

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **718 361 A2**

(51) Int. Cl.: **F16K** **1/34** (2006.01)
F16K **51/02** (2006.01)
B61B **13/10** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00162/21

(22) Anmeldedatum: 19.02.2021

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.08.2022

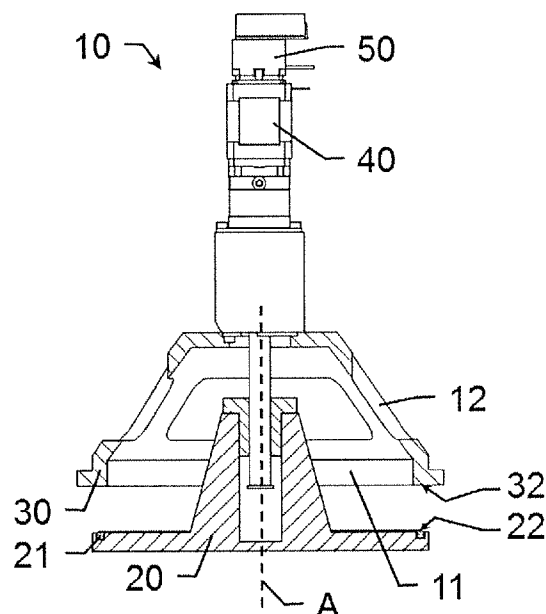
(71) Anmelder:
VAT Holding AG, Seelistrasse
9469 Haag (CH)

(72) Erfinder:
Hanspeter Frehner, 9479 Sevelen (CH)
Florian Ehrne, 9467 Frumsen (CH)
Martin Netzer, 6700 Bludenz (AT)

(74) Vertreter:
KAMINSKI HARMANN PATENTANWÄLTE AG,
Landstrasse 124
9490 Vaduz (LI)

(54) **Ventil, insbesondere für ein Vakuum-Transportsystem.**

(57) Ventil (10) zum gasdichten Verschliessen und Öffnen einer Ventilöffnung (11) und zum Belüften eines Vakuumvolumens, aufweisend einen Ventilsitz (30), ein Verschlusselement (20) und eine Verstelleinheit (40), die eingerichtet ist zur Bereitstellung einer Bewegung des Verschlusselements (20) relativ zum Ventilsitz (30) derart, dass das Verschlusselement (20) von einer Offenposition in eine Schliessposition und zurück verstellbar ist. Der Ventilsitz (30), das Verschlusselement (20) und die Verstelleinheit (40) sind derart angeordnet, dass das Verschlusselement (20) linear entlang einer Öffnungsachse (A) verstellbar ist. Das Ventil (10) weist eine zum Halten des Verschlusselements (20) in der Schliessposition durch Bereitstellen einer Haltekraft eingerichtete Halteeinrichtung (50) auf.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Belüften eines Transportröhrensegments eines Vakuumtransportsystems.

[0002] Bei einem Vakuumtransportsystem nach dem hierin vorliegenden Verständnis handelt es sich insbesondere um ein Hochgeschwindigkeitsverkehrssystem, bei dem sich Kapseln oder andere Vehikel in einer (weitgehend) evakuierten Röhre an einem Führungssystem, z.B. auf einem Schienensystem, einem Luftkissen oder magnetisch abstossend gleitend, mit sehr grosser Geschwindigkeit fortbewegen. In der Nähe fester Stationen können Linearmotoren wie bei einer Magnetschwebbahn hohe Beschleunigungen ermöglichen, während bei erreichter Reisegeschwindigkeit elektrisch betriebene Kompressoren genügend Vortrieb erzeugen können. Alternativ kann ein entsprechender Antrieb seitens des in der Röhre bewegten Objekts vorgesehen sein.

[0003] Eines solches Vakuumtransportsystem weist beispielsweise zwei nebeneinander liegende Transportröhren aus Stahl oder einem anderen geeigneten Werkstoff auf, z.B. einem metallartigem, metallhaltigem oder betonartigem Material (Beton). In den Transportröhren herrscht vorzugsweise mindestens ein Grob- oder Feinvakuum. Das Vakuum soll durch die dadurch erzielte Reduzierung des Luftwiderstands innerhalb der Transportröhre Reisegeschwindigkeiten bis oberhalb der Schallgeschwindigkeit ermöglichen. In den Röhren können Kapseln oder Fahrzeuge mit Platz für mehrere Passagiere bewegt werden bzw. Lasten transportiert werden (z.B. Autos).

[0004] Die Kapseln oder Fahrzeuge sollen möglichst reibungsarm gleitend bewegt werden. Hierzu ist z.B. die Verwendung eines elektromagnetischen Schwebesystems vorgeschlagen.

[0005] Die Kapseln oder Fahrzeuge können beispielsweise vorwiegend aus Aluminium oder alternativen Leichtbauwerkstoffen gefertigt sein und einen Durchmesser von mindestens zwei Metern aufweisen. Ferner ist ein Leergewicht von 3 bis 3,5 Tonnen vorgeschlagen, wobei eine Zuladung zwischen 12 und 25 Tonnen vorgesehen sein kann.

[0006] Die Transportröhren können einen Innendurchmesser von etwas mehr als dem Kapseldurchmesser und eine Wandstärke von mindestens 20 mm aufweisen. Der Innendruck kann z.B. bei ca. 100 Pascal (1 Millibar) gehalten werden. Stützpfeiler, die die Transportröhren tragen, können mit einem mittleren Abstand von etwa 30 Meter positioniert sein und durch Dämpfungselemente gegen Erdbeben gesichert sein. Es versteht sich, dass die Transportröhren auch bodennah oder zumindest teilweise unterirdisch, beispielsweise in Analogie zu einer U-Bahn etc., oder als Tunnel ausgeführt sein können.

[0007] Ein kritischer Faktor für den Betrieb eines solchen Vakuumtransportsystems ist generell das Management eines gewünschten Vakuums innerhalb des Systems, d.h. insbesondere die Schaffung, Aufrechterhaltung und gezielte Auflösung des Vakuums. Insbesondere bei einem Entladen oder Beladen oder einer Entnahme oder einem Einsetzen eines Transportvehikels in die Transportröhre ist hierfür ein optimiertes Verfahren aus Effizienzgründen angezeigt.

[0008] Weiterhin kann die Erfüllung von selbst gesetzten oder behördlich angeordneten Mindestsicherheitsauflagen ein weiteres Problem hinsichtlich eines sicheren und zuverlässigen Betriebs darstellen. Hierbei ist insbesondere die Vermeidung und Abwendung möglicher Gefahren für Personen und Güter anzustreben. Insbesondere beim Transport von Personen aber auch von z.B. Gefahrgütern ist es unerlässlich, dass vorgesehene Sicherheitseinrichtung in einem Notfall ein unversehrtes Bergen bzw. Evakuieren von Personen oder Gütern aus der Transportröhre ermöglichen. Für eine Evakuierung ist im gefahrenfall insbesondere der Zeitfaktor - wie schnell kann die Transportröhre evakuiert werden - entscheidend.

[0009] Aufgrund des in Betrieb typischerweise vorliegenden Unterdrucks in der Transportröhre kann zur notfallmässigen Evakuierung aber auch zum normalen Be- und Entladen eine zumindest teilweise Belüftung der Röhre erforderlich sein. Ein Problem in Verbindung mit einer solchen Belüftung ist, insbesondere im Notfall, dass die Belüftung schnell, verlässlich und am erforderlichen Ort, d.h. beispielsweise an einer bestimmten Position entlang der Transportröhre, erfolgen muss.

[0010] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung für ein Vakuumtransportsystem vorzusehen, welche die oben genannten Nachteile reduziert oder vermeidet.

[0011] Eine Aufgabe der Erfindung ist es insbesondere ein Belüftungskonzept bereitzustellen, welches ein verbessertes, insbesondere in Hinblick auf Schnelligkeit und Zuverlässigkeit, Zugänglichmachen des Transportsystems bereitstellt.

