

(19)



(11)

**EP 2 258 952 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.08.2021 Patentblatt 2021/32**

(51) Int Cl.:  
**F15B 13/04** <sup>(2006.01)</sup> **F15B 21/00** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **10005741.3**

(22) Anmeldetag: **02.06.2010**

**(54) Pneumatischer Stellungsregler mit piezopneumatischer Ventileinheit**

Pneumatic positioner with Piezo-pneumatic valve unit

Positionneur pneumatique doté d'une unité de soupape piézopneumatique

(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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **03.06.2009 DE 102009023706**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.12.2010 Patentblatt 2010/49**

(73) Patentinhaber: **HOERBIGER Flow Control GmbH  
86972 Altenstadt (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Schrobenhauser, Max  
86971 Peiting (DE)**

• **Grödl, Marcus  
87640 Altdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Grättinger Möhring von Poschinger  
Patentanwälte Partnerschaft mbB  
Wittelsbacherstrasse 2b  
82319 Starnberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 0 822 344 US-A- 5 362 141  
US-A1- 2002 007 727**

• **None**

**EP 2 258 952 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 Bausatz zur Herstellung einer piezopneumatischen Ventileinheit mit den Merkmalen von Anspruch 1. Ferner betrifft die Erfindung einen Bausatz zur Herstellung eines pneumatischen Stellungsreglers mit einem pneumatischen Arbeitsglied und einer auf dieses wirkenden piezopneumatischen Ventileinheit, wobei dieser Bausatz ein pneumatisches Arbeitsglied und den Bausatz zur Herstellung einer piezopneumatischen Ventileinheit enthält. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Einstellung bzw. Abänderung des Fail-Safe-Verhaltens einer solchen piezopneumatischen Ventileinheit, unter Verwendung des Bausatzes zur Herstellung einer piezopneumatischen Ventileinheit.

**[0002]** Stellungsregler dienen in vorteilhafter Weise zur Verschiebung oder Verschwenkung eines mit dem Arbeitsglied verbundenen Stellglieds, um hierdurch z.B. eine Ventil- oder Klappenstellung zu regeln.

**[0003]** Bekannte Stellungsregler sind in der Regel so aufgebaut, dass das Arbeitsglied bei einem Ausfall der elektrischen (Hilfs-)Energie in eine ausgewählte Endlage verfahren wird, wobei die Endlage des Arbeitsglieds durch die konstruktiv vorgegebene strömungstechnische Verschaltung der Ventile und deren Aufbau definiert ist. Stellungsregler mit unterschiedlichem Fail-Safe-Verhalten sind daher insgesamt durch einen unterschiedlichen konstruktiven Aufbau gekennzeichnet. Dies erweist sich insbesondere dann als aufwendig bzw. problematisch, wenn in einem Produktsortiment mehrere Stellungsregler der eingangs genannten Art mit verschiedenem Fail-Safe-Verhalten angeboten werden sollen oder wenn das Fail-Safe-Verhalten eines bestimmten Stellungsreglers abgeändert werden soll.

**[0004]** Aus der EP 0 822 344 A2 ist ein Stellungsregler der eingangs genannten Art mit zwei pneumatisch gekoppelten piezopneumatischen Ventilen bekannt, bei dem ein zusätzliches, den beiden piezopneumatischen Ventilen ausgangsseitig nachgeschaltetes und dem pneumatischen Arbeitsglied vorgeschaltetes Verblockventil vorgesehen ist, mit welchem im Sinne eines definierten Fail-Safe-Verhaltens die Arbeitskammer des Arbeitsgliedes bei Ausfall einer elektrischen Hilfsenergie verschlossen werden kann, so dass das Arbeitsglied in diesem Fall in seiner letzten Stellung verbleibt. Auch dieser Stellungsregler, der in nachteiliger Art auf ein zusätzliches Verblockventil angewiesen ist, erlaubt wiederum nur ein bestimmtes, vordefiniertes Fail-Safe-Verhalten des dargestellten Stellungsreglers.

**[0005]** Die US 2002/0007727 A1 offenbart einen Stellungsregler mit einem Arbeitsglied und einer auf dieses wirkenden, zwei miteinander pneumatisch gekoppelte piezopneumatische Ventile umfassenden piezopneumatischen Ventileinheit, welche einen Signaleingang für ein elektrisches Steuersignal sowie einen Versorgungseingang, einen Arbeitsausgang und einen Entlüftungsausgang für das Arbeitsmedium aufweist. Dabei sind zwei identische Leistungsventile mit jeweils einem den Ventilsitz umfassenden Gehäuse und einem (über ein zugeordnetes Pilotventil) pneumatisch verstellbaren Ventilkörper vorgesehen.

**[0006]** Ferner ist aus dem US-Patent US 5,362,141 ein nicht für pneumatische Anwendungen geeignetes Hydraulikventil bekannt, bei welchem zwei verschiedene funktionsspezifische Ventileinsätze unter Anwendung einer irreversiblen "Memory-Shape-Funktion", also nicht austauschbar, in ein Ventilgehäuse eingesetzt sind.

**[0007]** Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Stellungsregler bzw. eine piezopneumatische Ventileinheit der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass er bzw. sie auf möglichst einfache und kostengünstig Art und Weise an ein spezielles Fail-Safe-Verhalten anpassbar ist. Entsprechend soll mit der vorliegenden Erfindung ein auf möglichst einfache und kostengünstige Weise durchführbares Verfahren zur Einstellung bzw. Abänderung des Fail-Safe-Verhaltens eines solchen pneumatischen Stellungsreglers bzw. einer solchen piezopneumatischen Ventileinheit bereitgestellt werden.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst.

**[0009]** Dabei ist - neben den bereits eingangs genannten Merkmalen - erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Ventile jeweils ein Ventilgehäuse und einen in einen Aufnahmehohlraum des betreffenden Ventilgehäuses dichtend einsetzbaren funktionsspezifischen Ventileinsatz mit einer durchströmten Schalteinheit aufweisen, wobei der Ventilsitz und der mit diesem zusammenwirkende, mittels eines Verstellantriebs verstellbare Ventilkörper an der Schalteinheit des Ventileinsatzes vorgesehen sind und wobei in dem Ventilgehäuse angeordnete Strömungskanäle dergestalt in den zugeordneten Aufnahmehohlraum münden, dass bei identischem Ventilgehäuse durch Austausch des Ventileinsatzes unterschiedliche Funktionscharakteristiken des betreffenden Ventils realisierbar sind.

**[0010]** Im erfindungsgemäßen Sinne ist unter unterschiedlichen Funktionscharakteristiken also ein unterschiedliches Fail-Safe-Verhalten des betreffenden Ventils, im Sinne eines vordefinierten Schaltzustands des Ventils, der sich bei Ausfall der elektrischen Energie oder bei Druckabfall am Versorgungseingang des Stellungsreglers einstellt, zu verstehen.

**[0011]** Zwei mit dem erfindungsgemäßen Bausatz hergestellte pneumatische Stellungsregler mit verschiedenen Fail-Safe-Verhalten unterscheiden sich somit ausschließlich dadurch, dass wenigstens einer der Aufnahmehohlräume der beiden Ventilgehäuse des einen Stellungsreglers - gegenüber dem betreffenden Aufnahmehohlraum des anderen Stellungsreglers - mit einem unterschiedlichen funktionsspezifischen Ventileinsatz bestückt ist, was durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Stellungsreglers erst ermöglicht wird.

**[0012]** Insoweit ist zur möglichst einfachen Erzielung des gewünschten Erfolges also von Bedeutung, dass die funk-

tionsspezifischen Ventileinsätze derart in den Aufnahmehohlraum des betreffenden Ventils einsetzbar sind, dass sie jeweils durch einen anderen funktionsspezifischen Ventileinsatz austauschbar sind. Jeder Ventileinsatz weist dabei zumindest eine - den Ventilsitz und den Ventilkörper des jeweiligen Ventils umfassende bzw. beinhaltende - Schalteinheit auf, deren Strömungsanschlüsse bei bestimmungsgemäßer Montage in einem Aufnahmehohlraum des Ventilgehäuses mit in den Aufnahmehohlraum mündenden Strömungskanälen des Ventilgehäuses verbunden sind. Verschiedene funktionsspezifische Ventileinsätze sind daher vorteilhaft durch eine unterschiedliche Verschaltung von Strömungskanälen innerhalb der Schalteinheit bzw. eine unterschiedlichen Anordnung bzw. Lage von Ventilkörper und Ventilsitz gekennzeichnet. Ferner ist im Sinne der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass die von jedem Ventilgehäuse ausgebildeten Aufnahmehohlräume, die darin mündenden Strömungskanäle sowie verschiedene funktionsspezifische Ventileinsätze derart aneinander angepasst sind, dass zur Erzielung einer unterschiedlichen Funktionscharakteristik des betreffenden Ventils in jedem Aufnahmehohlraum verschiedene funktionsspezifische Ventileinsätze dichtend aufgenommen werden können.

