined position of the membrane (109), that compared with the desired force-displacement characteristic (200) an increase in force is detected for a shorter distance of the movement and/or at an earlier point in time of the movement, and/or following the start of the increase in force a greater displacement until such time as the first housing element (103) makes contact with the stop element (111) is detected.
15. The method according to any one of Claims 12 to 14, **characterized in that** when the predetermined position of the membrane (109) and/or of the membrane region (119) is detected, a connection of the first housing element (103) with the second housing element (107) is established by means of at least one connecting device (113), preferably by means of the establishment of a flange, in particular by mean of the deformation of at least one flange tongue

(113), preferably by means of at least one flange device, preferably at least one flange ring of the flange device acting for example in an axial direction, and/or by means of at least one caulking device, for example by means of a radially acting slider.

## Revendications

1. Actionneur pneumatique (101), comprenant au moins un premier élément de boîtier (103) et au moins un second élément de boîtier (107) pouvant être relié au premier élément de boîtier (103) au moyen d'au moins un dispositif de connexion (113), dans lequel au moyen du dispositif de connexion (113), une force de connexion est mise en oeuvre dans au moins une zone de connexion (114) entre le premier élément de boîtier (103) et le second élément de boîtier (107), au moins une membrane (109, 119) peut être serrée au moins par endroits entre le premier élément de boîtier (103) et le second élément de boîtier (107), et le second élément de boîtier (107) comprend au moins un élément de butée (111), lequel limite un déplacement du premier élément de boîtier (103) en direction de la membrane (109) et du second élément de boîtier (107) et qui, lors de la connexion du premier élément de boîtier (103) avec du second élément de boîtier (107), vient en contact direct avec le premier élément de boîtier (103), dans lequel l'élément de butée (111) est de plus disposé au moins par endroits à l'extérieur de la zone de connexion (114), et la membrane (109) ayant au moins par endroit, dans une zone de bordure, un renflement (119) qui peut être disposé dans au moins une cavité (121) du premier élément de boîtier (103) et/ou du second élément de boîtier (107), **caractérisé en ce que** le premier élément de boîtier (103) et/ou le second élément de boîtier (107) comprennent au moins un élément de serrage (117) et/ou au moins une première zone de contact, dans lequel au moyen de l'élément de serrage (117) et/ou de la première zone de contact, une force de serrage peut être appliquée sur la membrane (109) entre le premier élément de boîtier (103) et le second élément de boîtier (107), et la cavité (121) est limitée au moins par endroits d'une part par l'élément de butée (111), et d'autre part par la première zone de contact et/ou l'élément de serrage (117).
2. Actionneur pneumatique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément de butée (111) après la connexion du premier élément de boîtier (103) avec le second élément de boîtier (107), est en contact direct avec le premier élément de boîtier (103), et/ou par l'intermédiaire de l'élément de butée (111), dans l'état connecté du premier élément de boîtier (103) avec du second élément de boîtier (107), une liaison de force d'adhé-
- rence directe entre le premier élément de boîtier (103) et le second élément de boîtier (107) est prévue.
3. Actionneur pneumatique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le premier élément de boîtier comprend un logement de l'actionneur et le second élément de boîtier comprend un couvercle de l'actionneur ou le premier élément de boîtier comprend un couvercle (103) de l'actionneur (101) et le second élément de boîtier comprend un logement (107) de l'actionneur (101), dans lequel en particulier le couvercle (103) limite au moins par endroits une chambre de commande de l'actionneur et/ou le logement (107) limite au moins par endroits une chambre d'entraînement de l'actionneur, et/ou à l'intérieur du couvercle (103) est ou sont disposés au moins un dispositif d'entraînement, au moins un détecteur de position périphérique et/ou au moins un élément de rappel, comme un ressort.
4. Actionneur pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** le renflement (109), après la connexion du premier élément de boîtier (103) avec du second élément de boîtier (107), est agencée dans la cavité (121), et/ou la cavité (121) est réalisée au moins par endroits sous la forme d'une contre-dépouille dans le premier élément de boîtier (103) et/ ou le second élément de boîtier (107).
5. Actionneur pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier élément de boîtier (103) a au moins un premier axe de symétrie (S1), et le second élément de boîtier (107) a au moins un second axe de symétrie (S2), dans lequel de préférence une surface de membrane tendue de la membrane (109) s'étend essentiellement perpendiculaire au premier axe de symétrie (S1) et/ ou au second axe de symétrie (S2), et/ou par l'intermédiaire d'une connexion du premier élément de boîtier (103) avec le second élément de boîtier (107), le premier axe de symétrie (S1) s'étend parallèlement au second axe de symétrie (S2) et / ou coïncide avec le deuxième axe de symétrie (S2).
6. Actionneur pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de butée (111) se trouve sur un côté du renflement (119) radialement extérieur par rapport au premier axe de symétrie (S1) et/ou au second axe de symétrie (S2), et/ou l'élément de serrage (117) et/ou la première zone de contact se trouvent sur une côté du renflement (119) radialement intérieur par rapport au premier axe de symétrie (S1) et/ou au second axe de symétrie (S2).
7. Actionneur pneumatique selon l'une quelconque des

revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de butée (111) s'étend essentiellement parallèlement au second axe de symétrie (S2), et l'élément de butée (111), dans la première zone de contact du premier élément de boîtier (103), vient en contact avec le premier élément de boîtier (103) via une connexion du premier élément de boîtier (103), dans lequel la première zone de contact est formée de préférence d'au moins un élargissement (115) s'étendant radialement vers l'extérieur par rapport au premier axe de symétrie (S1), en particulier à l'extérieur de la zone d'assemblage (114).

8. Actionneur pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone de connexion (114) couvre uniquement partiellement une zone périphérique, en particulier une périphérie par rapport au premier axe de symétrie (S1) et/ou au second axe de symétrie (S2), du premier élément de boîtier (103) et/ou du second élément de boîtier (107), et/ou le dispositif de connexion comprend au moins un bord rabattu (113), au moins un élément de serrage au clip, au moins un élément de serrage et/ou au moins un élément d'accrochage, dans lequel de préférence le bord rabattu a au moins un rabat (113), comprends de préférence dans le second élément de boîtier (107), dans lequel le rabat (113) s'étend au moins par endroits parallèle au premier axe de symétrie (S1) et/ou au second axe de symétrie (S2).
9. Actionneur pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** une pluralité d'éléments de butée (111), de dispositifs de connexion (113), de zones de connexion (114), de premières zones de contact et/ou d'élargissements (115) sont prévus, dans lequel de préférence au moins un rabat (113), de préférence une pluralité de rabats (113), en particulier tous les rabats (113) des dispositifs de connexion sont agencés chacun, au moins par endroits, entre deux élargissements (115).
10. Actionneur pneumatique selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** le rabat (113), au moins par endroits, a une surface latérale (116) s'étendant inclinée par rapport au premier axe de symétrie (S1) et/ou au second axe de symétrie (S2) et/ou un bord extérieur arrondi, en particulier pour former une aide à l'insertion et/ou un plan incliné d'insertion pour les élargissements (115) du premier élément de boîtier (103).
11. Actionneur pneumatique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone de connexion (114) de tous les dispositifs de connexion couvre moins de 50 %, de préférence de 50 % à 40 %, de manière plus préférée de 40 % à

35 %, de manière encore plus préférée de 35 % à 30 %, et la manière la plus préférée moins de 30% de la périphérie du premier élément de boîtier (103) et/ou du second élément de boîtier (107) dans un plan perpendiculaire au premier axe de symétrie (S1) et/ou au second axe de symétrie (S2), de préférence le rapport entre une étendue de la zone de connexion (b2), en particulier le rabat (113), et une étendue (b1) de l'élargissement (115) dans un plan perpendiculaire au premier axe de symétrie (S1) et/ou au second axe de symétrie (S2) est essentiellement de 1:1, de manière préférée de 1:1 à 1:1,5, de manière plus préférée de 1:1,5 à 1:1,6, de manière encore plus préférée de 1:1,6 à 1:1,7, et de la manière la plus préférée est inférieur à 1:2.

