



(10) **DE 10 2016 212 581 A1** 2018.01.11

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 212 581.8**
(22) Anmeldetag: **11.07.2016**
(43) Offenlegungstag: **11.01.2018**

(51) Int Cl.: **F16K 31/64 (2006.01)**
F16K 17/38 (2006.01)
F16K 31/70 (2006.01)

(71) Anmelder:
Airbus DS GmbH, 82024 Taufkirchen, DE

(74) Vertreter:
**Wuesthoff & Wuesthoff, Patentanwälte PartG
mbB, 81541 München, DE**

(72) Erfinder:
**Kraus, Stephan, 74229 Oedheim, DE; Maier,
Thomas, 74348 Lauffen, DE; Wolf, Markus,
70173 Stuttgart, DE; Schulte, Georg, 74239
Hardthausen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

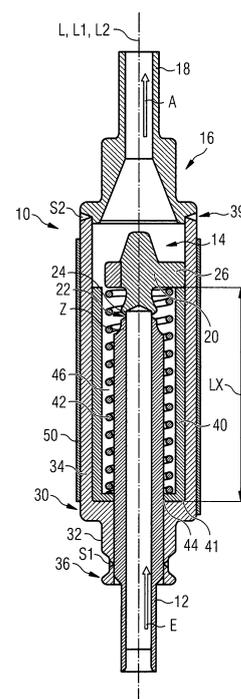
DE	10 2013 001 992	A1
DE	10 2013 012 377	A1
DE	10 2014 003 261	A1
DE	603 08 538	T2
FR	2 780 477	A1
US	2009 / 0 139 727	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Ventil zum selektiven Öffnen einer Fluidleitung in einem Satellitenantriebssystem**

(57) Zusammenfassung: Ventil (10) zum selektiven Öffnen einer Fluidleitung, insbesondere in einem Satellitenantriebssystem, umfassend: ein Einlasselement (12), einen Auslassbereich (16), ein Verschlusselement (20), das in einer Ausgangsposition eine fluidische Verbindung zwischen dem Einlasselement (12) und dem Auslassbereich (16) blockiert, und ein Aktorelement (40), das dazu ausgebildet ist, sich an dem Verschlusselement (20) abzustützen, wobei das Aktorelement (40) ein zumindest von dem Einlasselement (12) abweichendes Wärmeausdehnungsverhalten aufweist, und wobei sich das Aktorelement (40) entlang einer Längsachse (L1) des Einlasselements (12) erstreckt und dazu ausgebildet ist, sich ab Erreichen eines vorbestimmten Erwärmungsgrades mit einer derartigen Kraft an dem Verschlusselement (20) abstützen, dass das Verschlusselement (20) aus seiner Ausgangsposition bewegt wird und eine fluidische Verbindung zwischen dem Einlasselement (12) und dem Auslassbereich (16) ermöglicht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ventil zum selektiven Öffnen einer Fluidleitung, insbesondere in einem Satellitenantriebssystem, sowie ein Satellitenantriebssystem, umfassend ein derartiges Ventil.

[0002] Bei Satelliten ist es bekannt, Ventile vorzusehen, die selektiv öffnbar sind und insbesondere lediglich ein einziges Mal geöffnet werden können. Hierdurch soll beispielsweise ein gezieltes Ablassen von Resttreibstoff vor einem Atmosphärenwiedereintritt ermöglicht werden, um unerwünschte Explosionen zu vermeiden (sogenanntes Passivieren des Satellitenantriebssystem und insbesondere von dessen Treibstofftanks oder -leitungen). Des Weiteren ist im Rahmen der Eliminierung sämtlicher an Bord befindlicher Energie das Entleeren von Hochdruck-Fördergas tanks (z. B. Heliumtanks) am Ende der Betriebszeit des Raumfahrtssystems erforderlich.

[0003] Aus der DE 10 2013 001 992 A1 ist hierzu eine Lösung bekannt, bei der ein Ventil ein Material umfasst, das zur irreversiblen einmaligen Öffnung eines Ventils bis zu einer Phasenumwandlungstemperatur erwärmbar ist. Ferner sind auch pyrotechnische Anwendungen bekannt, die jedoch eine lediglich begrenzte Lebensdauer besitzen und deren Aktivierung nur mit einer gewissen Schockwirkung möglich ist. Pyrotechnische Ventile zeichnen sich ferner durch hohe Herstellkosten aus und erfordern hohe Sorgfalt bei der Handhabung und dem Transport. In der Regel darf auch nur geschultes Personal mit besonderen Sprengstoffscheinen derartige Ventile handhaben.

[0004] Nachteilig bei den vorbekannten Lösungen sind deren komplexer Aufbau sowie eine allgemein erhöhte Baugröße. Ferner sind zum Erzielen einer ausreichenden Dichtigkeit des Ventils umfangreiche Maßnahmen erforderlich. Es hat sich gezeigt, dass derartige Ventile deshalb auch nicht für Hochdruckanwendungen geeignet sind und allgemein nur unter erhöhten Kosten hergestellt werden können.

[0005] Die Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, ein Ventil zum selektiven und insbesondere einmaligen Öffnen einer Fluidleitung bereitzustellen, das bei einem vereinfachten Aufbau einer zuverlässigen Dichtigkeit besitzt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Ventil gemäß Anspruch 1 sowie ein Satellitenantriebssystem gemäß Anspruch 15 gelöst. Diese Lösung kann sich ferner durch eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer und geringe Herstellkosten auszeichnen und eine hohe interne (Helium-)Dichtigkeit sowie aufgrund nachstehend erläuteter Schweißnähte auch ein besonders dichtes Gehäuse bereitstellen (externe Dichtigkeit). Außerdem vermeidet sie die erläuterten Nachteile von pyrotechnischen Ventilen.

[0007] Ein Ventil zum selektiven Öffnen einer Fluidleitung, insbesondere in einem Satellitenantriebssystem, umfasst ein Einlasselement, einen Auslassbereich sowie ein Verschlusselement, das in einer Ausgangsposition eine fluidische Verbindung zwischen dem Einlasselement und dem Auslassbereich blockiert.

[0008] Das Einlasselement kann sich entlang einer Längsachse erstrecken sowie allgemein langgestreckt ausgebildet sein. Dies kann ein Ausbilden mit einer ausgeprägten Länge entlang der Längsachse des Einlasselements im Vergleich zu dessen Querschnittsabmessungen einschließen. Das Einlasselement kann ferner einen Einlassfluidpfad definieren, der sich ebenfalls entlang der Längsachse erstrecken kann. Schließlich kann das Einlasselement zumindest abschnittsweise hohl oder hohlzylindrisch ausgebildet sein und der Einlassfluidpfad kann sich durch den hohlen Abschnitt des Einlasselements hindurch erstrecken.