**[0013]** Die Ventilgehäuse beider Ventile sind zusammen mit den in ihren Aufnahmehohlraum mündenden Strömungskanälen bevorzugt insoweit identisch aufgebaut, dass ein funktionsspezifischer Ventileinsatz gleichermaßen in jedem der beiden Ventilgehäuse verwendbar ist. Die in beiden Ventilgehäusen vorgesehenen Strömungskanäle münden also bevorzugt jeweils an gleicher Stelle in einen für beide Ventile identisch ausgestalteten Aufnahmehohlraum. Durch bloßen Austausch eines ersten funktionsspezifischen Ventileinsatzes durch einen zweiten funktionsspezifischen Ventileinsatz (anderer Bauart bzw. Funktion) lässt sich damit die Funktionscharakteristik des betreffenden Ventils und hierüber im Ergebnis das Fail-Safe-Verhalten des gesamten Stellungsreglers auf einfache Weise einstellen bzw. abändern.

**[0014]** Vorteilhaft kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgesehen sein, dass ein mit dem erfindungsgemäßen Bausatz herstellbarer Stellungsregler zwei verschiedene - je eine andere Funktionscharakteristik für das damit bestückte Ventil definierende - funktionsspezifische Ventileinsätze aufweist, die in einer ersten Einbau-Konfiguration (Ventileinsatz A in Ventil I; Ventileinsatz B in Ventil II) ein erstes Fail-Safe-Verhalten des Stellungsreglers definieren, während sie in der zweiten möglichen Einbau-Konfiguration (Ventileinsatz B in Ventil I; Ventileinsatz A in Ventil II) ein zweites Fail-Safe-Verhalten für den Stellungsregler definieren, welches sich vom ersten Fail-Safe-Verhalten unterscheidet. Die beiden genannten Einbau-Konfigurationen unterscheiden sich dabei lediglich durch eine Vertauschung der beiden funktionsspezifischen Ventileinsätze.

**[0015]** Mit der vorliegenden Erfindung wird jedoch nicht nur die Umrüstung eines bestehenden Stellungsreglers im Hinblick auf ein geändertes Fail-Safe-Verhalten erleichtert, sondern es wird auch im Falle der Herstellung eines Stellungsreglers, also im Falle der Erstbestückung der betreffenden Aufnahmehohlräume mit funktionsspezifischen Ventileinsätzen, eine besonders einfache Anpassung des Stellungsreglers an den gewünschten Einsatzzweck erlaubt. Eine mit der vorliegenden Erfindung realisierbare Baureihe von Stellungsreglern mit verschiedenem Fail-Safe-Verhalten ist daher durch einen - mit Ausnahme der Ventileinsätze - identischen Aufbau aller Stellungsregler der Baureihe gekennzeichnet.

**[0016]** Bei den verschiedenen Funktionscharakteristiken der beteiligten Ventile, die im Rahmen der vorliegenden Erfindung durch verschiedene in das Gehäuse einzusetzende Ventileinsätze realisiert werden, handelt es sich um eine erste Funktionscharakteristik, bei der das betreffende Ventil im Falle eines Energieausfalls selbsttätig in seine Schließstellung überführt wird (z.B. durch eine den Ventilkörper in Richtung des Ventilsitzes vorspannende Feder), und eine zweite Funktionscharakteristik, bei der das betreffende Ventil im Falle eines Energieausfalls selbsttätig in seine Öffnungsstellung überführt wird (z.B. durch eine den Ventilkörper in seine vom Ventilsitz beabstandete Öffnungsstellung vorspannende Feder). Es werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung also wenigstens zwei verschiedene funktionsspezifische Ventileinsätze bereitgestellt, die gleichermaßen in die Aufnahmehohlräume der Ventilgehäuse beider Ventile einsetzbar sind und durch die funktionsspezifisch angepasste Ausgestaltung ihrer Schalteinheit die vorstehend erwähnte Funktionalität bereitstellen.

**[0017]** Die zwei piezopneumatischen Ventile eines Stellungsreglers werden mittels geeigneter elektrischer Stellsignale auf piezoelektrische Weise separat betätigt, wodurch gleichzeitig ein möglichst energieeffizienter Betrieb des Stellungsreglers sichergestellt ist. Insoweit werden aus dem am Signaleingang des Stellungsreglers eingehenden elektrischen Steuersignal unter Zuhilfenahme einer an eine Energieversorgung angeschlossenen Steuer- bzw. Regelelektronik (z. B. eines Mikrocontrollers) auf geeignete und bekannte Weise zwei verschiedene Stellsignale für die beiden Verstellantriebe der beiden piezopneumatischen Ventile berechnet und entsprechend bereit gestellt.

**[0018]** Bezüglich des konkreten Aufbaus der piezopneumatischen Ventile sei auf die insoweit aus dem Stand der Technik bekannten Arten piezopneumatischer Ventile verwiesen, wobei im Rahmen der vorliegenden Erfindung in einer ersten bevorzugten Weiterbildung der Erfindung vorgesehen ist, dass der Verstellantrieb in Form einer piezopneumatischen Vorstufe, also in Form eines piezopneumatischen Pilotventils, welches mittelbar oder unmittelbar auf den Ventilkörper einer nachgeschalteten Ventilstufe einwirkt, ausgeführt ist.

**[0019]** Damit sind die (wenigstens) zwei Ventile eines erfindungsgemäßen Stellungsreglers in Art eines zweistufigen Ventils ausgebildet, bei dem das als Vorstufe dienende und piezoelektrisch betätigbare Pilotventil, welches seinerseits mit einer Druckgasversorgung verbunden ist, als (pneumatischer) Verstellantrieb für den Ventilkörper einer nachge-

schalteten Booster-Stufe (BoosterVentil) fungiert.

**[0020]** Pilotventil und Boosterventil können bevorzugt an die gleiche, am Versorgungseingang des Stellungsreglers anliegende Druckgasversorgung angeschlossen sein, wobei dem Pilotventil bevorzugt ein Druckbegrenzer vorgeschaltet ist, so dass etwaige Schwankungen des Drucks in der Druckgasversorgung keinen oder einen deutlich verminderten Einfluss auf die Stell- bzw. Antriebsfunktion des Pilotventils haben. Der in den Aufnahmehohlraum des Ventilgehäuses eingesetzte Ventileinsatz umfasst somit die Schalteinheit des (Booster-)Ventils, dessen Ventilkörper durch das als Vorstufe fungierende piezopneumatische Pilotventil verstellt wird.

**[0021]** Ferner sei darauf hingewiesen, dass das pneumatische Arbeitsglied eines Stellungsreglers Teil eines "einfach wirkenden" Systems mit einer - an den Arbeitsausgang der piezopneumatischen Ventileinheit angeschlossenen - Arbeitskammer sein kann. Das Arbeitsglied wird hierbei bevorzugt mittels einer Druckbeaufschlagung der Arbeitskammer gegen die Kraft einer Feder verschoben. Die Ventileinheit bildet in diesem Fall ein 3/3-Wegesystem und weist hierfür zwei pneumatisch gekoppelte Ventile auf.

**[0022]** Gleichfalls kommt für die vorliegende Erfindung jedoch in Betracht, dass das mittels der Ventileinheit verstellbare Arbeitsglied Teil eines "doppelt wirkenden" Systems ist, bei welchem auf das Arbeitsglied von verschiedenen Seiten zwei individuell mit Druck beaufschlagbare Arbeitskammern zu dessen Verstellung einwirken. Es versteht sich, dass die Ventileinheit eines Stellungsreglers in diesem Fall zwei getrennte Arbeitsausgänge für jede Arbeitskammer des Arbeitsglieds aufweist und dass in einem solchen Fall insgesamt vier piezopneumatische Ventile vorzusehen sind, von denen jeweils zwei Ventile pneumatisch miteinander gekoppelt und einem Arbeitsausgang der Ventileinheit zugeordnet sind. Die Ventileinheit bildet hier ein 5/3-Wegesystem, wobei erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass jedes der vier Ventile einen - wie bereits zuvor erläutert - austauschbar in einen Aufnahmehohlraum des jeweiligen Ventilgehäuses dichtend einsetzbaren funktionsspezifischen Ventileinsatz aufweist, wodurch die Funktionscharakteristik jedes der vier Ventile und damit das Fail-Safe-Verhalten des Stellungsreglers in besonders einfacher Weise an den gewünschten Einsatzzweck des Stellungsreglers anpassbar ist.

**[0023]** Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann in einer ersten Variante vorgesehen sein, dass der Verstellantrieb jedes Ventils und die Schalteinheit des zugehörigen Ventileinsatzes eine gemeinsame, als ganzes austauschbare Baugruppe bilden. Verschiedene funktionsspezifische Ventileinsätze umfassen dann als austauschbare Baugruppe auch den Verstellantrieb des betreffenden Ventils.

**[0024]** Alternativ hierzu kann in einer zweiten Variante der Erfindung vorgesehen sein, dass der Verstellantrieb jedes Ventils und die Schalteinheit des zugehörigen Ventileinsatzes getrennte Baugruppen bilden, wodurch zur Erzielung einer verschiedenen Funktionscharakteristik des betreffenden Ventils nur die Schalteinheit (mit Ventilkörper und Ventilsitz) des Ventils, nicht jedoch der Verstellantrieb des betreffenden Ventils ausgetauscht werden muss.