12. Procédé pour connexion au moins un premier élément de boîtier (103) et au moins un second élément de boîtier (107) d'un actionneur pneumatique (101) selon l'une des revendications précédentes, par serrage, au moins par endroits, d'au moins une membrane (109) entre le premier élément de boîtier (103) et le second élément de boîtier (107), comprenant l'agencement de la membrane (109) dans le second élément de boîtier (107), la mise en place du premier élément de boîtier (103) sur le second élément de boîtier (107) jusqu'à la formation d'un contact du premier élément de boîtier (103) avec au moins une zone de la membrane (109), le déplacement du premier élément de boîtier (103) dans la direction du second élément de boîtier (107) et/ou de la membrane (109) par réception d'une courbe caractéristique force-déplacement réelle (202, 204) pour le déplacement jusqu'à un contact d'un élément de butée (111) du second élément de boîtier (107) avec le premier élément de boîtier (103), et l'évaluation de la courbe caractéristique force-déplacement réelle (202, 204) pour détecter une position prédéterminée de la membrane (109) par rapport au premier élément de boîtier (103) et/ou au second élément de boîtier (107).

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le déplacement du premier élément de boîtier (103) est effectué au moyen d'au moins d'un dispositif de retenue vers le bas, et/ou **caractérisé en ce que** la force exercée pour le déplacement du premier élément de boîtier (103) dans la direction du second élément de boîtier (107), et/ou de la membrane (109) va être prise comme courbe caractéristique force-déplacement réelle (202, 204) en fonction du chemin de ce déplacement.

14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, **caractérisé en ce que** l'évaluation de la courbe caractéristique force-déplacement réelle (202, 204) comprend une comparaison de la courbe caractéristique force-

déplacement réelle (202, 204) avec au moins une courbe caractéristique force-déplacement idéale (200), et/ou par l'intermédiaire de l'évaluation, la détection d'une position prédéterminée d'une zone de la membrane (109), comme un renflement (119), est fournie, en particulier une détection est effectuée, qu'une cavité (121) est agencée, délimitant que la zone (119) de la membrane (109) au moins partiellement en dehors d'une plage idéale, en particulier une cavité (121) de préférence limité au moins par endroits du premier élément de boîtier (103) et/ou le second élément de boîtier (107), et/ou est agencée entre au moins un élément de serrage (117) et/ou au moins une première zone de contact, d'une part, et le premier élément de boîtier (103) et/ou le second élément de boîtier (107), d'autre part, dans lequel en particulier via l'évaluation, en particulier pour distinguer un écart de la position prédéterminée de la membrane (109), il va reconnaître que par comparaison à la courbe caractéristique force-déplacement idéale (200), une augmentation de force va être détectée par une faible distance de déplacement et/ou par rapport à un moment antérieur du déplacement, et/ou après l'augmentation de la force, un plus long chemin jusqu'à un contact du premier élément de boîtier (103) avec l'élément de butée (111) va être détecté.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, **caractérisé en ce que** lorsque la détection de la position prédéterminée de la membrane (109) et/ou de la zone de membrane (119), une connexion du premier élément de boîtier (103) avec le second élément de boîtier (107) est réalisé au moyen d'au moins un dispositif de connexion (113), de préférence au moyen de la production d'un bord rabattu, en particulier par formation d'au moins un rabat (113), de préférence au moyen d'au moins un dispositif à rabattre, de préférence d'au moins une collerette du dispositif à rabattre attaquant par exemple dans la direction axial et/ou au moyen d'au moins un dispositif à matage, par exemple au moyen d'un coulisseau d'attaque radiale.