[0012] Die oben genannten Aufgaben werden durch die Verwirklichung der kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Merkmale, die die Erfindung in alternativer oder vorteilhafter Weise weiterbilden, sind den abhängigen Patentansprüchen zu entnehmen.

[0013] Der Ansatz der vorliegenden Erfindung zum Lösen der obigen Probleme beruht auf einem Flutventil, welches ein schnelles Belüften eines Innenvolumens ermöglicht.

[0014] Zum Lösen der obigen Probleme wird insbesondere die Integration einer Mehrzahl von Abtrenneinrichtungen (Ventile) entlang der Transportröhre vorgeschlagen. Mit Hilfe solcher Abtrenneinrichtungen können einerseits bestimmte Stationsbereiche entlang der Strecke atmosphärisch von der Röhre abgetrennt und für die Beladung und Entladung belüftet und zugänglich gemacht werden. Nach der Ladetätigkeit wird der Bereich dann wieder abgeschlossen, evakuiert und die Ventile geöffnet.

[0015] Andererseits können die Abtrenneinrichtungen in bestimmten regelmässigen Abständen entlang der Strecke vorgesehen sein. Hiermit lässt sich im Notfall ein bestimmter Abschnitt der Transportröhre verschliessen und anschliessend belüften, damit eine Bergung von Personen und/oder Gütern eingeleitet werden kann.

[0016] Jedem abtrennbaren Abschnitt kann hierbei zumindest ein Flutventil oder mehrere Flutventile zugeordnet werden. Nachdem ein Röhrenabschnitt abgetrennt ist, kann mittels einer Betätigung des Flutventils eine Belüftung des betreffenden Abschnitts erfolgen.

[0017] Die Erfindung betrifft ein Ventil, insbesondere ein Flutventil oder Vakuumflutventil, zum gasdichten Verschliessen und Öffnen einer Ventilöffnung und zum Belüften eines Vakuumvolumens, insbesondere für ein Vakuumtransportsystem mit einer Transportröhre zum Transport eines Objekts im Inneren entlang der Transportröhre. Das Ventil weist einen Ventilsitz auf, der wiederum die eine Öffnungsachse definierende Ventilöffnung und eine erste Dichtfläche aufweist. Ein Verschlusselement zum im Wesentlichen gasdichten Verschliessen der Ventilöffnung mit einer zweiten zu der ersten Dichtfläche korrespondierenden Dichtfläche ist vorgesehen, wobei die zweite Dichtfläche in einer Gegenüberlage relativ zur ersten Dichtfläche vorliegt. Insbesondere kann die erste und/oder die zweite Dichtfläche ein Dichtelement (Dichtung, Dichtmaterial) aufweisen. Das Dichtelement ist insbesondere aufvulkanisiert, geklebt oder geklemmt.

[0018] Das Ventil hat eine Verstelleinheit, die eingerichtet ist zur Bereitstellung einer Bewegung des Verschlusselements relativ zum Ventilsitz derart, dass das Verschlusselement von einer Offenposition, in welcher das Verschlusselement die Ventilöffnung zumindest teilweise freigibt, in eine Schliessposition, in welcher die zweite Dichtfläche in Richtung der ersten Dichtfläche gedrückt oder gezogen wird und das Verschlusselement die Ventilöffnung verschliesst, und zurück verstellbar ist.

[0019] Der Ventilsitz, das Verschlusselement und die Verstelleinheit sind derart angeordnet, dass das Verschlusselement linear entlang der Öffnungsachse verstellbar ist. Das Ventil weist eine zum Halten des Verschlusselements in der Schliessposition durch Bereitstellen einer Haltekraft eingerichtete Halteeinrichtung auf.

[0020] Die Halteeinrichtung ist insbesondere unterschiedlich von der Verstelleinheit, d.h. die Haltekraft wird nicht von der Verstelleinheit, sondern allein von der Halteeinrichtung bereitgestellt.

[0021] Das Ventil ist insbesondere gattungsgemäss dafür bestimmt das Belüften einer Transportröhre eines Vakuumtransportsystems mit einem vergleichsweise geringen Energieaufwand und/oder weitgehend selbsttätig bereitzustellen. Das Belüften kann im Speziellen in Notsituationen allein durch ein entsprechendes Steuersignal veranlasst werden. Das Ventil kann hierfür z.B. mit einer Notversorgung verbunden sein, welche auch bei einem Ausfall einer typischen Stromversorgung ausreichend Energie zur Betätigung des Ventils bereitstellt. Hierzu wird insbesondere die Halteeinrichtung angesteuert und die Haltekraft verringert.

[0022] In einer Ausführungsform kann die Öffnungsachse derart vorliegen, dass die erste Dichtfläche in eine Richtung parallel zur Öffnungsachse weist und die erste Dichtfläche sich orthogonal zur Öffnungsachse erstreckt. Insbesondere kann sich das Verschlusselement in einer Ebene orthogonal zur Öffnungsachse erstrecken.

[0023] Gemäss einer Ausführungsform kann das Ventil ein Koppelement aufweisen und die Halteeinrichtung zur Aufbringung der Haltekraft auf das Koppelement angeordnet und ausgebildet sein. Das Koppelement stellt eine Verbindung oder Kopplung des Verschlusselements mit der Verstelleinheit bereitstellt. Das Koppelement kann insbesondere als Ventilstange, Welle oder Spindel ausgebildet sein und mittels der Verstelleinheit versetzbar und/oder antreibbar sein.

[0024] Das Koppelement verbindet also die Verstelleinheit und das Verschlusselement und stellt die Beweglichkeit des Verschlusselements mittels der Verstelleinheit bereit. Durch die Halteeinrichtung kann eine Haltekraft auf das Koppelement bewirkt werden und so die Beweglichkeit eingeschränkt bzw. blockiert werden. Beispielsweise kann eine Rotation oder Translation des Koppelement verhindert werden. Das Verschlusselement kann so in der Schliessposition und/oder in der Offenposition gehalten werden.

[0025] In einer Ausführungsform kann die Halteeinrichtung ausgebildet sein zur Erzeugung der Haltekraft zwischen dem Verschlusselement und dem Ventilsitz und/oder zwischen dem Verschlusselement und der Verstelleinheit und/oder zwischen dem Verschlusselement und einem Ventilgehäuse.

[0026] Die Halteeinrichtung kann als elektromechanische Bremse, Klemmvorrichtung oder Elektromagnet ausgebildet sein, insbesondere wobei die Haltekraft in einem stromlosen Zustand der Halteeinrichtung bereitstellbar ist und durch Bestromen (Anlegen eines Stroms) der Halteeinrichtung reduzierbar oder auflösbar ist.

[0027] Durch eine derartige Auslegung kann das Ventil in der Schliessposition gehalten werden, ohne dass ein Strom am Ventil anliegen muss. Zum Öffnen des Ventils kann dann ein Strom angelegt werden.

[0028] In einer Ausführungsform kann die Verstelleinheit als Hubmagnet oder als elektromechanische Einheit, insbesondere als Motor, Schrittmotor oder Aktor, ausgebildet ist.

[0029] Das Ventil kann zudem einen Energiespeicher, insbesondere eine Batterie oder einen Akkumulator, aufweisen, wobei der Energiespeicher zur Energieversorgung der Halteeinrichtung und/oder der Verstelleinheit eingerichtet und mit der Halteeinrichtung bzw. der Verstelleinheit verbunden ist.

[0030] Gemäss einer Ausführung kann das Ventil eine Steuerungseinheit zur Ansteuerung der Verstelleinheit und/oder der Halteeinrichtung aufweisen.