**[0025]** Beide vorgenannten Varianten können sich - je nach der konkreten Ausgestaltung des Verstellantriebs und seiner Anbindung an den Ventilkörper - als vorteilhaft und einfacher zu realisieren erweisen.

**[0026]** In einer bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die unterschiedliche Funktionscharakteristiken des betreffenden Ventils bewirkenden verschiedenen Ventileinsätze sich nur im Umfang der jeweiligen Schalteinheit unterscheiden, wodurch insbesondere auch der Verstellantrieb zu verschiedenen funktionsspezifischen Ventileinsätzen baugleich ausgestaltet sein kann.

**[0027]** Ferner ist im Rahmen einer abermals bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass bei den Ventileinsätzen jeweils der auf den Ventilkörper einwirkende Verstellantrieb und die Schalteinheit gastechnisch durch ein mittels einer Membran von der Schalteinheit abgetrenntes pneumatisches Volumen entkoppelt sind, wodurch eine Entkopplung der verstellantriebsseitig und schalteinheitsseitig vorherrschenden Betriebsmedien und -drücke realisiert ist. Ferner kann mit einer solchen, bevorzugt mit dem Ventilkörper der Schalteinheit gekoppelten Membran eine zusätzliche (Rückstell-)Kraft auf den Ventilkörper ausgeübt werden, was eine selbsttätige Stabilisierung des Stellungsreglers gegenüber kurzfristigen eingangs-, antriebs- oder ausgangseitige Druckschwankungen befördert.

**[0028]** In besonders bevorzugter Art und Weise können die im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgesehenen Ventilgehäuse der wenigstens zwei Ventile durch ein gemeinsames Ventilgehäuse gebildet sein. Dabei bietet es sich zur Erzielung einer besonders kompakten und robusten Bauweise insbesondere an, das gemeinsame Ventilgehäuse in Form eines - wenigstens zwei Aufnahmehohlräume aufweisenden - Ventilgehäuseblocks mit mindestens einem Gehäusedeckel auszubilden. Der wenigstens eine Gehäusedeckel verschließt bevorzugt die in dem Ventilgehäuseblock vorgesehenen Aufnahmehohlräume für die Ventileinsätze, wodurch nach Abnahme des wenigstens einen Gehäusedeckels bzw. vor dessen Montage ein geeigneter Zugang zu dem Aufnahmehohlraum besteht. Besonders bevorzugt kann hierbei in einer nochmaligen Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, dass sich der jedem Ventil zugeordnete Aufnahmehohlraum jeweils sowohl in den Ventilgehäuseblock als auch in den Deckel hinein erstreckt, wobei dann in nochmals bevorzugter Weise vorgesehen sein kann, dass der einem Ventil zugeordnete Verstellantrieb - zumindest teilweise - in dem in den Deckel hineinragenden Bereich des betreffenden Aufnahmehohlraumes untergebracht ist. Durch Abnahme des Gehäusedeckels mitsamt dem darin untergebrachten Verstellantrieb wird somit der Aufnahmehohlraum zum Einsatz oder Austausch eines funktionsspezifischen Ventileinsatzes zugänglich.

**[0029]** Bezüglich der pneumatischen Kopplung der beiden Ventile und der Verschaltung der Ventileinheit ist vorteilhaft

vorgesehen, dass der Arbeitsausgang der Ventileinheit mit einem die beiden Aufnahmehohlräume miteinander verbindenden Strömungskanal kommuniziert, d.h. mit diesem strömungstechnisch verbunden ist.

**[0030]** Es ist festzustellen, dass sich die zur Realisierung des erfindungsgemäßen Erfolgs notwendigen Merkmale - beinahe ausschließlich - in der beschriebenen Ausgestaltung der piezopneumatischen Ventileinheit manifestieren. Daher ist es gerechtfertigt, die vorliegende Erfindung auf einen Bausatz für eine in Übereinstimmung mit den vorgenannten Merkmalen ausgestaltete piezopneumatische Ventileinheit für einen pneumatischen Stellungsregler zu beziehen. Eine mit dem erfindungsgemäßen Bausatz herstellbare Ventileinheit umfasst zwei miteinander pneumatisch gekoppelte piezopneumatische Ventile, wobei die Ventileinheit einen Signaleingang für ein elektrisches Steuersignal sowie einen an eine Druckgasversorgung anschließbaren Versorgungseingang, einen an das pneumatische Arbeitsglied des Stellungsreglers anschließbaren Arbeitsausgang und einen Entlüftungsausgang für das Arbeitsmedium aufweist. Die Ventileinheit ist dabei ferner dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile jeweils ein Ventilgehäuse und einen in einen Aufnahmehohlraum des betreffenden Ventilgehäuses dichtend einsetzbaren funktionsspezifischen Ventileinsatz mit einer durchströmten Schalteinheit aufweisen, wobei der Ventil Sitz und der mit diesem zusammenwirkende, mittels eines Verstellantriebs verstellbare Ventilkörper an der Schalteinheit des Ventileinsatzes vorgesehen sind und wobei in dem Ventilgehäuse angeordnete Strömungskanäle dergestalt in den zugeordneten Aufnahmehohlraum münden, dass bei identischem Ventilgehäuse durch Austausch des Ventileinsatzes unterschiedliche Funktionscharakteristiken des betreffenden Ventils realisierbar sind.

**[0031]** Ersichtlich gelten bezüglich der Vorteile einer solchen Ventileinheit alle vorstehend genannten Aspekte in gleicher Weise, so dass insoweit zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen sei.

**[0032]** Und schließlich betrifft die vorliegende Erfindung das in Anspruch 14 beschriebene Verfahren zur Einstellung bzw. Abänderung des Fail-Safe-Verhaltens eines pneumatischen Stellungsreglers bzw. einer piezopneumatischen Ventileinheit.

**[0033]** Ersichtlich gelten bezüglich der Vorteile dieses Verfahrens wie auch bezüglich bevorzugter Weiterbildungen desselben alle vorstehend genannten Aspekte in gleicher Weise, so dass insoweit zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen sei.

**[0034]** Nachfolgend sind verschiedene Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Schaltskizze eines Ausführungsbeispiels eines pneumatischen Stellungsreglers mit einer piezopneumatischen Ventileinheit, die jeweils mit einem erfindungsgemäßen Bausatz herstellbar sind,

Fig. 2 einen Schnitt durch den Gehäuseblock der in Fig. 1 dargestellten Ventileinheit,

Fig. 3 einen Schnitt durch den Gehäuseblock der bereits in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ventileinheit mit vertauschten Ventileinsätzen,

Fig. 4 einen Schnitt durch den Gehäuseblock eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Ventileinheit und

Fig. 5 einen Schnitt durch das Ventilgehäuse des in Fig. 2 links teilweise dargestellten Ventils.

**[0035]** Der in Fig. 1 schematisch dargestellte pneumatische Stellungsregler 1 umfasst eine piezopneumatische Ventileinheit 2, die auf ein pneumatisches Arbeitsglied 3 einwirkt. An der Ventileinheit 2 ist ein an eine Druckgasversorgung anschließbarer Versorgungseingang 4, ein mit dem Arbeitsglied 3 verbundener Arbeitsausgang 5 sowie ein mit der Atmosphäre verbundener oder geeignet gefasster Entlüftungsausgang 6 vorgesehen.

**[0036]** Das vorliegend als einfach wirkendes System ausgestaltete pneumatische Arbeitsglied 3 des pneumatischen Stellungsreglers 1 umfasst einen innerhalb eines Zylinders 7 gegen die Kraft einer Feder 8 verschiebbaren Kolben 9, mit welchem z.B. eine - nicht dargestellte - Klappe oder ein Ventil betätigt werden kann. Zur Verstellung des - prinzipiell auch auf andere Weise ausgestaltbaren - pneumatischen Arbeitsgliedes 3 ist dessen Arbeitskammer 10 an dem Arbeitsausgang 5 der piezoelektrischen Ventileinheit 2 angeschlossen.

**[0037]** Die piezopneumatische Ventileinheit 2 umfasst ferner zwei piezopneumatische Ventile 11, 12, die pneumatisch miteinander gekoppelt und mit dem Arbeitsausgang 5 der Ventileinheit 2 verbunden sind. Das links dargestellte Ventil 11 dient durch seine Verbindung mit dem Versorgungseingang 4 der Ventileinheit 2 dem Druckaufbau in der Arbeitskammer 10 des Arbeitsglieds 3, während das rechts dargestellte Ventil 12 durch seine Verschaltung mit dem Entlüftungsausgang 6 dem Druckabbau in der Arbeitskammer 10 dient.

**[0038]** Jedes der beiden Ventile 11, 12 weist genau einen funktionsspezifischen Ventileinsatz 13, 14 auf, wobei sich die Ventileinsätze 13, 14 hinsichtlich der funktionsspezifischen Ausgestaltung ihrer jeweiligen Schalteinheit 15, 16 unterscheiden, wie dies den Fig. 1 und 2 zu entnehmen ist und weiter unten noch näher erläutert wird.