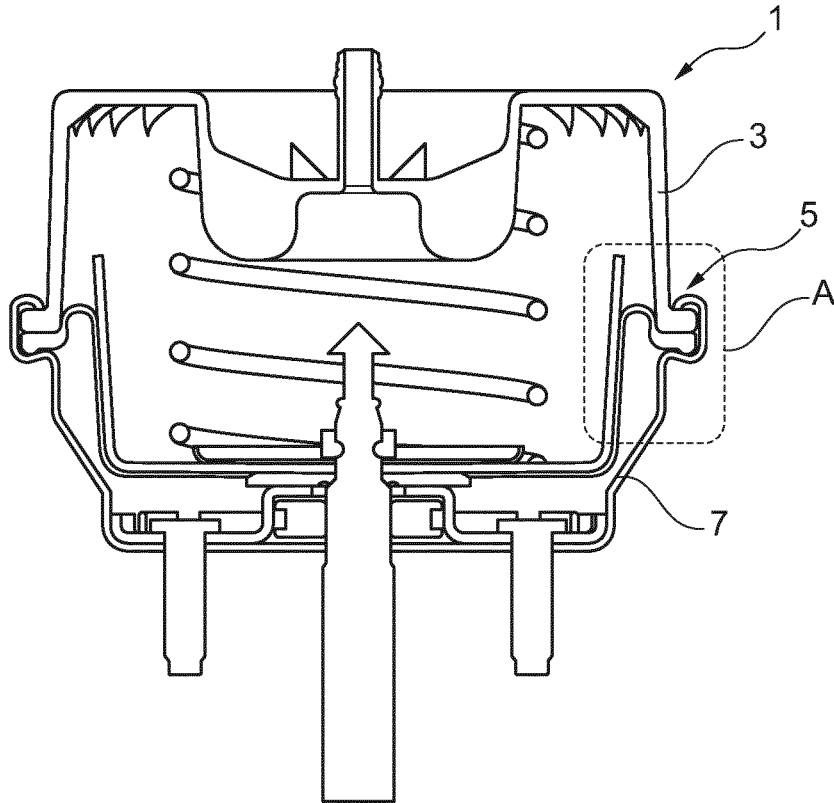


Fig. 1a  
(Stand der Technik)

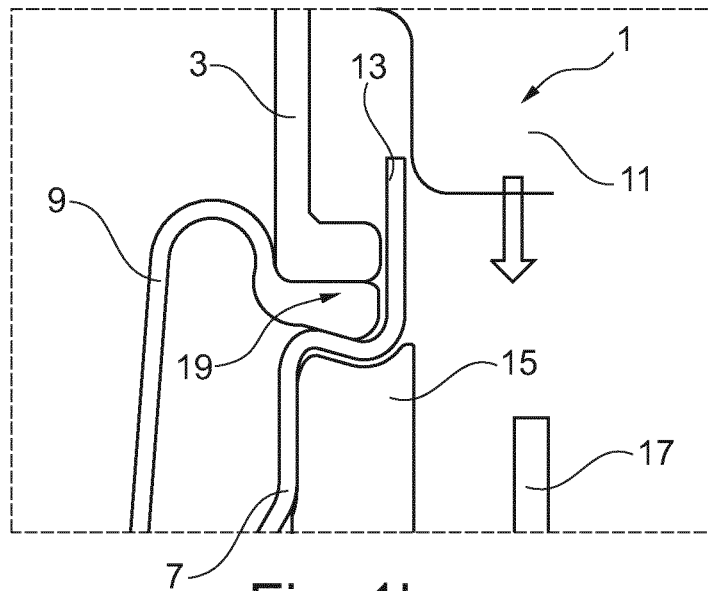


Fig. 1b  
(Stand der Technik)