[0031] Die Steuerungseinheit kann insbesondere eine derart eingerichtete Schliessfunktionalität aufweisen, dass bei deren Ausführung das Verschlusselement mittels gesteuertem Betreiben der Verstelleinheit in die Schliessposition versetzt wird, nach Erreichen der Schliessposition das Verschlusselement in der Schliessposition durch Bereitstellen der Haltekraft mittels der Halteeinrichtung (mittels gesteuertem Betreiben der Halteeinrichtung) gehalten wird und anschliessend die Ansteuerung der Verstelleinheit und/oder der Halteeinrichtung beendet wird oder die Verstelleinheit und/oder die Halteeinrichtung in einen Bereithaltmodus oder Nichtbetrieb versetzt wird, wobei die Haltekraft bereitgestellt bleibt.

[0032] Insbesondere kann die Steuerungseinheit eine derart eingerichtete Öffnungsfunktionalität aufweisen, dass bei deren Ausführung in der Schliessposition die Haltekraft durch Ansteuerung der Halteeinrichtung reduziert oder aufgelöst wird, wobei das Verschlusselement durch eine auf das Verschlusselement wirkende Öffnungskraft (Rückstellkraft) aus der Schliessposition in Richtung der Offenposition versetzt wird, und/oder die Verstelleinheit derart angesteuert wird, dass das Verschlusselement in die Offenposition versetzt wird.

[0033] In einer Ausführungsform kann die erste und/oder die zweite Dichtfläche ein Dichtmaterial aufweisen und mittels Kontaktieren des Dichtmaterials durch die erste und die zweite Dichtfläche in der Schliessposition ein gasdichtes Verschiessen der Ventilöffnung bereitgestellt werden.

[0034] Die erste Dichtfläche umläuft insbesondere die Ventilöffnung.

[0035] Gemäss einer Ausführung weist das Verschlusselement einen Verschlussenteil und einen Ausgleichsteil auf und ein Bypasskanal verbindet den Verschlussenteil und den Ausgleichsteil. Mit solch einer Ausgestaltung kann eine durch die Verstelleinheit oder Halteeinrichtung aufzubringende Kraft zum Schliessen oder Geschlossenhalten reduziert werden. Die Auslegung der mechanischen Element wird entsprechend vereinfacht.

[0036] Insbesondere kann der Verschlussenteil eine erste Vakuumseite und eine der ersten Vakuumseite gegenüberliegende erste Atmosphärenseite aufweisen und der Ausgleichsteil eine zweite Vakuumseite und eine der zweiten Vakuumseite gegenüberliegende zweite Atmosphärenseite aufweisen. Der Ausgleichsteil kann dabei ein Ausgleichsvolumen begrenzen, wobei die Grösse des Ausgleichsvolumens in Abhängigkeit der Position des Verschlusselements entlang der Öffnungsachse variabel ist. Ein in dem Ausgleichsvolumen vorliegender Druck ist insbesondere gleich einem an der ersten Vakuumseite anliegenden Druck, insbesondere gleich einem in dem Bypasskanal vorliegenden Druck.

[0037] Insbesondere kann das Ausgleichsvolumen durch ein Gehäuse des Ventils und den Ausgleichsteil, insbesondere die zweite Vakuumseite, begrenzt sein. Die Grösse des Ausgleichsvolumens ist damit bestimmt durch die räumliche Ausdehnung des begrenzenden Ventilgehäuses und einer Lage des Ausgleichsteils des Verstellelements.

[0038] Eine Oberfläche der ersten Vakuumseite kann grösser sein als eine Oberfläche der zweiten Vakuumseite.

[0039] Auch oder alternativ kann eine Projektion der ersten Vakuumseite auf eine Ebene orthogonal zur Öffnungsachse eine grössere Fläche einschliessen als eine Projektion der zweiten Vakuumseite auf diese Ebene.

[0040] Auch oder alternativ kann ein Durchmesser und/oder Umfang des Verschlussteils grösser als ein Durchmesser und/oder Umfang des Ausgleichsteils sein.

[0041] Bei einer derartigen Ventilvariante kann der Ventilteller (Verschlusselement) mit einer Spindel an den Ventilsitz gezogen werden. Anschliessend kann diese Position mittels einer Bremse (Halteeinrichtung), insbesondere stromlos, gehalten werden. Anstelle oder zusätzlich zur Bremse kann ein Haltemagnet vorgesehen sein.

[0042] Die zur Abdichtung erforderliche Kraft ergibt sich aus einer minimalen Verpresskraft, mit der die Dichtung (Dichtmaterial) zwischen Ventilsitz und Ventilteller verpresst werden muss, und einer aus einer Druckdifferenz resultierenden (Δp -) Kraft (Durchmesser und/oder Umfang des Verschlussteils $D2 >$ Durchmesser und/oder Umfang des Ausgleichsteils $D1$; vgl. auch Figuren 5a und 5b).

[0043] Die Durchmesser $D1$ und $D2$ können dabei so ausgelegt sein, dass die Differenz der beiden Flächen, bei einem Differenzdruck von 1 bar (Druck an einer der Vakuumseiten relativ zum umgebenden Atmosphärendruck), den Teller bei geöffneter Bremse öffnen kann.

[0044] Zum Fluten des Systems kann damit die Bremse geöffnet werden (Strom), wobei durch den Differenzdruck das Ventil geöffnet wird.

[0045] Die benötigte Energie, zum Öffnen der Bremse kann z.B. durch eine Batterie für den Fall eines Stromausfalls bereitgestellt werden.

[0046] In einer Ausführungsform kann die zweite Dichtfläche an dem Verschlussenteil angeordnet sein, insbesondere an der ersten Atmosphärenseite, und das Verschlusselement eine dritte Dichtfläche aufweisen, die an dem Ausgleichsteil angeordnet ist und mit einer vierten Dichtfläche zur Begrenzung und Abdichtung des Ausgleichsvolumens korrespondiert und zusammenwirkt (vgl. ebenfalls Figuren 5a und 5b).

[0047] Der Verschlussenteil und der Ausgleichsteil können insbesondere strukturell fest miteinander verbunden sein, insbesondere einteilig ausgeführt sein, wobei bei einer Bewegung des Verschlusselements der Verschlussenteil und der Ausgleichsteil gleichzeitig bewegt werden.

[0048] Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Ventil, insbesondere ein Flutventil oder Vakuumflutventil, zum gasdichten Verschiessen und Öffnen einer Ventilöffnung und zum Belüften eines Vakuumvolumens, insbesondere für ein Vakuumtransportsystem mit einer Transportröhre zum Transport eines Objekts im Inneren entlang der Transportröhre. Das Ventil weist einen Ventilsitz auf, der die eine Öffnungsachse definierende Ventilöffnung und eine erste Dichtfläche aufweist. Zudem hat das Ventil ein Verschlusselement zum im Wesentlichen gasdichten Verschiessen der Ventilöffnung mit einer zweiten zu der ersten Dichtfläche korrespondierenden Dichtfläche.

[0049] Das Verschlusselement ist derart entlang der Öffnungsachse und relativ zum Ventilsitz bewegbar angeordnet, dass das Verschlusselement von einer Offenposition, in welcher das Verschlusselement die Ventilöffnung zumindest teilweise freigibt, in eine Schliessposition, in welcher die zweite Dichtfläche in Richtung der ersten Dichtfläche gedrückt oder gezogen wird und das Verschlusselement die Ventilöffnung verschliesst, und zurück verstellbar ist. Die zweite Dichtfläche liegt in einer Gegenüberlage relativ zur ersten Dichtfläche vor.

[0050] Das Ventil weist zudem ein Ventilgehäuse auf, welches das Verschlusselement zumindest teilweise umschliesst. Das Verschlusselement weist einen Verschlussenteil, insbesondere Ventilteller, und einen Verstellteil auf. Der Verschlussenteil ist zum im Wesentlichen gasdichten Verschiessen der Ventilöffnung ausgebildet und die zweite Dichtfläche ist an dem Verschlussenteil angeordnet. Der Verstellteil begrenzt ein Hubvolumen im Inneren des Ventilgehäuses, wobei eine Grösse des Hubvolumens in Abhängigkeit von einer Position des Verschlusselements entlang der Öffnungsachse variabel ist.