[0009] Der Auslassbereich kann ebenfalls durch ein langgestrecktes und zumindest abschnittsweise hohles Auslasselement gebildet werden oder ein solches umfassen. Gemäß einer bevorzugten Variante definiert der Auslassbereich einen Auslassfluidpfad, der sich wiederum durch einen hohlen Abschnitt eines Auslasselementes hindurch erstrecken kann. Vorzugsweise verläuft der Auslassfluidpfad dabei im Wesentlichen parallel oder coaxial zu dem Einlassfluidpfad.

[0010] Bei dem Verschlusselement kann es sich um jegliches geeignetes Element handeln, das (zumindest in einer Ausgangsposition) einen Fluidfluss durch das Einlasselement in Richtung des Auslassbereiches und somit eine fluidleitende Verbindung hierzwischen blockieren kann. Beispielsweise kann das Verschlusselement im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildet sein und einen Durchmesser aufweisen, der die Querschnittsabmessungen beziehungsweise den Durchmesser eines axialen Endbereiches des Einlass- und/oder des Auslasselements überschreitet.

[0011] Das Ventil umfasst ferner ein Aktorelement, das dazu ausgebildet, sich an dem Verschlusselement abzustützen, wobei das Aktorelement ein zumindest von dem Einlasselement abweichendes Wärmeausdehnungsverhalten aufweist. Das Wärmeausdehnungsverhalten kann zudem von dem Wärmeausdehnungsverhalten des Verschlusselementes und/oder des Auslassbereiches abweichen sowie von jeglichen weiteren Komponenten des Ventils und vorzugsweise deren Wärmeausdehnungsverhalten überschreiten. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass sich das Aktorelement bei einer Erwärmung in einem größeren Maße ausdehnt als das Einlasselement und/oder das Verschlusselement.

[0012] Hierdurch kann das Ausmaß des Abstützens an dem Verschlusselement sowie der dadurch übertragenen Kräfte mit zunehmender Erwärmung erhöht werden, insbesondere wenn das Verschlusselement eine Ausdehnung des Aktorelements behindert. Mit anderen Worten kann vorgesehen sein, dass das Aktorelement dazu ausgebildet ist, nach Maßgabe eines Erwärmungsgrades Druckkräfte auf das Verschlusselement auszuüben.

[0013] Das Abstützen des Aktorelements kann mittelbar, beispielsweise über zwischengeordnete Elemente erfolgen, oder aber unmittelbar, beispielsweise durch eine direkte Anlage an dem Verschlusselement. Man beachte, dass das Aktorelement insbesondere bei einem niedrigen Erwärmungsgrad bzw. einer niedrigen Temperatur sich zunächst auch nicht an dem Verschlusselement abstützen und/oder direkt daran anliegen kann. Vielmehr kann dies erst ab Erreichen eines gewissen Erwärmungsgrades bzw. einer gewissen Temperatur erfolgen und zum Beispiel spätestens bei Erreichen eines nachfolgend erläuterten vorbestimmten Erwärmungsgrades. Mit anderen Worten kann zunächst ein Spalt zwischen dem Aktorelement und dem Verschlusselement vorgesehen sein, der insbesondere ein unterschiedliches Wärmeausdehnungsverhalten dieser Elemente kompensieren kann, solange der vorbestimmte Erwärmungsgrad noch nicht erreicht ist.

[0014] Ferner ist vorgesehen, dass sich das Aktorelement entlang einer Längsachse des Einlasselements erstreckt. Hierzu kann das Aktorelement im Wesentlichen korrespondierend zu dem Einlasselement ausgebildet und/oder innerhalb des Ventils angeordnet sein, sodass sich diese Elemente im Wesentlichen parallel zueinander innerhalb des Ventils erstrecken können. Beispielsweise kann sich auch das Aktorelement entlang einer Längsachse erstrecken und allgemein langgestreckt ausgebildet sein, wobei die Längsachsen des Aktorelements und des Einlasselements parallel zueinander verlaufen oder auch zusammenfallen können.

[0015] Schließlich ist das Aktorelement dazu ausgebildet, sich ab Erreichen eines vorbestimmten Erwärmungsgrades mit einer derartigen Kraft an dem Verschlusselement abstützen, dass das Verschlusselement aus seiner Ausgangsposition bewegt wird und eine fluidische Verbindung zwischen dem Einlasselement und dem Auslassbereich ermöglicht.

[0016] Unter dem vorbestimmten Erwärmungsgrad kann insbesondere eine Temperaturerhöhung des Aktorelements auf einen vorbestimmten Temperaturschwellenwert verstanden werden. Ebenso kann dies ein Halten des Aktorelements auf oder oberhalb des entsprechenden Temperaturschwellenwerts für eine gewisse Mindestzeitdauer einschließen. Die Abstützkraft des Aktorelements kann dabei eine Gewichtskraft

kraft des Verschlusselementes übersteigen und/oder eine Befestigungs- oder Vorspannungskraft, die das Verschlusselement zunächst in seiner Ausgangsposition hält. Insbesondere kann das Aktorelement dazu ausgebildet sein, das Verschlusselement im Wesentlichen entlang einer Längsachse des Einlasselements und/oder in Richtung des Ausgangsbereiches zu bewegen. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass die Bewegung entlang des Einlass- und/oder des Auslassfluidpfades erfolgt. Ferner kann das Verschlusselement in seiner aus der Ausgangsposition bewegten Endposition allgemein zwischen dem Einlasselement und dem Auslassbereich angeordnet und dabei von dem zu leitenden Fluid umströmbar sein.

[0017] Die Erfinder haben somit erkannt, dass durch Bereitstellen eines derartigen Ventils eine zuverlässige Betätigung und vereinfachte Abdichtung bei einem kompakten Aufbau ermöglicht wird. Insbesondere können sich die relevanten Elemente im Wesentlichen parallel zueinander beziehungsweise entlang gemeinsamer Längsachsen erstrecken und auch eine Betätigungsbewegung kann entlang dieser Längsachse erfolgen. Insgesamt kann das Ventil somit allgemein länglich ausgebildet werden und dabei gegenüber vorbekannten Lösungen reduzierte Querschnittsabmessungen aufweisen. Insbesondere können die sich zu einem Fluidpfad durch das Ventil quer erstreckenden Ventilabmessungen dabei erheblich reduziert werden.