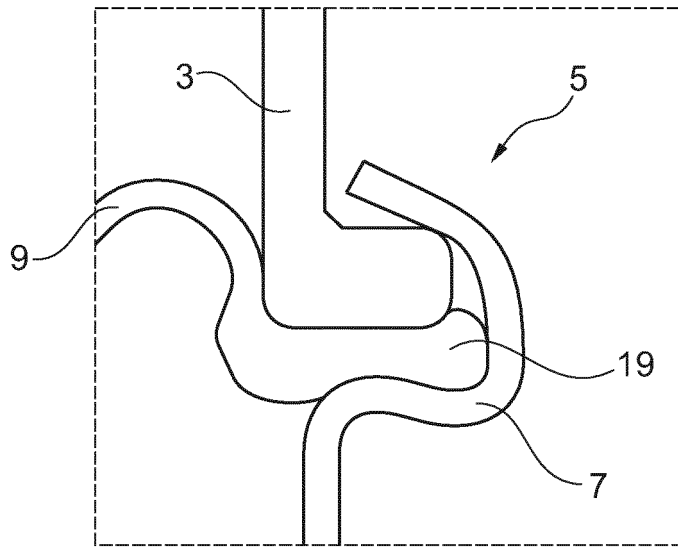


Fig. 1c  
(Stand der Technik)

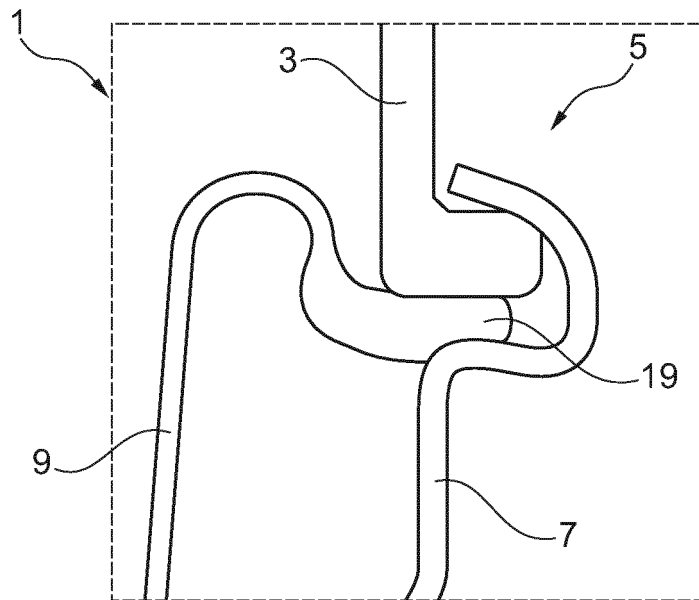


Fig. 1d  
(Stand der Technik)