[0051] Das Ventil verfügt zudem über eine zur Bereitstellung einer Hubkraft (und/oder Haltekraft) ausgebildete und angeordnete Hub- und Halteeinheit zum Versetzen und/oder Halten des Verschlusselements in die bzw. in der Schliessposition. Die Hubkraft kann in einem Haltezustand (z.B. in der Schliessposition) als eine Haltekraft verstanden werden.

[0052] In einer Ausführungsform kann das Ventil zudem eine Steuerungseinheit zur Ansteuerung der Hub- und Halteeinheit aufweisen.

[0053] Die Steuerungseinheit kann insbesondere eine derart eingerichtete Schliessfunktionalität aufweisen, dass bei deren Ausführung die Hubkraft mittels Ansteuerung der Hub- und Halteeinheit bereitgestellt wird, das Verschlusselement aufgrund der Hubkraft in die Schliessposition versetzt wird, nach Erreichen der Schliessposition das Verschlusselement in der Schliessposition durch Ansteuerung der Hub- und Halteeinheit gehalten wird und die Ansteuerung der Hub- und Halteeinheit beendet wird oder die Hub- und Halteeinheit in einen Bereithaltemodus oder Nichtbetrieb versetzt wird, wobei die Hubkraft oder eine Haltekraft bereitgestellt ist.

[0054] Insbesondere kann die Hub- und Halteeinheit einen mittels einer Absperrkomponente verschliessbaren und zu öffnenden Hubkanal aufweisen, wobei der Hubkanal eine Verbindung des Hubvolumens und einer äusseren Atmosphäre bereitstellt. Durch ein Erzeugen eines relativen Unterdrucks in dem Hubvolumen (via den Hubkanal) kann das Verschlusselement in die Schliessposition gezogen und das Ventil so verschlossen werden. Liegt das Verschlusselement in der Schliessposition vor kann das Hubvolumen atmosphärisch isoliert werden, wodurch das Verschlusselement in der Schliessposition verbleibt.

[0055] In einer Ausführung kann die Hub- und Halteeinheit ein erstes Halteelement, insbesondere einen Elektromagneten oder Klemmmechanismus, aufweisen, wobei das erste Halteelement zum Halten des Verschlusselements in der Schliessposition ausgebildet und angeordnet ist.

[0056] Alternativ oder zusätzlich kann die Hub- und Halteeinheit ein zweites Halteelement, insbesondere einen Elektromagneten oder Klemmmechanismus, aufweisen, wobei das zweite Halteelement zum Halten des Verschlusselements in der Offenposition ausgebildet und angeordnet ist.

[0057] Die Hub- und Halteeinheit kann somit dazu ausgelegt und eingerichtet sind das Verschlusselement in der Offenposition und/oder in der Schliessposition zu halten.

[0058] Gemäss einer Ausführungsform kann die Hub- und Halteeinheit ein Rückstellelement, insbesondere eine Feder oder Druckfeder, aufweisen. Das Rückstellelement ist insbesondere mit dem Verschlusselement gekoppelt und eine Rückstellkraft bewirkt, dass das Verschlusselement in eine bestimmte Richtung gedrückt wird. Das Rückstellelement kann eine derartige Rückstellkraft (hinsichtlich Richtung und Betrag) bewirken, dass das Verschlusselement in die Schliessposition gedrückt wird. Ein Öffnen des Ventils kann dann durch Überwinden der Rückstellkraft realisiert werden.

[0059] In einer Ausführungsform kann die Hub- und Halteeinheit einen Vakuumerzeuger zur Erzeugung eines Vakuums oder eines relativen Unterdrucks in dem Hubvolumen aufweisen oder kann mit einem solchen Vakuumerzeuger verbunden sein. Der Vakuumerzeuger kann z.B. als Vakuumpumpe ausgebildet sein oder kann einen gesteuert absperzbaren und zu öffnenden und das Vakuumvolumen und das Hubvolumen verbindenden Vakuumbypass aufweisen (vgl. Figuren 8a und 8b).

[0060] Der Vakuumerzeuger kann durch einen Absaugkanal mit dem Hubvolumen verbunden sein, insbesondere wobei der Hubkanal selbst den Absaugkanal bereitstellt oder verkörpert.

[0061] Wie bereits oben erwähnt kann mit einer solchen Anordnung ein Schliessen des Ventil allein durch ein Evakuieren des Hubvolumens erfolgen. Durch den so im Hubvolumen entstehenden Unterdruck wird das Verschlusselement in die Schliessposition versetzt.

[0062] Insbesondere kann das Ventil einen Bypasskanal aufweisen, wobei der Bypasskanal eine Verbindung des Hubvolumens und des Vakuumvolumens (z.B. das Innere einer Transportröhre eines Vakuumtransportsystems) bereitstellt.

[0063] Gemäss einer Ausführungsform kann der Bypasskanal ein Rückschlagventil aufweisen, welches Rückschlagventil geschlossen ist, wenn ein in dem Hubvolumen vorliegender Hubdruck kleiner als ein Vakuumdruck in dem Vakuumvolumen ist, und geöffnet ist, wenn ein in dem Hubvolumen vorliegender Hubdruck grösser als ein Vakuumdruck in dem Vakuumvolumen ist. Durch eine solche Anordnung kann gewährleistet werden, dass der Druck im Inneren des abgeschlossenen Hubvolumens (d.h. der Hubkanal ist geschlossen) stets kleiner oder gleich dem Druck in dem durch den Bypass verbundenen Vakuumvolumen bleibt.

[0064] Das Rückschlagventil sorgt somit für ein Verbleiben des Verschlusselements in der Schliessposition auch wenn der Druck im Vakuumvolumen geringer als der Druck im Hubvolumen wird (vgl. Figuren 8a und 8b).

[0065] In einer Ausführungsform kann der Verschluss teil eine erste Vakuumseite aufweisen und der Verstellteil eine das Hubvolumen begrenzende und dem Hubvolumen zugewandte zweite Vakuumseite aufweisen.

[0066] Gemäss einer Ausführung kann eine Oberfläche der ersten Vakuumseite kleiner als eine Oberfläche der zweiten Vakuumseite sein.

[0067] Auch oder alternativ kann eine Projektion der ersten Vakuumseite auf eine Ebene orthogonal zur Öffnungsachse eine kleinere Fläche einschliessen als eine Projektion der zweiten Vakuumseite auf diese Ebene.

[0068] Auch oder alternativ kann ein Durchmesser und/oder Umfang des Verschluss teils (D2) kleiner als ein Durchmesser und/oder Umfang des Verstellteils (D1) sein.

[0069] Durch dieses Grössenverhältnis von Verschluss teil zu Verstellteil, d.h. durch die Differenz der druckwirksamen Flächen, kann eine erforderliche Verpresskraft in der Schliessposition für eine Abdichtung der Ventilöffnung allein aufgrund einer Druckdifferenz (Vakuumvolumen und Hubvolumen vs. atmosphärischer Umgebungsdruck) bereitgestellt werden, d.h. es wird keine mechanische oder magnetische Bremse für das Verschlusselement benötigt.

[0070] Das Öffnen des Ventils kann durch Öffnen des Hubkanals erfolgen, wobei im Hubvolumen ein vergleichsweise schneller Druckanstieg erfolgt und das Verschlusselement in die Offenposition geschoben wird.

[0071] Der Verschluss teil und der Verstellteil sind insbesondere strukturell fest miteinander verbunden, insbesondere ein teilig ausgeführt, wobei bei einer Bewegung des Verschlusselements der Verschluss teil und der Verstellteil gleichzeitig bewegt werden.

[0072] Die Erfindung betrifft ferner ein Vakuumtransportsystem mit einer Transportröhre zum Transport eines Objekts im Inneren entlang der Transportröhre, wobei im Inneren der Transportröhre relativ zur umgebenden Atmosphäre ein Unterdruck, insbesondere Vakuum, bereitstellbar ist. Das Vakuumtransportsystem weist zudem ein in das Vakuumtransportsystem integriertes und/oder mit der Transportröhre verbundenes erfindungsgemässes Ventil wie oben beschrieben auf.