[0018] Eine Weiterbildung sieht vor, dass das Einlasselement rohrförmig ausgebildet ist. Die Querschnittsabmessungen und/oder -form können dabei beliebig gewählt werden. Vorzugsweise ist jedoch ein runder und insbesondere kreisförmiger Querschnitt vorgesehen. Ferner kann die Länge des Einlasselements dessen Querschnittsabmessungen allgemein überschreiten und zum Beispiel eine größere Länge als dessen Durchmesser aufweisen. Das rohrförmige Einlasselement kann dabei mit angrenzenden Fluidleitungen koppelbar sein und sich ferner in eine etwaige Gehäuseanordnung des Ventils hinein erstrecken. Auch ein etwaiges Auslasselement des Auslassbereiches kann rohrförmig ausgebildet sein, nahe einer Ventilgehäuseanordnung jedoch auch einen aufgeweiteten Bereich umfassen, um eine zuverlässige Verbindung mit dem Gehäuse zu ermöglichen.

[0019] Das Aktorelement kann einen hohlzylindrischen Abschnitt umfassen, der das Einlasselement zumindest abschnittsweise umgibt. Hierbei kann ein zumindest abschnittsweises Umgeben entlang der Längsachse des Einlasselementes vorgesehen sein und/oder entlang einer Umfangsachse. Bevorzugt erstreckt sich das Aktorelement jedoch zumindest entlang eines gewissen Abschnittes der Längsachse des Einlasselementes und nimmt dieses dabei in dem hohlzylindrischen Abschnitt auf. Da-

bei kann zumindest der hohlzylindrische Abschnitt des Aktorelements allgemein korrespondierend zu dem Einlasselement ausgebildet sein, beispielsweise mit einer korrespondierenden Querschnittsform. Ferner kann der hohlzylindrische Abschnitt an einer Außenumfangsfläche des Einlasselements anliegen und/oder zumindest abschnittsweise in einem Abstand hiervon angeordnet sein, sodass ein Zwischenraum zwischen einer Innenumfangsfläche des Aktorelements und einer Außenumfangsfläche des Einlasselements vorliegt. Übergeordnet kann der hohlzylindrische Abschnitt somit rohr- oder hülsenförmig ausgebildet sein, vorzugsweise mit einem runden und/oder kreisförmigen Querschnitt, und das Aktorelement kann sozusagen auf das Einlasselement aufgeschoben werden.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt ist das Aktorelement spätestens ab Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades zumindest abschnittsweise relativ zu dem Einlasselement verschieblich und insbesondere entlang der Längsachse des Einlasselements verschieblich. Die Relativverschieblichkeit kann insbesondere auf eine zunehmende Wärmeausdehnung des Aktorelements relativ zu dem gleichbleibenden oder sich nur geringfügig ausdehnenden Einlasselement zurückgehen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Einlasselement allgemein feststehend innerhalb des Ventils ausgebildet ist und das Aktorelement sich nach Maßgabe des Erwärmungsgrades relativ zu diesem verschiebt. Hierbei kann sich das Aktorelement allgemein verlängern, sodass insbesondere ein dem Auslassbereich zugewandtes axiales Ende des Aktorelements sich relativ zu und/oder entlang des Einlasselementes verschieben kann.

[0021] Ferner kann vorgesehen sein, dass das Aktorelement spätestens ab Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades wenigstens eine Abmessung aufweist, die gegenüber einem Zustand des Aktorelements unterhalb des vorbestimmten Erwärmungsgrades vergrößert ist. Beispielsweise kann sich das Aktorelement in Abhängigkeit des Erwärmungsgrades verlängern und/oder seine Querschnittsabmessungen ändern.

[0022] Dies kann sich insbesondere auf ein Verlängern entlang einer Längsachse des Aktorelements und/oder des Einlasselementes beziehen.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Variante umfasst das Aktorelement ein Formgedächtnismaterial. Derartige Materialien sind im Stand der Technik bekannt, zum Beispiel in Form von sogenannten Formgedächtnislegierungen (insbesondere Nickel-Titan-Legierungen). Das Formgedächtnismaterial kann ferner wärme- beziehungsweise temperaturaktivierbar sein. Mit anderen Worten kann das Formgedächtnismaterial nach Maßgabe eines Erwärmungsgrades des Ak-

torelements zu einer ursprünglichen Ausgangsform zurückkehren, die sich vorzugsweise in der vorstehend geschilderten Weise durch vergrößerte Abmessungen und/oder vergrößerte Abstützkräfte an dem Kopplungselement auszeichnet.

[0024] In diesem Zusammenhang kann das Formgedächtnismaterial pseudoplastisch deformiert sein und spätestens ab Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades beginnen, zu seiner ursprünglichen Form zurückzukehren. Dabei kann die pseudoplastische Deformation ein Komprimieren des Aktorelements umfassen und findet vorzugsweise unter Ausüben von Druckkräften auf das Aktorelement statt.

[0025] Somit kann das Aktorelement zunächst in einem (pseudoplastisch) deformierten Zustand in dem Ventil angeordnet werden, wobei das Aktorelement in diesem Zustand ferner reduzierte Abmessungen aufweisen kann (beispielsweise eine durch Kompression/Druckkräfte verringerte Länge). Hierbei kann das Werkstoffgefüge des Formgedächtnismaterials in bekannter Weise entzwilligt werden, um den Formgedächtniseffekt bereitzustellen. Die pseudoplastische Deformation kann bei ausbleibender oder nur geringer Erwärmung ferner zunächst bestehen bleiben. Nach Maßgabe eines Erwärmungsgrades des Aktorelements und insbesondere ab Erreichen einer Aktivierungstemperatur oder eines Aktivierungserwärmungsgrades kann anschließend die pseudoplastische Verformung rückgängig gemacht werden, sodass das Aktorelement zu seiner ursprünglichen Form zurückkehrt. Wie geschildert, kann dies insbesondere ein Zurückkehren in einen nicht-komprimierten Zustand umfassen, also beispielsweise eine entsprechende Vergrößerung und/oder Verlängerung des Aktorelements. Dies kann insgesamt in der vorstehend geschilderten größeren Wärmeausdehnung des Aktorelements verglichen mit dem Einlasselement resultieren und zu vergrößerten Abstützkräften an dem Verschlusselement führen.