**[0039]** Die piezopneumatischen Ventile 11, 12 umfassen je eine als Verstellantrieb 17, 18 fungierende und für beide

Ventile 11, 12 identisch ausgebildete piezopneumatischen Vorstufe 19, 20, mit denen die jeweilige Schalteinheit 15, 16 (bzw. der darin angeordnete Ventilkörper 21, 22; vgl. Fig. 2) betätigt wird, wie dies durch die gestrichelten Pfeile 23, 24 angedeutet ist. Jedes piezopneumatische Pilotventil 19, 20 ist über einen gemeinsamen Druckbegrenzer 25 eingangs-

seitig mit der am Versorgungseingang 4 der Ventileinheit 2 anliegenden Druckgasversorgung verbunden und wird über ein piezoelektrisches Element 27, 28, das seinerseits mit einem elektrischen Regelschaltkreis in Form eines programmierbaren Mikrocontrollers 26 verbunden ist, betätigt.

**[0040]** Der Mikrocontroller 26 ist an den Signaleingang 29 für ein elektrisches Steuersignal sowie eine nicht dargestellte elektrische Energie- bzw. Spannungsversorgung angeschlossen. Er berechnet abhängig von dem einen Sollwert für die Stellgröße repräsentierenden Steuersignal und dem Istwert der Stellgröße geeignete Stellsignale für die beiden piezoelektrischen Elemente 27, 28.

**[0041]** Als Stell- bzw. Regelgröße für den dargestellten Stellungsregler 1 kann beispielsweise die am Arbeitsglied 3 mittels eines geeigneten Sensors üblicher Bauart bestimmbare Lage des Kolbens 9 oder der mittels eines Drucksensors bestimmbare Druck in der Arbeitskammer 10 des Arbeitsglieds 3 bzw. am Arbeitsausgang 5 der Ventileinheit 2 dienen. Ein hierfür zur Verwendung kommender und der besseren Übersichtlichkeit halber nicht dargestellter Sensor ist bevorzugt ebenfalls mit dem Mikrocontroller verbunden, um aus dem vom Sensor bestimmten Istwert der Stellgröße ein geeignetes Stellsignal für die Verstellantriebe 17, 18 der beiden piezopneumatischen Ventile 11, 12 zu berechnen.

**[0042]** Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den gestrichelt angedeuteten Ventilgehäuseblock 30 der piezopneumatischen Ventileinheit 2 aus Fig. 1. Der einteilige Ventilgehäuseblock 30 bildet die beiden Ventilgehäuse 31, 32 zur Aufnahme der Ventileinsätze 13, 14 der Ventile 11, 12 aus. Jeder Ventileinsatz 13, 14 ist in einem identischen Aufnahmehohlraum 33, 34 dichtend aufgenommen. In die Aufnahmehohlräume 33, 34 münden Strömungskanäle 35, 36, 37 derart, dass sie mit den Anschlüssen korrespondierender Strömungskanäle der Schalteinheiten 15, 16 der Ventileinsätze 13, 14 verbunden sind. Die Ventile 11, 12 sind dabei über den Strömungskanal 36, der gleichzeitig mit dem Arbeitsausgang 5 der Ventileinheit 2 kommuniziert, pneumatisch gekoppelt.

**[0043]** Beide linearverschiebbaren Ventilkörper 21, 22 der Ventile 11, 12 sind jeweils mittels einer - in Fig. 2 nicht dargestellten - Feder 38, 39 in die in Fig. 2 dargestellte und den Fail-Safe-Zustand bei Ausfall der elektrischen Energie definierende Schaltstellung vorgespannt und können durch den (in Fig. 2 nicht dargestellten und gemäß der Pfeile V1 und V2 mittelbar auf den Ventilkörper 21 bzw. 22 einwirkenden) piezopneumatischen Verstellantrieb 17, 19, 23 bzw. 18, 20, 24 entgegen der jeweiligen Federkraft  $F_{\text{feder}}$  verstellt werden. Die durch die piezoelektrischen Pilotventile 19, 20 gebildeten Verstellantriebe 17, 18 beider Ventile 11, 12 sind vorliegend derart an die Ventilkörper angekoppelt, dass bei einem Ausfall der elektrischen Energie von diesen keine Kraft mehr auf die Ventilkörper 21 bzw. 22 ausgeübt wird.

**[0044]** Dabei ist der Ventilkörper 21 des links dargestellten Ventileinsatzes 13 durch die Federkraft  $F_{\text{feder}}$  gegen seinen Ventilsitz 40, also in eine Schließstellung, vorgespannt, während der Ventilkörper 22 des rechts dargestellten Ventileinsatzes 14 durch die Federkraft  $F_{\text{feder}}$  in eine von seinem Ventilsitz 41 beabstandete Öffnungsstellung vorgespannt ist. Das links dargestellte Ventil 11 besitzt somit eine sich bei Energieausfall schließende Funktionscharakteristik ("normal geschlossen (NG)"), während das rechts dargestellte Ventil 12 eine sich bei Energieausfall öffnende Funktionscharakteristik ("normal offen (NO)") aufweist. Für den in Fig. 1 insgesamt dargestellten Stellungsregler 1 bedeutet dies, dass bei Ausfall der elektrischen Energie der Arbeitsausgang 5 über das sich öffnende Ventil 12 mit dem Entlüftungsausgang 6 verbunden und durch das sich schließende Ventil 11 von der am Versorgungseingang 4 anliegenden Druckgasversorgung entkoppelt wird, wodurch die Arbeitskammer 10 des Arbeitsglieds 3 entlüftet wird. Der Kolben 9 des Arbeitsglieds 3 nimmt somit unter Einwirkung der Feder 8 die bei druckloser Arbeitskammer 10 vorgegebene Endlage ein.

**[0045]** Fig. 3 zeigt nun einen Schnitt durch den Gehäuseblock 30 der bereits in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ventileinheit mit vertauschten Ventileinsätzen 13, 14. Es wird sofort klar, dass nun bei einem Ausfall der elektrischen Energie das linke Ventil 11 die dargestellte Öffnungsstellung einnimmt (=Funktionscharakteristik "NO"), während das rechte Ventil 12 seine Schließstellung einnimmt (=Funktionscharakteristik "NG"). Im Ergebnis wird der Arbeitsausgang 5 der Ventileinheit 2 mit der am Versorgungseingang 4 anliegenden Druckgasversorgung verbunden und von dem Entlüftungsausgang 6 entkoppelt, wodurch der Druck am Arbeitsausgang 5 steigt, so dass der Kolben 9 des Arbeitsglieds 3 gegen die Kraft der Feder 8 die gegenüber dem Ausführungsbeispiel aus den Fig. 1 und 2 entgegengesetzte Endlage seines maximalen Verfahrensweges einnimmt.

**[0046]** Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch den Ventilgehäuseblock 30 eines weiteren mit dem erfindungsgemäßen Bausatz herstellbaren Ausführungsbeispiels, bei dem wiederum der Stellungsregler 1 bzw. die Ventileinheit 2 als solche - mit Ausnahme der zur Verwendung kommenden Ventileinsätze 13 - identisch ausgestaltet sind.

**[0047]** Hier sind für die beiden Ventile 11, 12 zwei identische funktionspezifische Ventileinsätze 13 gewählt, deren Schalteinheiten 15 bei Energieausfall beide in eine das betreffende Ventil 11, 12 schließende Stellung überführt werden. Somit wird die Arbeitskammer 10 eines an den Arbeitsausgang 5 der Ventileinheit angeschlossenen Arbeitsglieds 3 sowohl vom Versorgungseingang 4 als auch vom Entlüftungsausgang 6 der Ventileinheit 2 entkoppelt, so dass sich der Druck in der Arbeitskammer 10 nicht ändert, also gleich bleibt. Das Arbeitsglied 3 bzw. dessen Kolben 9 behält damit seine vor dem Energieausfall eingenommene Position bei.

**[0048]** Figur 5 zeigt schließlich noch einen Schnitt durch das Ventilgehäuse 31 des in Fig. 2 links dargestellten Ventils

11. Dabei umfasst das Ventilgehäuse 31 einen Ventilgehäuseblock 30 und einen den Ventileinsatz 13 abdeckenden Gehäusedeckel 42, in denen ein das gesamte Ventil 11 (inkl. Pilotventil 19) aufnehmender Aufnahmehohlraum 33 ausgebildet ist, wobei das den Verstellantrieb 17 bildende Pilotventil 19 vollständig in dem in den Gehäusedeckel 42 hineinragenden Bereich des Aufnahmehohlraumes 33 untergebracht ist. Der Doppelpfeil P kennzeichnet die lineare

Verschiebbarkeit der mit dem Ventilkörper 21 verbundenen Ventilbestandteile.

**[0049]** Das als Verstellantrieb 17 fungierende Pilotventil 19 ist durch ein mittels der Membran 43 von der Schalteinheit 15 des Ventileinsatzes 13 abgetrenntes und stets entlüftetes pneumatisches Volumen 44 von der Schalteinheit 15 entkoppelt. Die Membran 43 ist dabei mittelbar mit dem Ventilkörper 21 verbunden und übt auf diesen, sobald er gegen die Kraft  $F_{\text{feder}}$  der innerhalb des Strömungskanals 35 abgestützten Feder 38 verschoben wird, eine Rückstellkraft  $F_{\text{rück}}$  auf den Ventilkörper aus, die - wie auch eine sich aus der Geometrie des Boosterventils ergebende Kraft  $F_{\text{sitz}}$  - der Stellkraft  $F_{\text{st}}$  des Pilotventils 19 entgegengerichtet ist. Das sich hierbei zu jedem Zeitpunkt einstellende Kräftegleichgewicht wirkt selbststabilisierend für das gesamte System gegenüber Systemschwankungen aller Art.