[0073] Der Ventilsitz ist dabei derart in eine Wand der Transportröhre integriert und/oder an dieser angeordnet, dass die Ventilöffnung in der Offenposition des Ventils einen Fliessweg zwischen dem Inneren der Transportröhre und der umgebenden Atmosphäre freigibt.

[0074] Mittels des Ventils ist damit ein gesteuertes, schnelles und zuverlässiges Belüften der Transportröhre bei Bedarf (z.B. in einer Notsituation) bereitstellbar.

[0075] Das in der Transportröhre bewegbare Objekt kann ein Transportmittel sein, insbesondere eine Kapsel oder ein Fahrzeug, wobei das Transportmittel zum Transport einer Person und/oder von Gütern ausgebildet ist.

[0076] Das Vakuumtransportsystem kann entsprechend einen Röhrendurchmesser von mehreren Metern, insbesondere mindestens zwei Meter, aufweisen. Das Vakuumtransportsystem kann durch die Integration des Ventils mit einem Notfallsystem zur Belüftung eines Tunnelabschnitts ausgebildet sein. Diese Anordnung kann zudem zum Einbringen und Herausnehmen von Objekten in und aus dem Transportsystem vorteilhaft sein.

[0077] Die Erfindung ist nicht beschränkt auf den Einsatz in einem Vakuumtransportsystem. Generell ist der Einsatz des erfindungsgemässen Ventils für sämtliche vakuumbezogene Anwendungsbereiche denkbar, bei welchen insbesondere ein gesteuertes oder schnelles Belüften des Vakuumvolumens relevant ist.

[0078] In einer Ausführung kann die erste Dichtfläche in das Innere der Transportröhre weisen und/oder der Ventilsitz und/oder die erste Dichtfläche im Inneren der Transportröhre vorliegen.

[0079] Die erfindungsgemässen Vorrichtungen werden nachfolgend anhand von in den Zeichnungen schematisch dargestellten konkreten Ausführungsbeispielen rein beispielhaft näher beschrieben, wobei auch auf weitere Vorteile der Erfindung eingegangen wird. Gleiche oder gleichwirkende Elemente oder Komponenten unterschiedlicher Ausführungsformen sind mit gleichen Bezugszeichen referenziert. Im Einzelnen zeigen:

- Fig. 1 eine Ausführungsform eines Vakuumtransportsystems mit einer Belüftungseinrichtung zum bedarfs-
mässigen Belüften einer Transportröhre des Vakuumtransportsystems;
- Fig. 2a-b eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils zum Belüften eines Vakuumvolumens, ins-
besondere zum gasdichten Verschliessen und Öffnen einer Ventilöffnung;
- Fig. 3a-b eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils zum Belüften eines Vakuumvolu-
mens im geschlossenen und geöffneten Zustand;
- Fig. 4a-b eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils zum Belüften eines Vakuumvolu-
mens im geschlossenen und geöffneten Zustand;
- Fig. 5a-b eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils zum Belüften eines Vakuumvolu-
mens im geschlossenen und geöffneten Zustand;
- Fig. 6a-b eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils zum Belüften eines Vakuumvolu-
mens im geschlossenen und geöffneten Zustand;
- Fig. 7a-b eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils zum Belüften eines Vakuumvolu-
mens im geschlossenen und geöffneten Zustand; und
- Fig. 8a-b eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Vakuumventils zum Verschliessen einer
Öffnung bzw. zum Abschiessen eines Volumens.

[0080] Figur 1 zeigt auf schematische Weise einen Ausschnitt einer beispielhaften Transportröhre 1 eines Vakuumtrans-
portsystems. Die Röhre 1 setzt sich bevorzugt aus einer Vielzahl von Röhrensegmenten zusammen (siehe 2a und 2b),
die durch Vakuumventile (siehe 3a und 3b) zueinander absperrenbar sind.

[0081] Eine Flutung mit Luft bzw. ein Druckausgleich mit der Umgebung ist aus Sicherheitsgründen relevant. Zum Beispiel
könnte bei einem Vehikel 4, das im Inneren der Transportröhre 1 bewegt wird, eine Komplikation K auftreten wie etwa ein
medizinischer Notfall, ein Leck im Vehikelgehäuse oder ein Brand. In einer solchen Notsituation ist gewünscht, dass das
Vehikel 4 schnellstmöglich anhalten soll. Sofern die Lage es zulässt könnte das Vehikel 4 in einem definierten Transport-
röhrensegment halten, oder auch in einem beliebigen Segment, wobei dann bevorzugt Sensoren zur Detektierung des
Vehikels 4 vorhanden sind.

[0082] Kommt das Vehikel 4 so zum Stehen, dass ein Ventil nicht schliessen kann, so kann vorteilhaft auf das nächstver-
fügbare Ventil zugegriffen werden. Anderenfalls könnte auch eine Vorrichtung vorgesehen sein, die das Vehikel 4 derart
verschiebt, dass der Ventilsbereich frei wird und das Ventil schliessen kann.

[0083] Das Vehikel 4 kann etwa eine Kapsel oder ein Fahrzeug sein und zum Transport mindestens einer Person und/oder
von Gütern ausgebildet sein.

[0084] Das Transportsystem verfügt zudem über eine Steuerung (nicht dargestellt), insbesondere Computer, die zwei
benachbarte der Vakuumventile 3a und 3b derart ansteuern kann, dass sie ein Innenvolumen des zwischenliegenden
Transportröhrensegments 2a verschliessen oder öffnen. Eine vorgesehene Belüftungseinrichtung 5 kann dann (nach Ver-
schliessen des Segments 2a), z.B. ebenfalls durch die Steuerung, angesteuert werden um durch Belüftung ein in dem In-
nenvolumen des zwischenliegenden Transportröhrensegments 2a vorherrschendes Vakuum oder vorherrschender Unter-
druck aufzuheben. Die Belüftungseinrichtung 5 kann hierzu ein erfindungsgemässes Ventil (Flutventil oder Vakuumflutventil)
aufweisen oder als solches Ventil ausgebildet sein.

[0085] Insbesondere ist in einigen oder allen Röhrensegmenten eine Ent-/Beladeluke z.B. für eine Entnahme oder ein
Einsetzen des Vehikels 4 vorgesehen (nicht dargestellt).

[0086] Für ein Vakuumtransportsystem, insbesondere bei einem Transport von Personen, ist ein kritischer Faktor bei
Eintreten eines Notfalls die Dauer, die für das Verschliessen eines Transportröhrensegments 2a und vor allem dessen
Belüftung benötigt wird. Erfindungsgemäss wird ein Ventil, insbesondere ein Flutventil, zum Belüften der Transportröhre
vorgeschlagen, mit welchem der Vorgang des Belüftens verhältnismässig sehr schnell und verlässlich durchgeführt werden
kann.

[0087] Die Figuren 2a und 2b zeigen eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils 10 zum Belüften eines
Vakuumvolumens, insbesondere zum gasdichten Verschliessen und Öffnen einer Ventilöffnung 11. Figur 2a zeigt das
Ventil 10 in einem geschlossenen (Schliessposition), Figur 2b in einem geöffneten Zustand (Offenposition).

[0088] Das Ventil 10 weist einen Ventilsitz 30 und ein Verschlusselement 20 auf. Eine Ventilöffnung 11 und eine Öffnungs-
achse A sind durch den Ventilsitz 30 definiert. Eine erste Dichtfläche 32 des Ventilsitzes 30 umläuft die Ventilöffnung 11.
Das Verschlusselement 20 weist eine zweite Dichtfläche 22 auf, die mit der ersten Dichtfläche 32 korrespondiert. Eine
Verstelleinheit 40 ist zur Bewegung des Verschlusselements 20 vorgesehen.