[0026] Das Verschlusselement kann in seiner Ausgangsposition an einem axialen Ende des Einlasselements angeordnet sein. Das axiale Ende kann ferner dem Auslassbereich zugewandt und/oder innerhalb einer etwaigen Gehäuseanordnung des Ventils angeordnet sein. Zum fluidischen Blockieren des Einlasselementes kann das Verschlusselement allgemein an dem axialen Ende anliegen und/oder daran befestigt oder hiergegen vorgespannt sein, sowie größere Abmessungen als eine fluidleitende Öffnung des Einlasselementes aufweisen (beispielsweise größer als ein entsprechender Rohrdurchmesser des Einlasselementes).

[0027] Ferner kann vorgesehen sein, dass das Verschlusselement in seiner Ausgangsposition stoffschlüssig mit dem Einlasselement verbunden ist. Auch in diesem Fall kann ein Anordnen an und insbe-

sondere stoffschlüssiges Verbinden unmittelbar mit einem vorzugsweise dem Auslassbereich zugewandten axialen Ende des Einlasselements vorgesehen sein. Der Stoffschluss kann durch Schweißen, Kleben, Löten, einstückiges Ausbilden oder dergleichen bereitgestellt werden, wobei der Stoffschluss allgemein von einem Verbindungsabschnitt zwischen dem Einlasselement und dem Verschlusselement umfasst sein kann.

[0028] In diesem Zusammenhang kann ferner vorgesehen sein, dass ein Verbindungsabschnitt zwischen dem Einlasselement und dem Verschlusselement einen mechanisch geschwächten Bereich umfasst, der eine Sollbruchstelle bildet. Unter einer mechanischen Schwächung kann insbesondere eine reduzierte Kraftübertragungsfähigkeit verstanden werden, beziehungsweise eine gegenüber benachbarten Bereichen des Einlasselements oder des Verbindungsabschnittes reduzierte Bruchgrenze. Dies kann allgemein durch ein Variieren der Materialeigenschaften im Bereich der Sollbruchstelle erfolgen, beispielsweise durch eine Wahl unterschiedlicher Materialien innerhalb des Einlasselements. Ebenso kann die Steifigkeit im Bereich der Sollbruchstelle reduziert werden, beispielsweise durch Variationen der Querschnittsabmessungen. Gemäß einer bevorzugten Variante umfasst die Sollbruchstelle eine Einkerbung in Form eines lokal reduzierten Querschnitts und insbesondere eines lokal reduzierten Durchmessers bei zylindrischer (und/oder rohrförmiger) Ausbildung des Einlasselements. Das Verschlusselement kann demnach als ein abtrennbarer Kerbrohrkopf ausgebildet sein. Demnach kann vorgesehen sein, dass das Aktorelement dazu ausgebildet ist, sich bei Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades mit einer derartigen Kraft an dem Verschlusselement abzustützen, dass die Sollbruchstelle bricht und somit ein Bewegen des Verschlusselementes aus seiner Ausgangsposition ermöglicht wird.

[0029] Das Verschlusselement kann wenigstens einen Krafterleitungsbereich umfassen, an dem sich das Aktorelement spätestens ab Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades abstützen kann. Der Krafterleitungsbereich kann beispielsweise einen Abschnitt des Verschlusselementes mit vergrößerten Querschnitts- und insbesondere Durchmesserabmessungen umfassen, die bevorzugt über einen Durchmesser des Einlasselementes hervorstehen. Ferner kann der Krafterleitungsbereich einem axialen Ende beziehungsweise einer axialen Stirnfläche des Aktorelements gegenüberliegen (insbesondere entlang der Längsachse betrachtet), sodass das Aktorelement sich bei einer Erwärmung in Richtung des Krafterleitungsbereiches ausdehnen und/oder mit zunehmenden Absturzkräften daran anliegen kann.

[0030] Eine Weiterbildung sieht vor, dass das Ventil ferner eine Vorspannungseinrichtung umfasst, die

sich an dem Verschlusselement abstützt und die dazu ausgebildet ist, dass Verschlusselement spätestens ab Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades aus dessen Ausgangsposition zu drängen. Bei der Vorspannungseinrichtung kann es sich um ein elastisches Element und insbesondere eine Feder handeln. Diese kann unter einer geeigneten Vorspannung in dem Ventil aufgenommen sein und sich insbesondere mittels einer Druckkraft an dem Verschlusselement abstützen. In einer bevorzugten Variante erstreckt sich die Vorspannungseinrichtung ebenfalls entlang einer Längsachse des Einlasselementes. Zusätzlich kann sie dabei in einem Zwischenraum zwischen dem Aktorelement und dem Einlasselement angeordnet sein und/oder sich ebenfalls an einem etwaigen Krafterleitungsbereich des Verschlusselementes abstützen. Schließlich kann die Vorspannungseinrichtung allgemein als Spiralfeder ausgebildet sein und das Einlasselement zumindest abschnittsweise aufnehmen beziehungsweise sich spiralförmig um dieses erstrecken.

[0031] Das Vorsehen einer Vorspannungseinrichtung ist insbesondere für Varianten vorteilhaft, bei denen zunächst eine Sollbruchstelle mittels des Aktorelement durchbrochen werden muss und die Vorspannungseinrichtung anschließend ein ausreichendes Bewegen des Verschlusselementes aus seiner Ausgangsposition gewährleisten soll (beispielsweise ein vollständiges Abheben von einem axialen Ende des Einlasselementes). Hierfür kann die Vorspannungseinrichtung ferner dazu ausgebildet sein, dass Verschlusselement auch derart weit zu bewegen, dass dieses von dem sich gegebenenfalls verlängernden Aktorelement abgehoben wird. Um einen definierten Öffnungs- beziehungsweise Strömungsquerschnitt durch das Ventil zu bilden, kann hierbei ferner vorgesehen sein, dass die Vorspannungseinrichtung dazu ausgebildet ist, das Verschlusselement (z. B. in Form des abgetrennten Kerbrohrkopfes) bis zu einem vorbestimmten Anschlag zu verschieben. Der Anschlag kann in einer Gehäuseanordnung, an einer Gehäuseinnenwand des Ventils oder aber an dem Auslasselement bereitgestellt sein und zum Beispiel eine Durchmesserstufe umfassen.

[0032] Ferner kann das Verschlusselement sich bei einer Verschiebung durch die Vorspannungseinrichtung allgemein an dem Gehäuse und insbesondere an einer Gehäuseinnenwand abstützen oder auch direkt daran abgleiten.