**[0050]** Die nachfolgenden Tabellen 1 und 2 zeigen die bei verschiedener Bestückung der Ventile 11, 12 mit den vorstehend erläuterten Ventileinsätzen 13, 14 realisierbaren Funktionscharakteristiken der betreffenden Ventile 11, 12 in Abhängigkeit vom Betätigungszustand des Pilotventils 19, 20 des jeweiligen Ventils bzw. das sich hieraus ergebende Fail-Safe-Verhalten einer vorstehend anhand der Figuren 1 - 4 im Grundsatz erläuterten Ventileinheit 2.

Tabelle 1

Ausführung der (Booster-)Ventile 11, 12					Änderung des Drucks am Arbeitsausgang				
funktionsspez. Ventileinsatz in Ventil 11 (Funktionscharakteristik)	funktionsspez. Ventileinsatz in Ventil 12 (Funktionscharakteristik)	Betätigungszustand Pilot 19				Betätigungszustand Pilot 20			
		aus				aus			
		aus				ein			
		ein				aus			
13 (NG)	14 (NO)	ein				ein			
		aus				steigt			
		aus				steigt			
		aus				undefiniert			
14 (NO)	13 (NG)	ein				aus			
		aus				ein			
		aus				keine Änderung			
		ein				sinkt			
13 (NG)	13 (NG)	aus				aus			
		aus				ein			
		ein				steigt			
		ein				undefiniert			
14 (NO)	14 (NO)	aus				aus			
		aus				ein			
		ein				steigt			
		ein				sinkt			



Tabelle 2

Funktionscharakteristik der Ventile		Verhalten des Ausgangsdrucks bei Ausfall	
Ventil 11	Ventil 12	elektrische Energie	Druckgasversorgung
NG	NO	sinkt	sinkt
NO	NG	steigt	sinkt
NG	NG	keine Änderung	sinkt
NO	NO	undefiniert	sinkt

**[0051]** Und schließlich zeigt Tabelle 3 das funktionscharakteristikabhängige Fail-Safe-Verhalten eines weiteren mit einem erfindungsgemäßen Bausatz herstellbaren Stellungsreglers, der in an sich bekannter Art an ein doppelt wirkendes Arbeitsglied angeschlossen ist und hierzu vier piezopneumatische Ventile A1, A2, B1, B2 der erläuterten Art aufweist. Die Ventile A1, B1 dienen zur Steuerung des Drucks in einer ersten, mit einem ersten Arbeitsausgang der Ventileinheit verbundenen Arbeitskammer des Arbeitsglieds, während die Ventile A2, B2 zur Steuerung des Drucks in einer zweiten, mit einem zweiten Arbeitsausgang der Ventileinheit verbundenen Arbeitskammer dienen.

Tabelle 3

Funktionscharakteristik der Ventile				Verhalten des Ausgangsdrucks bei Ausfall			
A1	A2	B1	B2	elektrische Energie		Druckgasversorgung	
				Kammer 1	Kammer 2	Kammer 1	Kammer 2
NG	NG	NO	NO	sinkt	sinkt	sinkt	sinkt
NO	NO	NG	NG	steigt	steigt	sinkt	sinkt
NG	NG	NG	NG	k. Änd.	k. Änd.	sinkt.	sinkt.
NO	NO	NO	NO	undef.	undef.	sinkt	sinkt
NG	NO	NO	NG	sinkt	steigt	sinkt	sinkt
NO	NG	NG	NO	steigt	sinkt	sinkt	sinkt

## Patentansprüche

1. Bausatz zur Herstellung einer piezopneumatischen Ventileinheit (2) für einen pneumatischen Stellungsregler (1), die piezopneumatische Ventileinheit (2) umfassend zwei miteinander pneumatisch gekoppelte piezopneumatische Ventile (11, 12) mit einer Mehrzahl an unterschiedlichen, funktionspezifischen Ventileinsätzen (13, 14), wobei die Ventileinheit (2) einen Signaleingang (29) für ein elektrisches Steuersignal sowie einen an eine Druckgasversorgung anschließbaren Versorgungseingang (4), einen an ein pneumatisches Arbeitsglied des Stellungsreglers (1) anschließbaren Arbeitsausgang (5) und einen Entlüftungsausgang (6) für das Arbeitsmedium aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die piezopneumatischen Ventile (11, 12) jeweils ein Ventilgehäuse (31, 32) und einen in einen Aufnahmehohlraum (33, 34) des betreffenden Ventilgehäuses (31, 32) dichtend einsetzbaren funktionspezifischen Ventileinsatz (13, 14) mit einer durchströmten Schalteinheit (15, 16) aufweisen, wobei jeder Ventileinsatz (13, 14) aus der Mehrzahl an unterschiedlichen Ventileinsätzen (13, 14) auswählbar ist, wobei der Ventilsitz (40, 41) und der mit diesem zusammenwirkende, mittels eines Verstellantriebs (17, 18) verstellbare Ventilkörper (21, 22) des jeweiligen piezopneumatischen Ventils (11, 12) an der Schalteinheit (15, 16) des Ventileinsatzes (13, 14) vorgesehen sind und wobei in dem Ventilgehäuse (31, 32) angeordnete Strömungskanäle (35, 36, 37) dergestalt in den zugeordneten Aufnahmehohlraum (33, 34) münden, dass bei identischem Ventilgehäuse (31, 32) durch Austausch des Ventileinsatzes (13, 14) unterschiedliche Funktionscharakteristiken des betreffenden Ventils (11, 12) realisierbar sind, wobei unter unterschiedlichen Funktionscharakteristiken ein unterschiedliches Fail-Safe-Verhalten des betreffenden Ventils zu verstehen ist und wobei im Falle eines Energieausfalls das betreffende Ventil mit einer ersten Funktionscharakteristik selbsttätig in seine Schließstellung überführt wird und das betreffende Ventil mit einer zweiten Funktions-

charakteristik selbsttätig in seine Öffnungsstellung überführt wird.

2. Bausatz nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinsätze (13, 14) austauschbar in dem dem jeweiligen Ventil (11, 12) zugeordneten Aufnahmehohlraum (33, 34) einsetzbar sind.
3. Bausatz nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstellantrieb (17, 18) in Form einer piezopneumatischen Vorstufe (19, 20) ausgeführt ist.
4. Bausatz nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstellantrieb (17, 18) jedes Ventils (11, 12) und die Schalteinheit (15, 16) des zugehörigen Ventileinsatzes (13, 14) eine gemeinsame, als ganzes austauschbare Baugruppe bilden.
5. Bausatz nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstellantrieb (17, 18) jedes Ventils (11, 12) und die Schalteinheit (15, 16) des zugehörigen Ventileinsatzes (13, 14) getrennte Baugruppen bilden.
6. Bausatz nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unterschiedliche Funktionscharakteristiken des betreffenden Ventils (11, 12) bewirkenden verschiedenen Ventileinsätze (13, 14) sich nur im Umfang der jeweiligen Schalteinheit (15, 16) unterscheiden.
7. Bausatz nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei den Ventileinsätzen (13, 14) jeweils der Verstellantrieb (17, 18) und die Schalteinheit (15, 16) gastechnisch durch ein mittels einer Membran (43) von der Schalteinheit (15, 16) abgetrenntes pneumatisches Volumen (44) entkoppelt sind.
8. Bausatz nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die beiden Ventile (11, 12) ein gemeinsames Ventilgehäuse (30, 42) vorgesehen ist.
9. Bausatz nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gemeinsame Ventilgehäuse (30, 42) einen Ventilgehäuseblock (30) und mindestens einen Gehäusedeckel (42) umfasst.
10. Bausatz nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Aufnahmehohlraum (33, 34) jeweils sowohl in den Ventilgehäuseblock (30) als auch in den Gehäusedeckel (42) hinein erstreckt.
11. Bausatz nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verstellantrieb (17, 18) in dem in den Gehäusedeckel (42) hineinragenden Bereich des Aufnahmehohlraumes (33, 34) untergebracht ist.
12. Bausatz nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitsausgang (5) mit einem die beiden Aufnahmehohlräume (33, 34) miteinander verbindenden Strömungskanal (36) kommuniziert.
13. Bausatz zur Herstellung eines pneumatischen Stellungsreglers (1) mit einem pneumatischen Arbeitsglied (3) und einer auf dieses wirkenden piezopneumatischen Ventileinheit (2), wobei der Bausatz aus einem pneumatischen Arbeitsglied (3) und einem Bausatz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 besteht.
14. Verfahren zur Einstellung bzw. Abänderung des Fail-Safe-Verhaltens einer aus einem Bausatz nach Anspruch 1 hergestellten piezopneumatischen Ventileinheit oder eines aus einem Bausatz nach Anspruch 13 hergestellten pneumatischen Stellungsreglers **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:
  - A) Vorgabe eines gewünschten Fail-Safe-Verhaltens für den pneumatischen Stellungsregler bzw. die piezopneumatische Ventileinheit entsprechend dem gewünschten Einsatzzweck des Stellungsreglers bzw. der Ventileinheit
  - B) Auswahl zweier zur Erzielung des gewünschten Fail-Safe-Verhaltens geeigneter Ventileinsätze aus der Mehrzahl an verschiedenen, funktionsspezifischen Ventileinsätzen des Bausatzes nach Anspruch 1, mit denen die unterschiedlichen Funktionscharakteristiken im Sinne des unterschiedlichen Fail-Safe-Verhaltens des betreffenden Ventils erzielbar sind
  - C) Entweder Erstbestückung der Aufnahmehohlräume mit den gemäß Schritt B) ausgewählten Ventileinsätzen

oder Austausch von bereits in den Aufnahmehohlräumen vorhandenen Ventileinsätzen durch die gemäß Schritt B) ausgewählten Ventileinsätze.