[0089] Die Verstelleinheit 40 kann beispielsweise als Motor, insbesondere Elektromotor oder Schrittmotor, ausgeführt sein. Die Verstelleinheit 40 kann zudem eine Ventilstange oder ein Spindel aufweisen, die mit dem Verschlusselement 20 gekoppelt ist und dadurch eine lineare Verstellbarkeit des Verschlusselements 20 entlang der Öffnungsachse A bereitstellt. In der gezeigten Ausführungsform ist eine Spindel oder Gewindestange vorgesehen, die seitens des Verschlusselements 20 mit einem Gegenelement (z.B. ein entsprechendes Innengewinde) verbunden ist und durch deren Rotation die lineare Bewegung des Verschlusselements 20 erzeugbar ist. Die Verstelleinheit 40 kann alternativ als Hubmagnet ausgebildet sein.

[0090] Das Ventil 10 weist weiter mindestens eine Einlassöffnung 12 auf, die durch einen Fließweg mit der Ventilöffnung 11 verbunden ist. Der Fließweg stellt das Durchströmen eines Fluids durch das Ventil 10 in der Offenposition bereit, wobei eine Strömungsrichtung durch einen anliegenden Differenzdruck definiert ist.

[0091] Das Ventil 10 ist derart ausgelegt, dass das Verschlusselement 20 mittels des Motors 40 in die Schliessposition gebracht werden kann. Eine Dichtung 21 (Dichtmaterial, z.B. ein polymerhaltiges, elastisches Material) die hier seitens des Verschlusselements 20 angeordnet ist wird hier zwischen der ersten 32 und der zweiten 22 Dichtfläche verpresst. In einer anderen Ausführung kann das Dichtmaterial alternative oder zusätzlich seitens des Ventilsitzes 30 vorliegen.

[0092] Das Ventil 10 verfügt zudem über eine Halteeinrichtung 50, die zum Halten des Verschlusselements 20 in der Schliessposition durch Bereitstellen einer Haltekraft eingerichtet ist. Die Halteeinrichtung 50 kann beispielsweise als elektromechanische Bremse ausgeführt sein, mit welcher die Haltekraft auf eine Motorwelle, die Ventilstange oder die Spindel ausgeübt werden kann.

[0093] Mittels der Halteeinrichtung 50 kann das Verschlusselement 20 in der Schliessposition gehalten werden. Hierzu wird die Bremse 50 z.B. in eine Bremsstellung gebracht und so das Verschlusselement 20 bis zum Lösen der Bremse 50 gehalten werden, z.B. mittels entsprechender Ansteuerung der Halteeinrichtung 50 nach Erreichen der Schliessposition. Ein Vorteil dieser Ausführung ist, dass zum Bereitstellen des Ventils 10 in der Schliessposition kein dauernder oder wiederkehrender Betrieb des Motors 40 erforderlich ist, um eine mindestens erforderliche Verpresskraft (mit welcher die erste Dichtfläche auf die zweite Dichtfläche gedrückt wird) dauerhaft bereitzustellen.

[0094] Zudem kann die Halteeinrichtung 50 so ausgebildet sein, dass diese ohne anliegenden Strom (stromlos) die Haltekraft dauerhaft bereitstellen kann. Die Halteeinrichtung 50 kann damit die Bremsstellung ohne anliegenden Strom bereitstellen. Zum Reduzieren oder Auflösen der Haltekraft kann ein Strom an die Halteeinrichtung 50 angelegt werden (Bestromen der Halteeinrichtung 50), wodurch die Bremse öffnet und das Verschlusselement 20 von der Schliessposition in die Offenposition verstellbar ist.

[0095] Für das Öffnen des Ventils 10 kann die Verstelleinheit 40 entsprechend angesteuert werden. Die Verstelleinheit 40 versetzt das Verschlusselement 20 dann aktiv in die Offenposition.

[0096] In einer alternativen Ausführung wird das Öffnen des Ventils 10 allein durch ein Lösen der Bremse 50 und einen anliegenden Differenzdruck bereitgestellt und durchgeführt. Der Differenzdruck kann dabei durch einen einlassseitigen Druck p_1 (der auch im Ventilgehäuse vorliegen kann) und einen vakuumseitigen Druck p_2 (der jenseits des Verschlusselements 20 und bei Anordnung mit einem Vakuumtransportsystem in der Transportröhre vorliegt) definiert sein.

[0097] Hierbei wird in der Schliessposition mindestens die mindestens erforderliche Verpresskraft und eine durch den Differenzdruck an dem Verschlusselement anliegenden Differenzdruckkraft bereitgestellt und durch die Halteeinrichtung 50 dauerhaft aufrechterhalten. Aufgrund der Differenzdruckkraft kann das Ventil 10 (allein) durch ein Lockern oder Lösen der Bremse (selbsttätig) geöffnet werden.

[0098] Das Ventil 10 kann über einen internen oder separat verbundenen Energiespeicher verfügen, welcher den Motor 50 und/oder die Bremse 40 mit Energie versorgen kann, damit in einem Notfall und bei einem Stromausfall, also beim Ausfall der externen Energieversorgung für das Ventil 10, das Öffnen des Ventils 10 trotz Ausfall ermöglicht ist. Der Energiespeicher hält mindestens die zum Lösen der Bremse 50 magnetisch schaltbare Anordnung benötigte Energie bereit.

[0099] Die Figuren 3a und 3b zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils 10 zum Belüften eines Vakuumvolumens, insbesondere zum gasdichten Verschliessen und Öffnen einer Ventilöffnung 11. Figur 3a zeigt das Ventil 10 in einem geschlossenen (Schliessposition), Figur 3b in einem geöffneten Zustand (Offenposition).

[0100] Entsprechend der Ausführungsform der Figuren 2a und 2b ist auch hier ein Ventilverschluss 20 (Ventilteller) mit einem Antrieb 40 gekoppelt und kann mittels des Antriebs 40 linear entlang der Öffnungsachse A bewegt werden. Eine Dichtfläche des Ventiltellers 20 weist ein Dichtmaterial 21 (z.B. O-Ring oder (an-)vulkanisiertes Polymer) auf. Im geschlossenen Zustand ist die Ventilöffnung 11 durch ein Kontaktieren des Dichtmaterials 21 mit der sitzseitigen und (gleichzeitig) der tellerseitigen Dichtfläche verschlossen.

[0101] Das Ventil 10 verfügt über eine Halteeinrichtung 50, die zum Halten des Verschlusselements 20 in der Schliessposition durch Bereitstellen einer Haltekraft eingerichtet ist. Die Halteeinrichtung 50 ist als magnetische Halteeinrichtung ausgeführt und weist ein erstes Halteelement 51 und ein zweites Halteelement 52 auf. Zumindest eines der beiden Halteelemente 51,52 ist als Elektromagnet ausgebildet, welcher in Abhängigkeit eines anliegenden Stroms ein Magnetfeld bereitstellt. Dieses und/oder das andere Halteelement 51,52 kann zudem einem Permanentmagneten aufweisen.

[0102] Es versteht sich, dass alternativ auch eine Ausführungsform mit einer Halteeinrichtung denkbar ist, welche nur eines der beiden Halteelemente 51 oder 52 aufweist (nicht gezeigt).

[0103] Die Halteeinrichtung 50 ist insbesondere so konfiguriert, dass die Haltekraft zwischen Ventilverschluss 20 und Ventilsitz 30 ohne einen an dem Elektromagneten anliegenden Strom bereitgestellt ist (z.B. durch einen Permanentmagneten). Mit dem Anlegen eines Stroms an den Elektromagneten wird die Haltekraft reduziert oder aufgelöst und das Verschlusselement 20 kann aufgrund seines Eigengewichts und/oder aufgrund eines anliegenden Differenzdrucks ($p_1 > p_2$) die Schliessposition verlassen. Das Ventil 10 kann also durch alleiniges Bestromen von einem der Halteelemente 51 oder 52 geöffnet werden (Figur 3b).