[0033] Das Ventil kann ferner eine Gehäuseanordnung umfassen, die das Einlasselement, das Aktorelement und/oder das Verschlusselement zumindest teilweise aufnimmt. Hierzu kann die Gehäuseanordnung im Wesentlichen zylindrisch und vorzugsweise langgestreckt ausgebildet sowie einstückig oder aus mehreren Einzelkomponenten zusammengesetzt sein. Insbesondere kann die Gehäu-

seanordnung rohrförmig oder hülsenartig ausgebildet sein und einen Kopplungsbereich für das Einlasselement sowie für ein etwaiges von dem Auslassbereich umfasstes Auslasselement aufweisen. Ferner kann die Gehäuseanordnung sich entlang einer Längsachse erstrecken, die parallel zu den Längsachsen des Einlasselements und/oder des Aktorelements verlaufen kann und vorzugsweise mit diesen zusammenfällt.

[0034] In einer Variante ist zumindest das Einlasselement mit der Gehäuseanordnung verschweißt. Zusätzlich oder alternativ kann auch ein etwaiges Auslasselement des Auslassbereichs mit der Gehäuseanordnung verschweißt sein. Das Aktorelement wie auch das Verschlusselement können dabei innerhalb der Gehäuseanordnung angeordnet und fluidisch abdichtend von dieser umschlossen sein. Die Schweißverbindungen können ferner eine ausreichende Abdichtung des Ventils gewährleisten und die Einlass- und Auslasselemente und vorzugsweise auch die Gehäuseanordnung können hohlzylindrisch oder im Wesentlichen rohrförmig ausgebildet sein.

[0035] Prinzipiell ist es denkbar, dass die Erwärmung des Aktorelements ohne gezielte oder künstlich erzeugte Energiezufuhr erfolgt, sondern sich automatisch aufgrund einer allgemeinen Erwärmung des Satellitenantriebssystems beim Atmosphärenwiedereintritt einstellt. Beispielsweise ist es bekannt, dass aufgrund aerothermodynamischer Effekte beim Atmosphärenwiedereintritt eine erhebliche Reibungswärme erzeugt wird, die einen Satelliten und dessen Komponenten allgemein aufheizt.

[0036] Zusätzlich oder alternativ kann aber vorgesehen sein, dass das Ventil ferner eine Heizeinrichtung umfasst, die dazu ausgebildet ist, das Aktorelement zu erwärmen und vorzugsweise zumindest bis zu dem vorbestimmten Erwärmungsgrad zu erwärmen. Die Heizeinrichtung kann insbesondere elektrisch betreibbar sein und/oder in unmittelbarem Kontakt mit dem Aktorelement stehen, insbesondere in einem Kontakt mit einem etwaigen Formgedächtnismaterial des Aktorelements. Bevorzugt ist die Heizeinrichtung jedoch außerhalb eines fluidleitenden Ventillinnenraums ausgebildet (beispielsweise außerhalb der Gehäuseanordnung) und für ein indirektes Aufwärmen des Aktorelements über zwischengeordnete Elemente ausgebildet.

[0037] Gemäß einer Variante liegt die Heizeinrichtung zumindest teilweise an einer Außenumfangsfläche der Gehäuseanordnung an, wobei letztere wiederum in einer wärmeleitenden Verbindung mit dem Aktorelement steht. Hierzu ist die Heizeinrichtung vorzugsweise zylindrisch ausgebildet und erstreckt sich ebenfalls entlang einer Längsachse des Einlasselements und/oder des Aktorelements und/oder der Gehäuseanordnung. Ferner kann vorgese-

hen sein, dass das Aktorelement an einer Innenumfangsfläche der Gehäuseanordnung anliegt, die vorzugsweise einer mit der Heizeinrichtung in Kontakt stehenden Außenumfangsfläche der Gehäuseanordnung im Wesentlichen gegenüberliegt.

[0038] Die Erfindung betrifft ferner ein Satellitenantriebssystem, umfassend ein Ventil nach einem der vorangehenden Aspekte.

[0039] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, wobei

[0040] Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines Ventils gemäß einem Ausführungsbeispiel zeigt, das sich in einem nicht geöffneten Ausgangszustand befindet; und

[0041] Fig. 2 eine Ansicht analog zu Fig. 1 zeigt, wobei sich das Ventil in einem geöffneten Zustand befindet.

[0042] In Fig. 1 ist ein Ventil gemäß einem Ausführungsbeispiel gezeigt und allgemein mit **10** bezeichnet. Das Ventil **10** weist eine allgemein zylindrische Gestalt auf und erstreckt sich entlang einer Längsachse L, welche mit den Längsachsen sämtlicher nachfolgender Ventilkomponenten zusammenfällt.

[0043] Man erkennt, dass das Ventil **10** zunächst ein rohrförmiges Einlasselement **12** umfasst, das mit einer nicht dargestellten Fluidleitung eines Satellitenantriebssystems koppelbar ist (z. B. mittels WIG-Orbitalschweißen). Das Einlasselement **12** ist dabei mit einem kreisrunden Querschnitt ausgebildet und erstreckt sich entlang einer Längsachse L1, die mit der Ventil-Längsachse L zusammenfällt. Entsprechend ist das Einlasselement **10** auch holzylindrisch ausgebildet und definiert einen Einlassfluidpfad E, der durch das rohrförmige Einlasselement **12** in Richtung eines Innenbereiches **14** des Ventils **10** verläuft.

[0044] Ferner weist das Ventil **10** einen Auslassbereich **16** auf, der ein rohrförmiges Auslasselement **18** umfasst. Dieses ist analog zu dem Einlasselement **12** mit einem kreisrunden Querschnitt ausgebildet und erstreckt sich entlang einer Längsachse **12**, die mit den weiteren Längsachsen L, L1 zusammenfällt. Entsprechend definiert der Auslassbereich **16** einen Auslassfluidpfad A, der sich ebenfalls entlang der Ventillängsachse L erstreckt und somit koaxial zu dem Einlassfluidpfad E. Wie in Fig. 1 gezeigt, verläuft der Auslassfluidpfad A dabei von dem Innenbereich **14** des Ventils **10** in Richtung eines nach außen weisenden axialen Endes des Auslasselements **18**. Dieses ist ebenfalls mit einer nicht dargestellten Fluidleitung des Satellitenantriebssystems koppelbar oder ermöglicht ein direktes Ablassen von Fluid (und insbesondere Treibstoff) in die Umgebung.