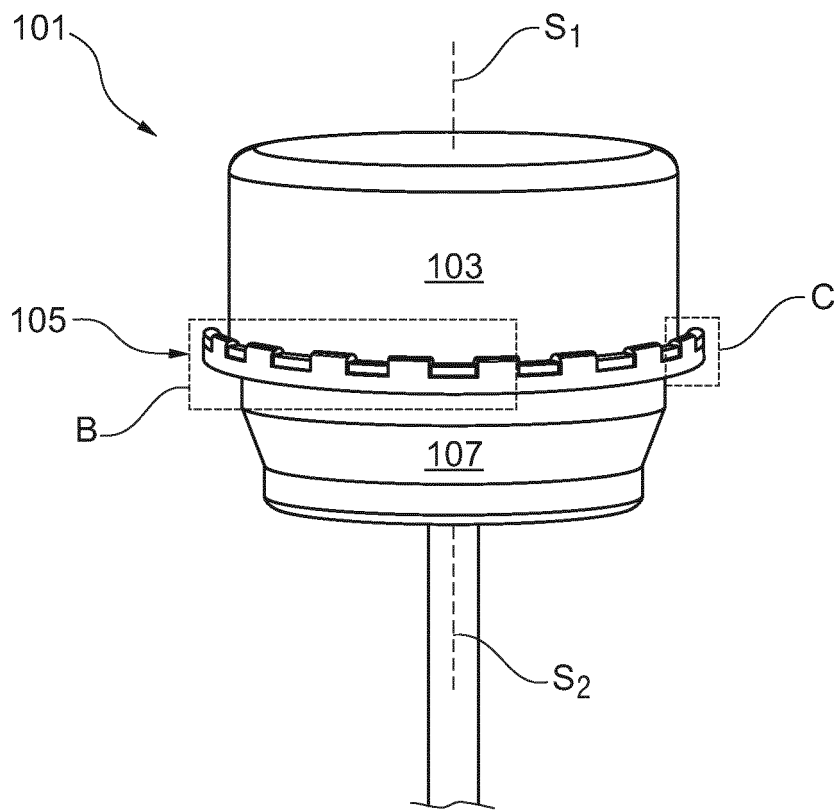
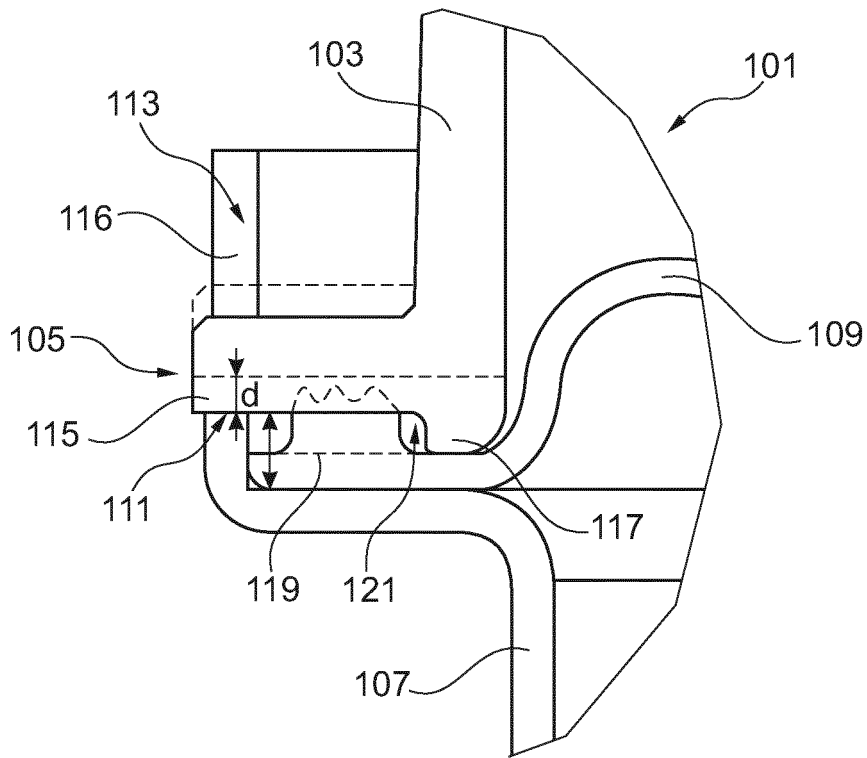
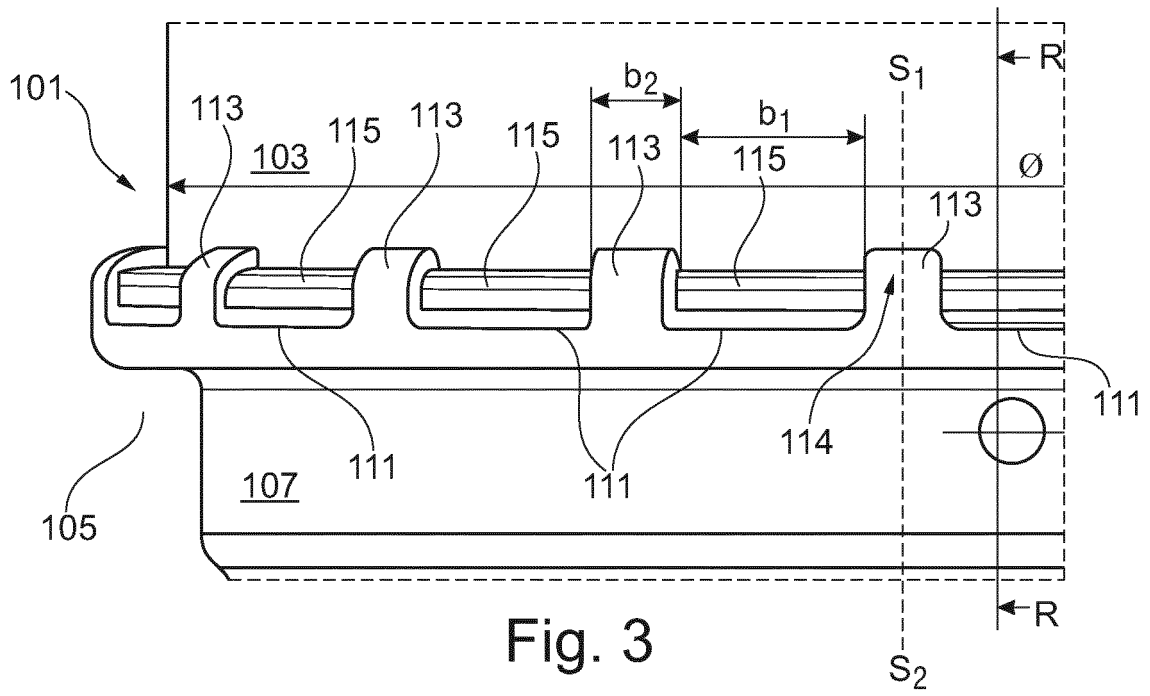