[0104] Durch das Anlegen eines Stroms an das als Elektromagnet ausgebildete Halteelement kann ein Feld erzeugt werden, das einem Magnetfeld eines vorgesehenen Permanentmagneten entgegenwirkt. Alternativ kann durch das Anlegen des Stroms ein derartiges Magnetfeld erzeugt werden, dass das andere (Gegen-) Halteelement 51, 52 abgestossen wird.

[0105] In einer alternativen Ausführungsform (nicht gezeigt) kann das Ventil 10 alternative oder zusätzlich über eine als Halteelement ausgebildete Bremseinheit verfügen. Die Bremseinheit kann an den Motor gekoppelt oder in diesen integriert sein.

[0106] Zum Schliessen des Ventils 10 wird der Teller 20 entweder mittels eines Motors und einer Spindel 41 wie hier gezeigt oder mittels eines Hubmagneten an den Sitz 30 gezogen. Für diesen Hub wird eine vergleichsweise geringe Kraft benötigt (entsprechend der Masse des Tellers 20). In der so erreichten Schliessposition wird der Teller 20 mittels der Halteeinrichtung 50 gehalten (z.B. stromlos). Die bereitgestellte Haltekraft entspricht dabei mindestens einer minimalen Verpresskraft zuzüglich einer durch einen Differenzdruck ($p_1 > p_2$) vorliegenden Kraft.

[0107] In diesem Zustand kann ein mit dem Ventil verbundenes Volumen (z.B. Transportröhre eines Vakuumtransportsystems) evakuiert werden, d.h. der Druck p_2 kann verringert werden.

[0108] Zum Fluten des Volumens bzw. Öffnen des Ventils 10 wird der Magnet bestromt und dadurch die Haltekraft reduziert oder aufgelöst. Aufgrund des herrschenden Differenzdrucks wird das Ventil 10 daraufhin geöffnet. Das Ventil 10 weist insbesondere eine Batterie zum notfallmässigen Öffnen bei Stromausfall auf.

[0109] Die Figuren 4a und 4b zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils 10 zum Belüften eines Vakuumvolumens, insbesondere zum gasdichten Verschiessen und Öffnen einer Ventilöffnung 11. Figur 4a zeigt das Ventil 10 in einem geschlossenen (Schliessposition), Figur 4b in einem geöffneten Zustand (Offenposition).

[0110] Im Unterschied zur Ausführungsform gemäss den Figuren 3a und 3b weist das Ventil 10 hier als Verstelleinheit 40 eine magnetisch schaltbare Anordnung auf, welche gleichzeitig die Funktion einer Halteeinrichtung bereitstellt und damit ebenfalls als solche anzusehen ist.

[0111] Die magnetisch schaltbare Anordnung weist ein erstes Element 53, das an der Innenseite des Ventilgehäuses angeordnet ist, und ein zweites Element 54 auf, das an dem Verschlusselement 20 angeordnet ist und in Abhängigkeit einer Schaltung (z.B. anliegender Strom oder stromlos) mit dem ersten Element 53 anziehend zusammenwirkt. Insbesondere kann durch die Schaltung eine magnetische Kraft bereitgestellt oder abgestellt werden, welche zwischen dem ersten Element 53 und dem zweiten Element 54 wirkt und auf beide Elemente anziehend wirkt.

[0112] Zumindest eines der beiden Elemente 53, 54 kann dabei derart ausgelegt sein, dass die steuerbar erzeugbare Magnetkraft eine Bewegung des Verschlusselements 20 aus der Offenposition (Fig. 4b) in die Schliessposition (Fig. 4a) bewirkt. Insbesondere weist das Ventil 10 eine Antriebseinheit (nicht gezeigt) auf, wobei der Ventilteller 20 mit dem Antrieb 40 gekoppelt ist und damit linear entlang der Öffnungsachse A in die Schliessposition und in die Offenposition bewegt werden kann. In der Schliessposition kann eine Haltekraft durch die magnetisch schaltbare Anordnung bereitgestellt werden. Die Antriebseinheit kann dabei stromlos vorliegen.

[0113] Die Verstelleinheit bzw. Halteeinrichtung kann so ausgelegt sein, dass die anziehende Magnetkraft in einem stromlosen Zustand bereitgestellt wird und durch Anlegen eines Stroms reduziert bzw. aufgelöst wird. Alternativ kann die Auslegung die Magnetkraft bei anliegendem Strom bereitstellen und im stromlosen Zustand keine Magnetkraft erzeugt werden. Das Halten und Lösen des Verschlusselements 20 in der Schliessposition kann durch entsprechende Schaltung der beiden Elemente 53, 54 erfolgen.

[0114] Die Figuren 5a und 5b zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils 10 zum Belüften eines Vakuumvolumens, insbesondere zum gasdichten Verschiessen und Öffnen einer Ventilöffnung 11. Figur 5a zeigt das Ventil 10 in einem geschlossenen (Schliessposition), Figur 5b in einem geöffneten Zustand (Offenposition).

[0115] Das Ventil 10 weist einen Ventilsitz 30 und ein Verschlusselement 20 auf. Eine Ventilöffnung 11 und eine Öffnungsachse A sind durch den Ventilsitz 30 definiert. Eine erste Dichtfläche 32 des Ventilsitzes 30 umläuft die Ventilöffnung 11. Das Verschlusselement 20 weist eine zweite Dichtfläche 22 auf, die mit der ersten Dichtfläche 32 korrespondiert. Eine Verstelleinheit 40 ist zur Bewegung des Verschlusselements 20 entlang der Öffnungsachse A vorgesehen.

[0116] Die Verstelleinheit 40 kann beispielsweise als Motor, insbesondere Elektromotor oder Schrittmotor, ausgeführt sein. Die Verstelleinheit 40 kann zudem eine Ventilstange oder ein Spindel aufweisen, die mit dem Verschlusselement 20 gekoppelt ist und dadurch eine lineare Verstellbarkeit des Verschlusselements 20 entlang der Öffnungsachse A bereit-

stellt. In der gezeigten Ausführungsform ist eine Spindel vorgesehen, die seitens des Verschlusselements 20 mit einem Gegenelement (z.B. ein entsprechendes Innengewinde) verbunden ist und durch deren Rotation die lineare Bewegung des Verschlusselements 20 erzeugbar ist. Die Verstelleinheit 40 kann alternativ als Hubmagnet ausgebildet sein.

[0117] Das Ventil 10 weist weiter mindestens eine Einlassöffnung 12 auf, die durch einen Fließweg mit der Ventilöffnung 11 verbunden ist. Der Fließweg stellt das Durchströmen eines Fluids durch das Ventil 10 in der Offenposition bereit, wobei eine Strömungsrichtung durch einen anliegenden Differenzdruck definiert ist.

[0118] Das Ventil 10 ist derart ausgelegt, dass das Verschlusselement 20 mittels des Motors 40 in die Schliessposition gebracht werden kann. Eine Dichtung 21 (Dichtmaterial, z.B. ein polymerhaltiges, elastisches Material) die hier seitens des Verschlusselements 20 angeordnet ist wird hier zwischen der ersten 32 und der zweiten 22 Dichtfläche verpresst. In einer anderen Ausführung kann das Dichtmaterial alternative oder zusätzlich seitens des Ventilsitzes 30 vorliegen.

[0119] Das Ventil 10 verfügt zudem über eine Halteeinrichtung 50, die zum Halten des Verschlusselements 20 in der Schliessposition durch Bereitstellen einer Haltekraft eingerichtet ist. Die Halteeinrichtung 50 kann beispielsweise als elektromechanische Bremse ausgeführt sein, mit welcher die Haltekraft auf eine Motorwelle, die Ventilstange oder die Spindel ausgeübt werden kann.