## 5 Claims

1. Kit for producing a piezo-pneumatic valve unit (2) for a pneumatic positioner (1), the piezo-pneumatic valve unit (2) comprising two piezo-pneumatic valves (11, 12) pneumatically coupled with one another having a plurality of different, function-specific valve inserts (13, 14), wherein the valve unit (2) has a signal input (29) for an electrical control signal as well as a supply input (4), which can be connected to a compressed gas supply, a working output (5), which can be connected to a pneumatic working member of the positioner (1), and a ventilation outlet (6) for the working medium,  
**characterized in that**  
the piezo-pneumatic valves (11, 12) respectively have a valve housing (31, 32) and a function-specific valve insert (13, 14), which can be inserted in a sealing manner in a receiving cavity (33, 34) of the valve housing (31, 32) in question, having a switching unit (15, 16) through which the flow passes, wherein each valve insert (13, 14) can be selected from the plurality of different valve inserts (13, 14), wherein the valve seat (40, 41) and the valve body (21, 22) of the respective piezo-pneumatic valve (11, 12), which valve body (21, 22) cooperates with the valve seat (40, 41) and can be adjusted by means of an adjusting drive (17, 18), are provided on the switching unit (15, 16) of the valve insert (13, 14) and wherein flow channels (35, 36, 37) arranged in the valve housing (31, 32) open into the associated receiving cavity (33, 34) in such a way that different functional characteristics of the affected valve (11, 12) can be achieved with an identical valve housing (31, 32) by replacing the valve insert (13, 14), wherein different functional characteristics should be understood as different fail-safe behaviour of the affected valve and wherein if there is a power failure, the affected valve with a first functional characteristic is automatically moved to its closed position and the affected valve with a second functional characteristic is automatically moved to its open position.
2. Kit according to Claim 1, **characterized in that** the valve inserts (13, 14) can be inserted interchangeably in the receiving cavity (33, 34) associated with the respective valve (11, 12).
3. Kit according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the adjusting drive (17, 18) is designed in the form of a piezo-pneumatic preliminary stage (19, 20).
4. Kit according to Claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the adjusting drive (17, 18) of each valve (11, 12) and the switching unit (15, 16) of the associated valve insert (13, 14) form a common assembly that can be replaced as a whole.
5. Kit according to Claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the adjusting drive (17, 18) of each valve (11, 12) and the switching unit (15, 16) of the associated valve insert (13, 14) form separate assemblies.
6. Kit according to one of the preceding claims, **characterized in that** the different valve inserts (13, 14) which bring about the different functional characteristics of the affected valve (11, 12) only differ in the scope of the respective switching unit (15, 16).
7. Kit according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the case of the valve inserts (13, 14), the adjusting drive (17, 18) and the switching unit (15, 16) are respectively de-coupled in terms of gas by a pneumatic volume (44) separated from the switching unit (15, 16) by means of a diaphragm (43).
8. Kit according to one of the preceding claims, **characterized in that** a common valve housing (30, 42) is provided for the two valves (11, 12).
9. Kit according to Claim 8, **characterized in that** the common valve housing (30, 42) comprises a valve housing block (30) and at least one housing cover (42).
10. Kit according to Claim 9, **characterized in that** the receiving cavity (33, 34) respectively extends into both the valve housing block (30) and the housing cover (42).
11. Kit according to Claim 10, **characterized in that** the adjusting drive (17, 18) is accommodated in the region of the receiving cavity (33, 34) projecting into the housing cover (42).

12. Kit according to one of the preceding claims, **characterized in that** the working output (5) communicates with a flow channel (36) connecting the two receiving cavities (33, 34) to one another.

13. Kit for producing a pneumatic positioner (1) having a pneumatic working member (3) and a piezo-pneumatic valve unit (2) acting on it, wherein the kit consists of a pneumatic working member (3) and a kit according to one of Claims 1 to 12.

14. Method for adjusting or modifying the fail-safe behaviour of a piezo-pneumatic valve unit produced from a kit according to Claim 1 or of a pneumatic positioner produced from a kit according to Claim 13 **characterized by** the following steps:

A) specifying desired fail-safe behaviour for the pneumatic positioner or piezo-pneumatic valve unit according to the desired purpose of the positioner or valve unit

B) selecting two valve inserts suitable for achieving the desired fail-safe behaviour from the plurality of different, function-specific valve inserts of the kit according to Claim 1, with which the different functional characteristics in terms of the different fail-safe behaviour of the affected valve can be achieved

C) either initially fitting the receiving cavities with the valve inserts selected according to step B) or replacing valve inserts already present in the receiving cavities by the valve inserts selected according to step B).

## Revendications

1. Ensemble à monter destiné à la réalisation d'une unité de soupape piézopneumatique (2) pour un positionneur pneumatique (1), l'unité de soupape piézopneumatique (2) comprenant deux soupapes piézopneumatiques (11, 12) couplées pneumatiquement l'une à l'autre avec une pluralité de garnitures de soupape (13, 14) différentes, spécifiques au fonctionnement, sachant que l'unité de soupape (2) comporte une entrée de signal (29) pour un signal de commande électrique ainsi qu'une entrée d'alimentation (4) raccordable à une alimentation de gaz comprimé, une sortie fonctionnelle (5) raccordable à un organe fonctionnel du positionneur (1) et une sortie d'évacuation d'air (6) pour le fluide de travail,

### **caractérisé en ce que**

les soupapes piézopneumatiques (11, 12) comportent respectivement un boîtier de soupape (31, 32) et une garniture de soupape (13, 14) spécifique au fonctionnement insérable de façon étanche dans un compartiment creux de réception (33, 34) du boîtier de soupape (31, 32) concerné avec une unité de connexion (15, 16) traversée, sachant que chaque garniture de soupape (13, 14) peut être sélectionnée à partir d'une pluralité de garnitures de soupape (13, 14) différentes, sachant que le siège de soupape (40, 41) et le corps de soupape (21, 22) coopérant avec celui-ci de la soupape piézopneumatique (11, 12) respective, réglable au moyen d'un mécanisme de réglage (17, 18) sont prévus sur l'unité de connexion (15, 16) de la garniture de soupape (13, 14) et sachant que des conduits d'écoulement (35, 36, 37) disposés dans le boîtier de soupape (31, 32) débouchent dans le compartiment creux de réception (33, 34) de telle manière que pour un boîtier de soupape (31, 32) identique, des caractéristiques fonctionnelles différentes de la soupape concernée (11, 12) peuvent être réalisées en échangeant la garniture de soupape (13, 14), sachant que par caractéristiques fonctionnelles différentes, on entend un comportement à sécurité intégré différent de la soupape concernée et sachant qu'en cas d'une panne d'énergie, la soupape concernée passe automatiquement avec une première caractéristique fonctionnelle dans sa position de fermeture et la soupape concernée est transférée avec une deuxième caractéristique fonctionnelle automatiquement dans sa position d'ouverture.

2. Ensemble à monter selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les garnitures de soupape (13, 14) peuvent être insérées de façon interchangeable dans le compartiment creux de réception (33, 34) attribué à la soupape respective (11, 12).

3. Ensemble à monter selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le mécanisme de réglage (17, 18) est exécuté sous la forme d'un étage d'entrée piézopneumatique (19, 20).

4. Ensemble à monter selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le mécanisme de réglage (17, 18) de chaque soupape (11, 12) et l'unité de connexion (15, 16) de l'élément interne de soupape correspondant (13, 14) forment un module commun échangeable en tant que tel.

5. Ensemble à monter selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le mécanisme de réglage (17, 18) de chaque soupape (11, 12) et l'unité de connexion (15, 16) de la garniture de soupape correspondante (13, 14) forment

des modules séparés.