Fig. 2



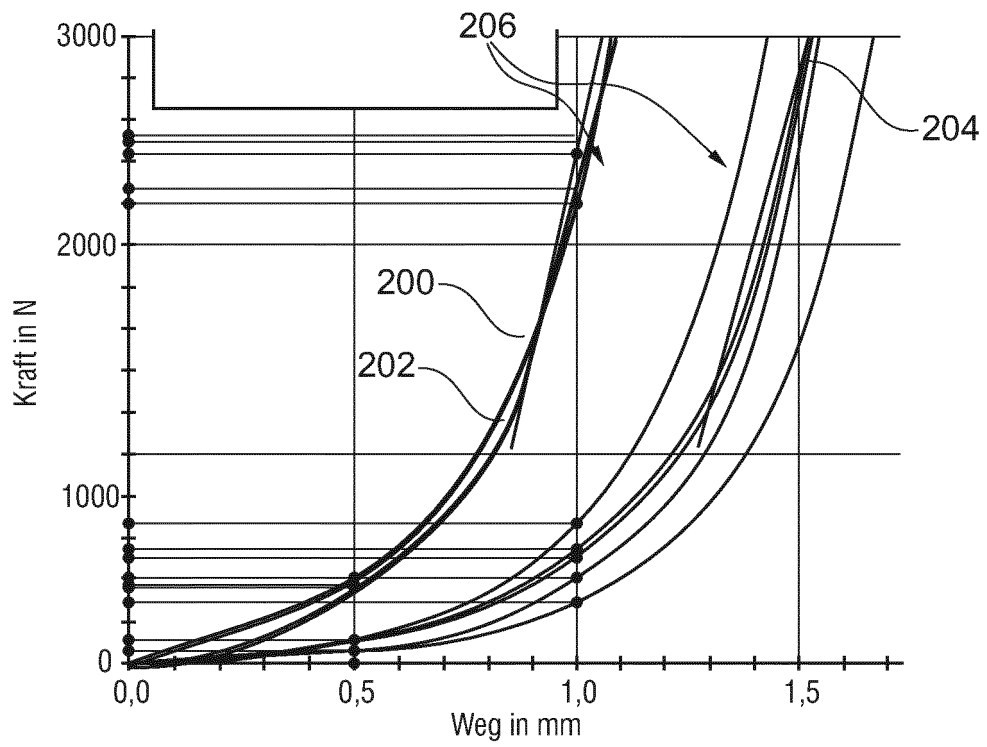


Fig. 5

**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 2312921 [0014]
- DE 3102382 C2 [0015]
- DE 102006048084 A1 [0016]
- US 2006102232 A1 [0017]
- FR 1121507 A1 [0018]
- DE 3883921 T2 [0019]