[0045] In Fig. 1 erkennt man außerdem, dass eine fluidische Verbindung zwischen dem Einlasselement **12** und im Auslassbereich **16** durch ein Verschlusselement **20** blockiert ist. Genauer gesagt ist das Verschlusselement **20** stoffschlüssig mit einem in den Innenbereich **14** des Ventils **10** hineinragenden axialen Ende Z des Einlasselements **12** verbunden. Dabei sind das Verschlusselement **20** und das axiale Ende Z des Einlasselements **12** über einen Verbindungsabschnitt **22** verbunden, der eine Einkerbung **24** aufweist, die eine Sollbruchstelle bildet.

[0046] Das Verschlusselement **20** umfasst ferner einen Kraffteinleitungsbereich **26**. Dieser weist im Vergleich zu dem Einlasselement **12** vergrößerte Querschnittsabmessungen auf und ist allgemein als vorsprungartiger Bereich ausgebildet ist, der sich quer zu der Ventillängsachse L erstreckt.

[0047] Das Verschlusselement **20** sowie der in den Innenbereich **14** des Ventils **10** hineinragende der Abschnitt des Einlasselements **12** sind dabei von einer einstückigen Gehäuseanordnung **30** des Ventils **10** umgeben. Die Gehäuseanordnung **30** ist ebenfalls allgemein hohlzylindrisch ausgebildet und nimmt ferner ein nachfolgend erläutertes Aktorelement **40** sowie eine als Vorspanneinrichtung dienende Spiraldruckfeder **42** auf.

[0048] Die Gehäuseanordnung **30** umfasst einen Einlassabschnitt **32** und einen Gehäusehauptabschnitt **34**, wobei Letzterer gegenüber dem Einlassabschnitt **32** mit vergrößerten Querschnittsabmessungen ausgebildet ist (insbesondere mit einem vergrößerten Außen- sowie Innendurchmesser). Die Abschnitte **32**, **34** erstrecken sich jeweils entlang der Ventil-Längsachse L. Der Einlassabschnitt **32** liegt an einer Außenumfangsfläche des Einlasselements **12** an und ist an einem nach Außen weisenden axialen Endbereich **36** mit diesem verschweißt. Hierzu sind das Einlasselement **12** und der Einlassabschnitt **32** mittels einer umlaufenden Schweißnaht S1 verbunden, die allgemein fluidisch abdichtend ausgebildet ist.

[0049] Der Hauptgehäuseabschnitt **34** weist an seinem dem Auslassbereich **16** zugewandten Ende eine Stirnfläche **39** auf, die mit einem durchmesserergrößerten Abschnitt des Auslassrohrs **18** verschweißt ist. Hierzu ist ebenfalls eine umlaufende Schweißnaht S2 vorgesehen, die eine fluidisch abdichtende Verbindung bereitstellt.

[0050] Im Ergebnis zeichnet sich das Ventil **10** gemäß diesem Ausführungsbeispiel somit dadurch aus, dass durch lediglich zwei Schweißnähte S1, S2 sowie eine begrenzte Anzahl von Komponenten (hier: Einlasselement **12**, einstückige hülsenförmige Gehäuseanordnung **30** und Auslasselement **18**) ein fluidisch abgedichtetes Ventil **10** bereitgestellt wird, dass in

seinem Innenbereich **14** das Verschlusselement **20** sowie die nachfolgend erläuterten weiteren Komponenten aufnimmt. Ferner erstrecken sich sämtliche der genannten Komponenten entlang einer gemeinsamen Längsachse, sodass das Ventilelement **10** eine einfache Struktur sowie eine geringe Baugröße und eine allgemein einfache zylindrische Form aufweist.

[0051] Wie erwähnt, ist das Ventil **10** dabei allgemein zwischen nicht dargestellten Fluidleitungsabschnitten eines Satellitenantriebssystems anordenbar und über das Einlasselement **12** und das Auslasselement **18** mit diesen koppelbar. Somit kann es zunächst eine entsprechende Fluidleitung des Satellitenantriebssystems blockieren und diese in der nachfolgend erläuterten Weise einmalig öffnen.

[0052] In Fig. 1 erkennt man ferner, dass in dem Innenbereich **14** des Ventils **10** ein hülsenförmiges Aktorelement **40** vorgesehen ist. Dieses liegt an einer Innenumfangsfläche des Hauptgehäuseabschnittes **34** an und stützt sich ferner an einer inneren Stirnwand **41** im Übergangsbereich des Hauptgehäuseabschnittes **34** und des Einlassabschnittes **32** ab beziehungsweise liegt daran unmittelbar an. Das Aktorelement **40** umfasst ferner eine Eingangsbohrung **44**, durch die sich das Einlasselement **12** in den Innenbereich **14** des Ventils **10** hinein erstreckt. An seinem von der Eingangsbohrung **44** abgewandten axialen Ende ist das Aktorelement **40** mit einem gegenüber der Eingangsbohrung **44** größeren Innendurchmesser ausgebildet und liegt an dem Kraffteinleitungsbereich **26** des Verschlusselements **20** an.

[0053] Somit erstreckt sich das Aktorelement **40** innerhalb des Hauptgehäuseabschnittes **34** entlang des Einlasselements **12** bis zu dem Verschlusselement **20**, wobei es jedoch abgesehen von dem Bereich der Eingangsbohrung **44** in einem radialen Abstand von dem Einlasselement **12** angeordnet ist. Hierdurch wird ein Zwischenraum **46** zwischen einer Außenumfangsfläche des Einlasselements **12** und einer Innenumfangsfläche des Aktorelements **40** gebildet, der eine allgemein zylindrische Form mit einem ringförmigen Querschnitt aufweist.

[0054] In diesem Zwischenraum **46** ist eine Spiraldruckfeder **42** angeordnet und in dem in Fig. 1 gezeigten Ausgangszustand des Ventils **10** komprimiert. Dabei erstreckt sich die Spiraldruckfeder **42** ebenfalls entlang der Längsachse L des Ventils **10** und nimmt dabei das Einlasselement **12** auf beziehungsweise erstreckt sich spiralförmig entlang sowie um das Einlasselement **12**. Ferner liegt es mit einem axialen ersten Ende an dem Aktorelement **40** im Bereich von dessen Eingangsbohrung **44** an und mit einem axialen zweiten Ende an dem Kraffteinleitungsbereich **26** des Verschlusselements **20**. Aufgrund des in Fig. 1 komprimierten Zustandes übt die Spiral-

druckfeder **42** dabei eine axiale Druckkraft auf das Verschlusselement **20** aus, die in Richtung des Auslassbereichs **46** entlang der Längsachse L wirkt.