- 5 6. Ensemble à monter selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les différentes garnitures de soupape (13, 14) mettant en œuvre les différentes caractéristiques fonctionnelles de la soupape concernée (11, 12) ne se différencient que par l'importance de l'unité de connexion respective (15, 16).
- 10 7. Ensemble à monter selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** concernant les garnitures de soupape (13, 14), le mécanisme de réglage (17, 18) et l'unité de connexion (15, 16) sont respectivement techniquement découplés eu égard au gaz par un volume (44) pneumatique séparé de l'unité de connexion (15, 16) au moyen d'une membrane (43) .
- 15 8. Ensemble à monter selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'** un boîtier de soupape commun (30, 42) est prévu pour les deux soupapes (11, 12).
- 20 9. Ensemble à monter selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**, le boîtier de soupape commun (30, 42) comprend un bloc de boîtier de soupape (30) et au moins un couvercle de boîtier (42).
- 25 10. Ensemble à monter selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le compartiment creux de réception (33, 34) s'étend respectivement, vers l'intérieur, tant dans le bloc de boîtier de soupape (30) que dans le couvercle de boîtier (42).
- 30 11. Ensemble à monter selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le mécanisme de réglage (17, 18) est placé dans la zone du compartiment creux de réception (33, 34), faisant saillie intérieure dans le couvercle de boîtier (42).
- 35 12. Ensemble à monter selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la sortie fonctionnelle (5) communique avec un conduit d'écoulement (36) reliant entre eux les deux compartiments creux de réception (33, 34).
- 40 13. Ensemble à monter destiné à la réalisation d'un positionneur pneumatique (1) avec un organe fonctionnel pneumatique (3) et une unité de soupape piézopneumatique (2) agissant sur celui-ci, sachant que l'ensemble à monter est composé d'un organe fonctionnel pneumatique (3) et d'un ensemble à monter selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.
- 45 14. Procédé destiné au réglage ou à la modification du comportement à sécurité intégrée d'une unité de soupape piézopneumatique réalisé à partir d'un ensemble à monter selon la revendication 1 ou d'un positionneur pneumatique réalisé à partir d'un ensemble à monter selon la revendication 13, **caractérisé par** les étapes suivantes :
  - A) prédéfinition d'un comportement à sécurité intégrée souhaité pour le positionneur pneumatique ou l'unité de soupape piézopneumatique correspondant au but d'utilisation souhaité du positionneur ou de l'unité de soupape,
  - 50 B) sélection de deux garnitures de soupape adaptées à l'objectif du comportement à sécurité intégrée souhaité à partir de la pluralité de garnitures de soupape spécifiques au fonctionnement différentes de l'ensemble à monter selon la revendication 1 avec lesquelles les différentes caractéristiques fonctionnelles peuvent être obtenues au sens du comportement à sécurité intégrée différent de la soupape concernée,
  - 55 C) soit premier équipement des compartiments creux de réception avec les garnitures de soupape sélectionnées selon l'étape B) soit échange des garnitures de soupape déjà présentes dans les compartiments creux de réception par des garnitures de soupape sélectionnées selon l'étape B) .

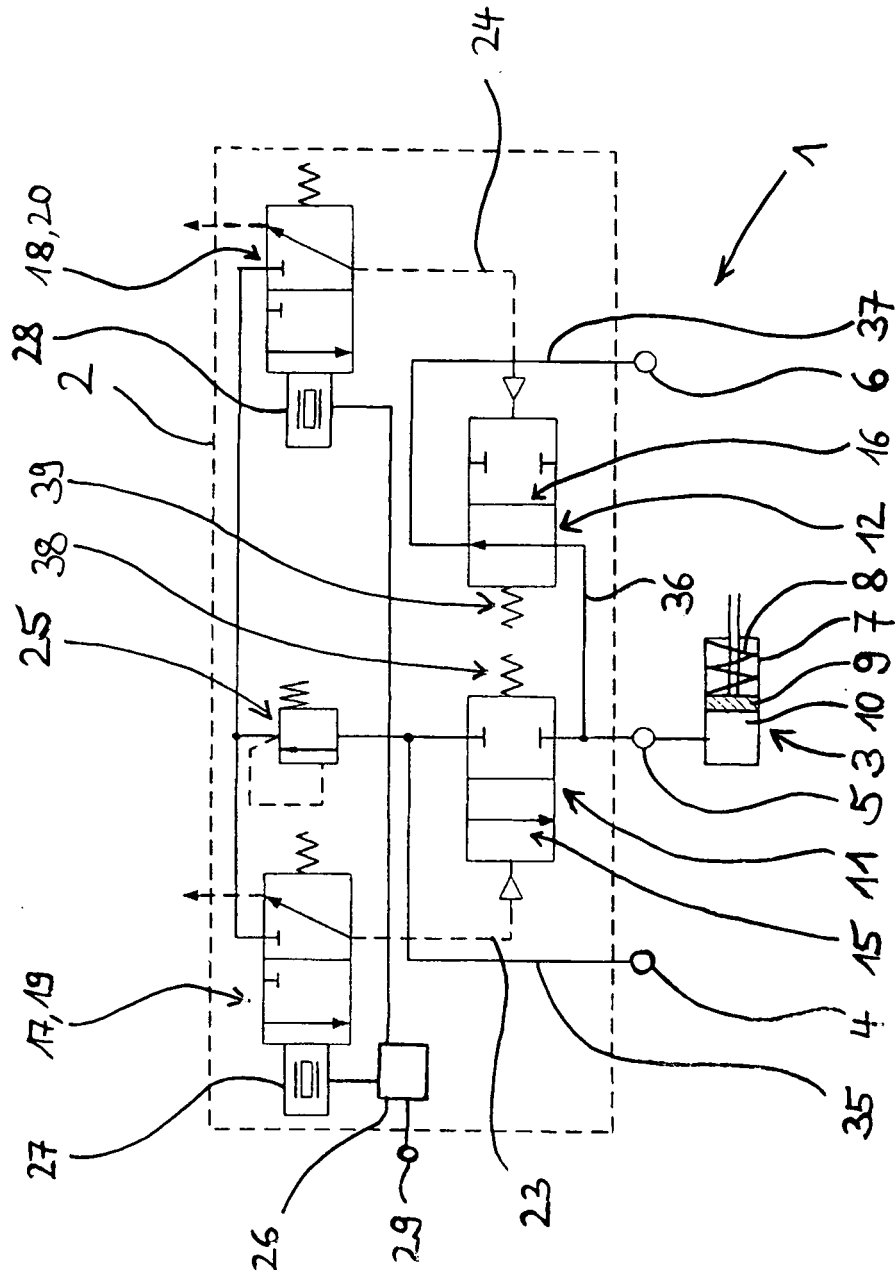
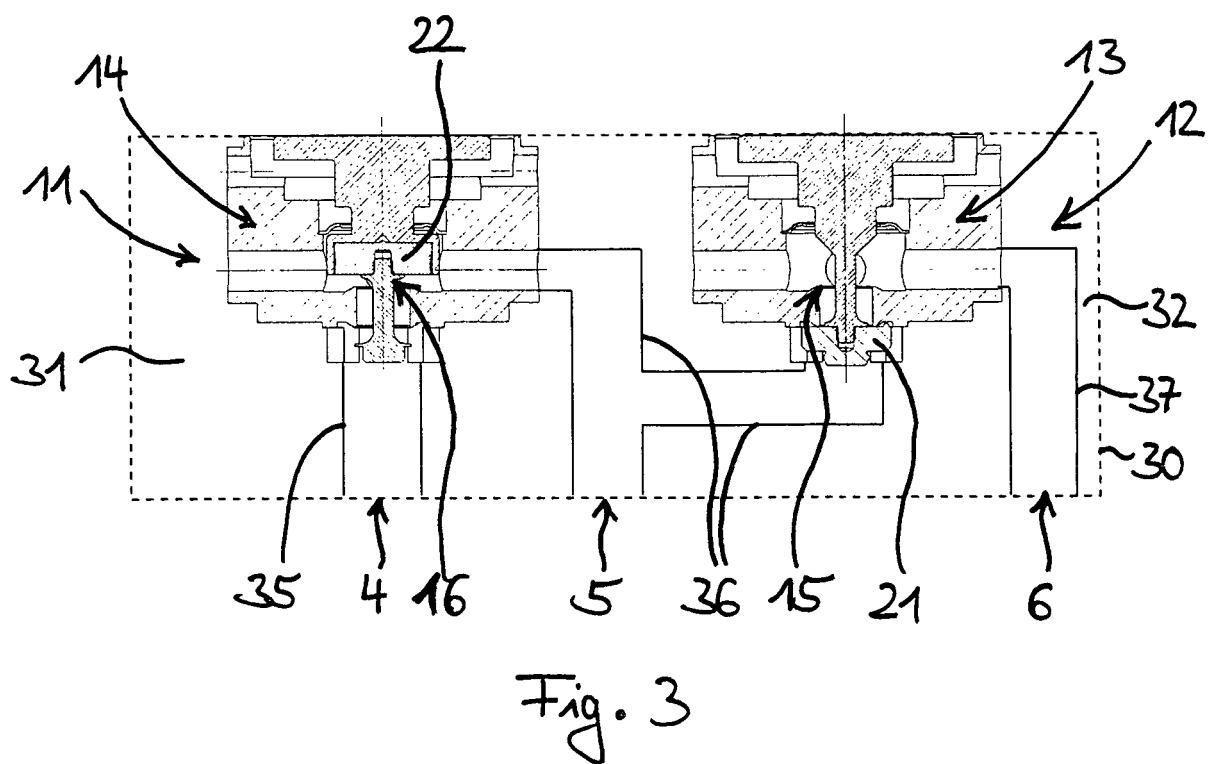
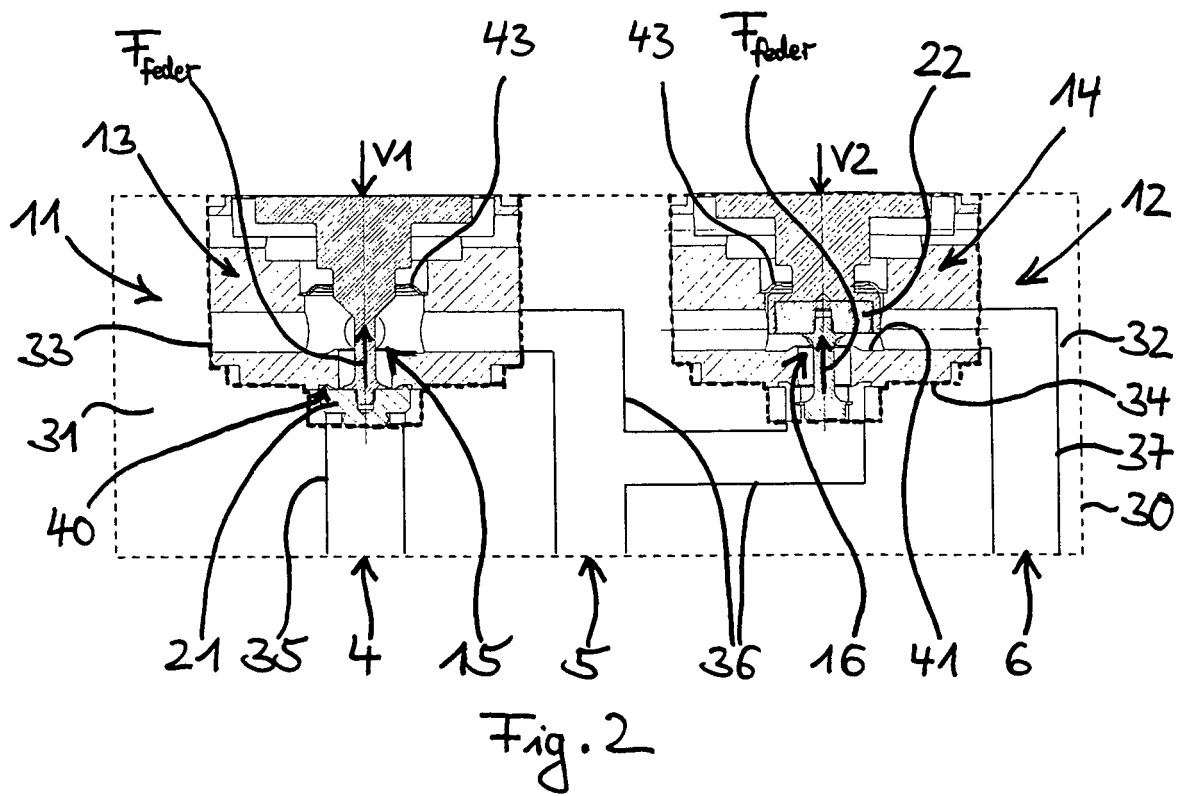


Fig. 1



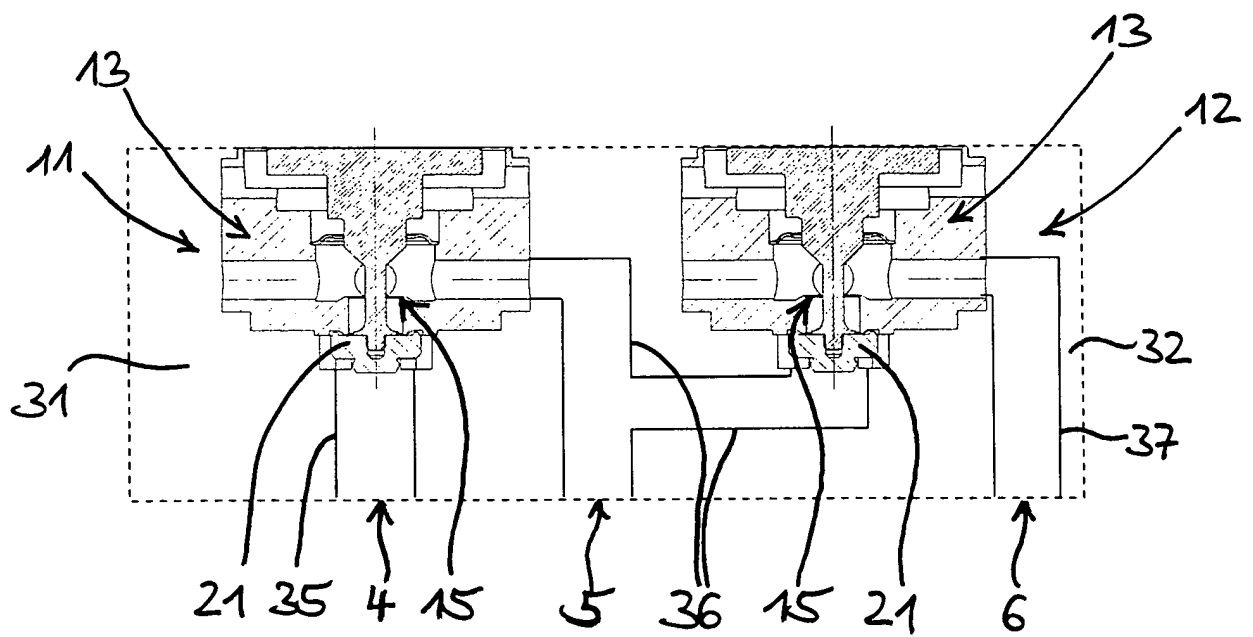


Fig. 4



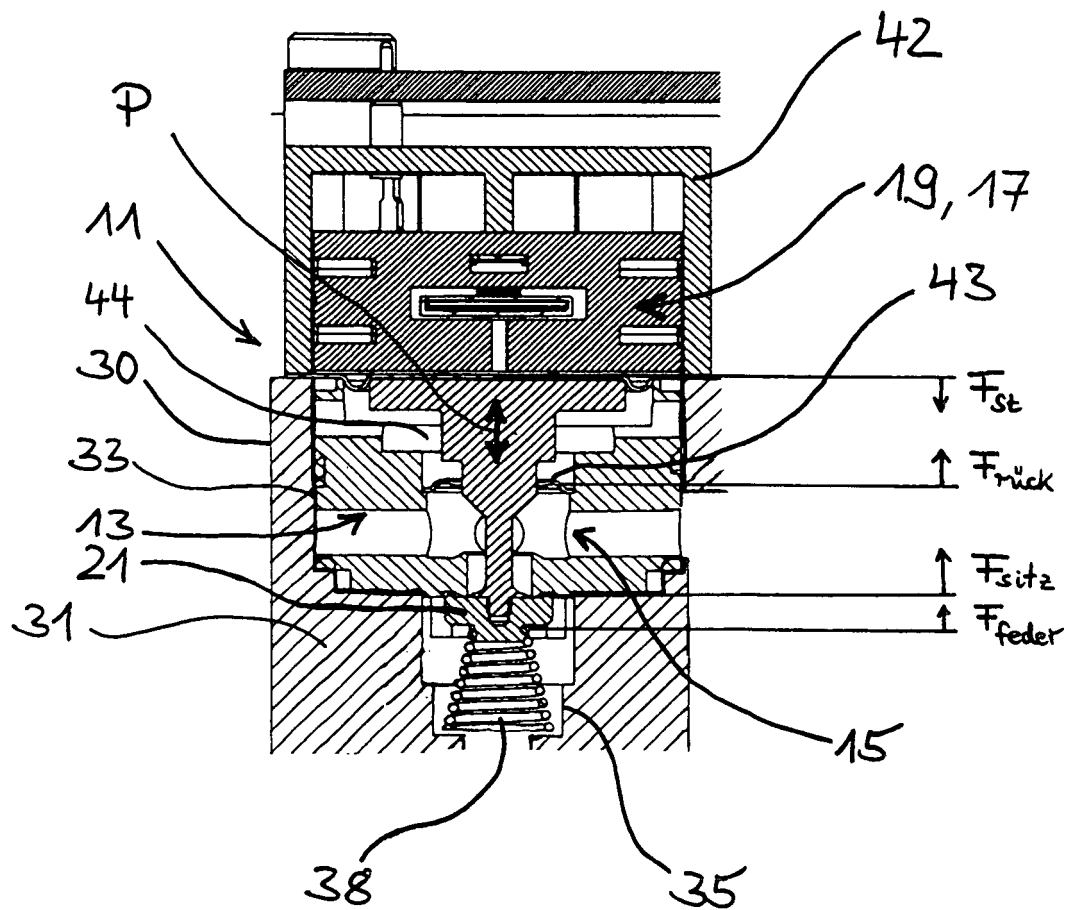


Fig. 5

**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**

- EP 0822344 A2 [0004]
- US 20020007727 A1 [0005]
- US 5362141 A [0006]