[0055] Schließlich umfasst das Ventil **10** eine elektrische Heizeinrichtung **50**, die hohlzylindrisch und insbesondere rohrförmig ausgebildet ist. Die Heizeinrichtung **50** erstreckt sich ebenfalls entlang der Ventil-Längsachse L und liegt dabei mit einer Innenumfangsfläche an einer Außenumfangsfläche des Hauptgehäuseabschnittes **34** an. Konkret überschneidet sich ein Gehäusebereich, an dem sowohl das Aktorelement **40** wie auch die Heizeinrichtung **50** anliegen. Mit anderen Worten liegt das Aktorelement **40** an einem Bereich der Innenumfangsfläche des Hauptgehäuseabschnittes **34** an, der einem Bereich der Außenumfangsfläche gegenüberliegt, an dem die Heizeinrichtung **50** angeordnet ist. Somit kann eine Wärmeübertragung von der Heizeinrichtung **50** an das Aktorelement **40** über den Hauptgehäuseabschnitt **34** erfolgen.

[0056] Im gezeigten Fall ist das Aktorelement **40** ferner aus einem Formgedächtnismaterial ausgebildet und in einem pseudoplastisch deformierten Zustand in der Ventilanordnung **10** eingesetzt. Konkret wurde die Länge LX des Aktorelements **40** im Rahmen einer pseudoplastischen Kompression reduziert, wobei das gestauchte Aktorelement **40** diese reduzierte Länge LX unter ausbleibender Erwärmung durch die Heizeinrichtung **50** zunächst beibehält.

[0057] Wird die Heizeinrichtung **50** jedoch aktiviert und das Aktorelement **40** solange erwärmt, bis dessen Temperatur oder Erwärmungsgrad einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht, kehrt das Aktorelement **40** in bekannter Weise zu seiner Ursprungs-Ursprungsform zurück. Genauer gesagt expandiert das Aktorelement **40** sprunghaft zu seiner ursprünglichen Länge L0, wobei sich insbesondere ein dem Auslassbereich **16** zugewandtes axiales Ende des Aktorelement **40** relativ zu dem feststehenden Einlasselement **12** entlang der Ventil-Längsachse L verschiebt.

[0058] Dieser Zustand ist in **Fig. 2** gezeigt. Man erkennt, dass sich nach dem Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades das Aktorelement **40** mit der gegenüber der reduzierten Länge LX vergrößerten Ausgangslänge L0 entlang der Ventil-Längsachse L erstreckt. Dabei ist aus Darstellungsgründen die Ausgangslänge L0 nur geringfügig gegenüber der reduzierten Länge LX vergrößert abgebildet.

[0059] Da das Verschlusselement **20** über den Verbindungsabschnitt **24** stoffschlüssig mit dem allgemein feststehenden Einlasselement **12** gekoppelt ist, behindert dieses zunächst die Verlängerung des Aktorelement **40**. Entsprechend stützt sich das Aktorelement **40** mit zunehmenden Abstützkräften an dem Kraftereinleitungsbereichen **26** des Verschlusselements

20 ab, wobei diese Kräfte Druckkräften entsprechen, die entlang der Ventil-Längsachse L in Richtung des Auslassbereiches **16** wirken. Überschreiten diese Abstützkräfte eine Bruchgrenze der Sollbruchstelle **24**, wird der Verbindungsabschnitt **24** durchtrennt und das Verschlusselement **30** wird von dem Einlasselement **12** und dem Aktorelement **40** abgehoben und in Richtung des Auslassbereiches **16** entlang der Längsachse L verschoben. Diese Bewegung wird ferner durch die Vorspannkraft der Spiraldruckfeder **42** unterstützt, die infolge des Durchtrennens der Sollbruchstelle **24** entlang der Längsachse L in Richtung des Auslassbereiches **16** expandiert. Im Ergebnis ist eine fluidische Blockierung zwischen dem Einlasselement **12** und dem Auslassbereich **16** somit aufgehoben, da das gemäß **Fig. 2** aus einer Ausgangsposition bewegte Verschlusselement **20** fluidisch umströmt werden kann, wie durch den Fluidpfad F angedeutet.

[0060] Hierzu umfasst das Verschlusselement **20** ferner einen Durchlassbereich **52**, der an einem dem Kraftereinleitungsbereich **26** gegenüberliegenden Umfangsbereich des Verschlusselementes **20** ausgebildet ist und eine geringere radiale Erstreckung als der Kraftereinleitungsbereich **26** aufweist. Im Detail verdeutlicht sich aus **Fig. 2**, dass der Kraftereinleitungsbereich **26** an einer Innenumfangsfläche des Gehäusehauptabschnittes **34** anliegt und nach einem Durchtrennen der Sollbruchstelle **24** entlang dieser verschoben wird. Mit anderen Worten bildet der entsprechende Innenumfangsflächenbereich des Gehäusehauptabschnittes **34** eine Führungsfläche für das Bewegen des Verschlusselementes **20** aus dessen Ausgangsposition. Die Verschiebung erfolgt dabei bis zu einem Anschlag des Verschlusselements **20** an dem Auslasselement **18**, sodass sich ein vorbestimmter Öffnungs- beziehungsweise Strömungsquerschnitt durch das Ventil **10** einstellt. Der Durchlassbereich **52** weist im Vergleich zu dem Kraftereinleitungsbereich **26** hingegen eine geringere radiale Erstreckung auf und ist in einem Abstand zu der Innenumfangsfläche des Hauptgehäuseabschnittes **34** angeordnet. Der hierdurch gebildete Zwischenraum **54** fungiert als Fluidpassage und ermöglicht das Umströmen des Verschlusselements **20** gemäß dem Fluidpfad F.

[0061] Abschließend sei darauf hingewiesen, dass sämtliche erläuterte Elemente des Ventils **10** mit Ausnahme des Verschlusselements **20** symmetrisch zu der Ventillängsachse L ausgebildet sind und insbesondere rotationssymmetrisch hierzu. Ferner lässt sich in dem gezeigten Fall eine kompakte Struktur insbesondere dadurch Erreichen, dass sich zumindest das Einlasselement **12**, die Gehäuseanordnung **30**, das Auslasselement **18** sowie das Aktorelement **40** entlang einer gemeinsamen Längsachse erstrecken. Schließlich sind in **Fig. 2** die Schweißnähte S1 und S2 nicht gesondert dargestellt, insbesondere um den Kopplungsbereich zwischen der Gehäuseanord-

nung **30** und dem Auslasselement **18** besser darstellen zu können.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102013001992 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Ventil (10) zum selektiven Öffnen einer Fluidleitung, insbesondere in einem Satellitenantriebssystem, umfassend:

- ein Einlasselement (12),
- einen Auslassbereich (16),
- ein Verschlusselement (20), das in einer Ausgangsposition eine fluidische Verbindung zwischen dem Einlasselement (12) und dem Auslassbereich (16) blockiert, und
- ein Aktorelement (40), das dazu ausgebildet, sich an dem Verschlusselement (20) abzustützen, wobei das Aktorelement (40) ein zumindest von dem Einlasselement (12) abweichendes Wärmeausdehnungsverhalten aufweist, und wobei sich das Aktorelement (40) entlang einer Längsachse (L1) des Einlasselements (12) erstreckt und dazu ausgebildet ist, sich ab Erreichen eines vorbestimmten Erwärmungsgrades mit einer derartigen Kraft an dem Verschlusselement (20) abstützen, dass das Verschlusselement (20) aus seiner Ausgangsposition bewegt wird und eine fluidische Verbindung zwischen dem Einlasselement (12) und dem Auslassbereich (16) ermöglicht.

2. Ventil (10) nach Anspruch 1, wobei das Einlasselement (12) rohrförmig ausgebildet ist.

3. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Aktorelement (40) einen hohlzylindrischen Abschnitt umfasst, der das Einlasselement (12) zumindest abschnittsweise umgibt.

4. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Aktorelement (40) spätestens ab Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades zumindest abschnittsweise relativ zu dem Einlasselement (12) verschieblich ist und insbesondere entlang der Längsachse (L1) des Einlasselements (12) verschieblich ist.

5. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Aktorelement (40) spätestens ab Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades wenigstens eine Abmessung (L0) aufweist, die gegenüber einem Zustand des Aktorelements (40) unterhalb des vorbestimmten Erwärmungsgrades vergrößert ist.

6. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Aktorelement (40) ein Formgedächtnismaterial umfasst.

7. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Verschlusselement (20) in seiner Ausgangsposition an einem axialen Ende (Z) des Einlasselements (12) angeordnet ist.

8. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei dass das Verschlusselement (20) in seiner Ausgangsposition stoffschlüssig mit dem Einlasselement (12) verbunden ist.

9. Ventil (10) nach Anspruch 8, wobei ein Verbindungsabschnitt (22) zwischen dem Einlasselement (12) und dem Verschlusselement (20) einen mechanisch geschwächten Bereich umfasst, der eine Sollbruchstelle (24) bildet.

10. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei dass das Verschlusselement (20) wenigstens einen Krafterleitungsbereich (26) umfasst, an dem sich das Aktorelement (40) spätestens ab Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades abstützen kann.

11. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend eine Vorspannungseinrichtung (42), die sich an dem Verschlusselement (20) abstützt und die dazu ausgebildet ist, dass Verschlusselement (20) spätestens ab Erreichen des vorbestimmten Erwärmungsgrades aus dessen Ausgangsposition zu drängen.

12. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend eine Gehäuseanordnung (30), die das Einlasselement (12), das Aktorelement (40) und/oder das Verschlusselement (20) zumindest teilweise aufnimmt.

13. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Gehäuseanordnung (30) mit dem Einlasselement (12) und/oder einem Auslasselement (18) des Auslassbereiches (16) verschweißt ist.

14. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend eine Heizeinrichtung (50), die dazu ausgebildet ist, dass Aktorelement (40) zu erwärmen.

15. Satellitenantriebssystem, umfassend ein Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

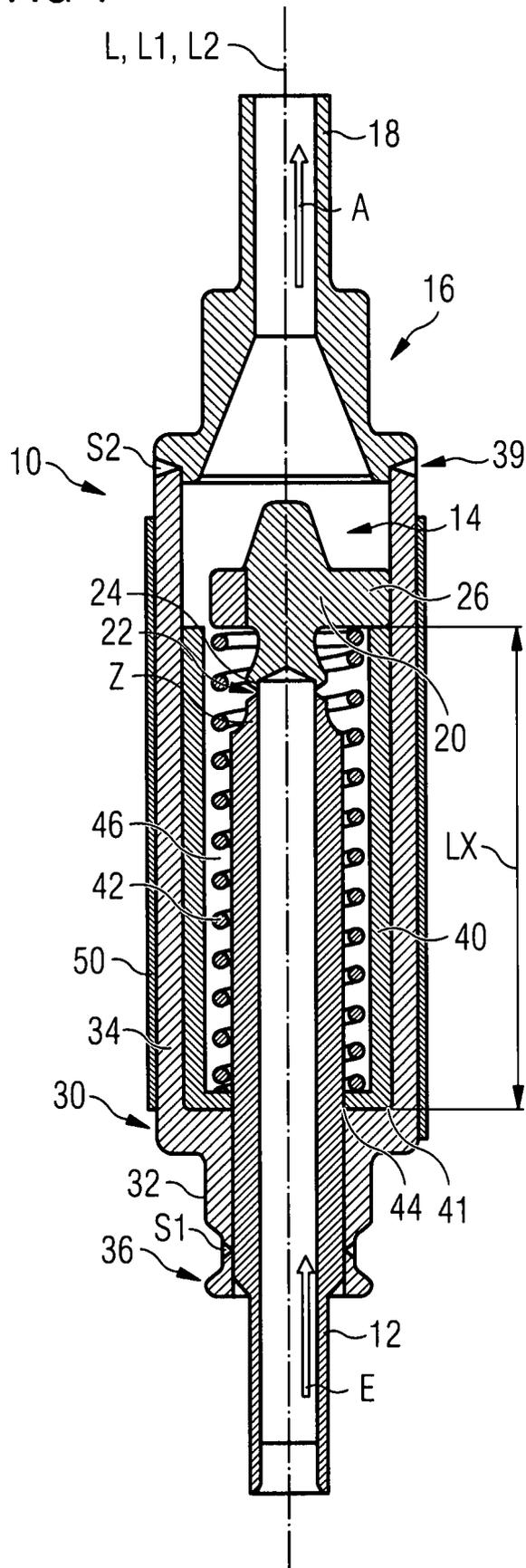


FIG 2