[0120] Mittels der Halteeinrichtung 50 kann das Verschlusselement 20 in der Schliessposition gehalten werden. Hierzu wird die Bremse 50 z.B. in eine Bremsstellung gebracht und so das Verschlusselement 20 bis zum Lösen der Bremse 50 gehalten werden, z.B. mittels entsprechender Ansteuerung der Halteeinrichtung 50 nach Erreichen der Schliessposition. Ein Vorteil dieser Ausführung ist, dass zum Bereitstellen des Ventils 10 in der Schliessposition kein dauernder oder wiederkehrender Betrieb des Motors 40 erforderlich ist, um eine mindestens erforderliche Verpresskraft (mit welcher die erste Dichtfläche auf die zweite Dichtfläche gedrückt wird) dauerhaft bereitzustellen.

[0121] Zudem kann die Halteeinrichtung 50 so ausgebildet sein, dass diese ohne anliegenden Strom (stromlos) die Haltekraft dauerhaft bereitstellen kann. Die Halteeinrichtung 50 kann damit die Bremsstellung ohne anliegenden Strom bereitstellen. Zum Reduzieren oder Auflösen der Haltekraft kann ein Strom an die Halteeinrichtung 50 angelegt werden (Bestromen der Halteeinrichtung 50), wodurch die Bremse öffnet und das Verschlusselement 20 von der Schliessposition in die Offenposition verstellbar ist.

[0122] Für das Öffnen des Ventils 10 kann die Verstelleinheit 40 entsprechend angesteuert werden. Die Verstelleinheit 40 versetzt das Verschlusselement 20 dann aktiv in die Offenposition.

[0123] In einer alternativen Ausführung wird das Öffnen des Ventils 10 allein durch ein Lösen der Bremse 50 und einen anliegenden Differenzdruck bereitgestellt und durchgeführt. Der Differenzdruck kann dabei durch einen einlassseitigen Druck p_1 (der auch im Ventilgehäuse vorliegen kann) und einen vakuumseitigen Druck p_2 (der jenseits des Verschlusselements 20 und bei Anordnung mit einem Vakuumtransportsystem in der Transportröhre vorliegt) definiert sein.

[0124] Hierbei wird in der Schliessposition mindestens die mindestens erforderliche Verpresskraft und eine durch den Differenzdruck an dem Verschlusselement anliegenden Differenzdruckkraft bereitgestellt und durch die Halteeinrichtung 50 dauerhaft aufrechterhalten. Aufgrund der Differenzdruckkraft kann das Ventil 10 (allein) durch ein Lockern oder Lösen der Bremse (selbsttätig) geöffnet werden.

[0125] Das Ventil 10 kann über einen internen oder separat verbundenen Energiespeicher verfügen, welcher den Motor 50 und/oder die Bremse 40 mit Energie versorgen kann, damit in einem Notfall und bei einem Stromausfall, also beim Ausfall der externen Energieversorgung für das Ventil 10, das Öffnen des Ventils 10 trotz Ausfall ermöglicht ist. Der Energiespeicher hält mindestens die zum Lösen der Bremse 50 benötigte Energie bereit.

[0126] Das Ventil 10 weist zudem einen Kanal 28 auf, der einen Verschlussenteil 20a und einen Ausgleichsteil 20b des Verschlusselements verbindet.

[0127] Der Verschlussenteil 20a weist eine erste Vakuumseite 23 und eine der ersten Vakuumseite gegenüberliegende erste Atmosphärenseite 24 auf, wobei der Ausgleichsteil 20b eine zweite Vakuumseite 25 und eine der zweiten Vakuumseite gegenüberliegende zweite Atmosphärenseite 26 aufweist. Der Ausgleichsteil 20b begrenzt zusammen mit dem Gehäuse des Ventils 10 ein Ausgleichsvolumen 27. Die Grösse des Ausgleichsvolumens 27 hängt von der Position des Verschlusselements 20 ab. Das Ausgleichsvolumen 27 ist mittels einer Dichtung 29 zur äusseren Atmosphäre abgedichtet.

[0128] Aufgrund der durch den Kanal 28 bereitgestellten Verbindung ist ein in dem Ausgleichsvolumen 27 vorliegender Druck gleich einem an der ersten Vakuumseite 23 anliegenden Druck. Zwischen dem Ausgleichsvolumen 27 und der ersten Vakuumseite 23 kann ein freier Fluidaustausch in Abhängigkeit einer Druckdifferenz zum Druckausgleich erfolgen.

[0129] Die Oberfläche der ersten Vakuumseite 23 ist grösser als die Oberfläche der zweiten Vakuumseite 25. Insbesondere weist eine Projektion der ersten Vakuumseite 23 auf eine Ebene orthogonal zur Öffnungsachse A eine grössere Fläche auf als eine Projektion der zweiten Vakuumseite 25 auf diese Ebene. Insbesondere ist ein Durchmesser und/oder Umfang des Verschlussteils 20a grösser als ein Durchmesser und/oder Umfang des Ausgleichsteils 20b. Durch besagte unterschiedlichen Grössen ist ein Öffnen allein aufgrund einer Druckdifferenz $p_1 > p_2$ gewährleistet.

[0130] Das Ausgleichsvolumen 27 zusammen mit dem Kanal 28, der das Ausgleichsvolumen 27 bei gattungsgemäsem Einsatz des Ventils 10 mit und an einem Vakuumtransportsystem mit dem Vakuum innerhalb der Transportröhre verbindet, bewirkt zusammen mit den geometrischen Grössenverhältnissen von Verschlussenteil 20a und Ausgleichsteil 20b eine

vergleichsweise kleine, an dem Ventil im geschlossenen Zustand aufgrund der Druckdifferenz $p_1 > p_2$ anliegende Kraft. Zum Halten des Ventils 10 in der Schliessposition muss daher nur dieser kleinen Kraft entgegengewirkt und eine minimal Verpresskraft erzeugt werden.

[0131] Die Figuren 6a und 6b zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils 10 zum Belüften eines Vakuumvolumens, insbesondere zum gasdichten Verschliessen und Öffnen einer Ventilöffnung 11. Figur 6a zeigt das Ventil 10 in einem geschlossenen (Schliessposition), Figur 6b in einem geöffneten Zustand (Offenposition).

[0132] Das Ventil 10 weist einen Ventilsitz 30 und ein Verschlusselement 20 auf. Eine Ventilöffnung 11 und eine Öffnungsachse A sind durch den Ventilsitz 30 definiert. Eine erste Dichtfläche 32 des Ventilsitzes 30 umläuft die Ventilöffnung 11. Das Verschlusselement 20 weist eine zweite Dichtfläche 22 auf, die mit der ersten Dichtfläche 32 korrespondiert.

[0133] Das Ventil 10 weist weiter mindestens eine Einlassöffnung 12 auf, die durch einen Fließweg mit der Ventilöffnung 11 verbunden ist. Der Fließweg stellt das Durchströmen eines Fluids durch das Ventil 10 in der Offenposition bereit, wobei eine Strömungsrichtung durch einen anliegenden Differenzdruck (p_1 / p_2) definiert ist.

[0134] Das Ventil 10 weist zudem einen Bypasskanal 28 auf, der einen Verschlusssteil 20a und einen Verstellteil 20c des Verschlusselements 20 verbindet. Der Verstellteil 20c begrenzt ein Hubvolumen 27' im Inneren des Ventilgehäuses, wobei eine Grösse des Hubvolumens 27' in Abhängigkeit von einer Position des Verschlusselements 20 entlang der Öffnungsachse A variabel ist.

[0135] Der Verschlusssteil 20a weist eine erste Vakuumseite 23 auf, wobei der Verstellteil 20c eine zweite Vakuumseite 25' aufweist. Der Verstellteil 20c begrenzt zusammen mit dem Gehäuse des Ventils 10 das Hubvolumen 27'. Das Hubvolumen 27' ist mittels einer Dichtung 29 zur äusseren Atmosphäre abgedichtet.

[0136] Das Ventil 10 weist weiter eine zur Bereitstellung einer Hubkraft ausgebildete und angeordnete Hub- und Halteeinheit zum Versetzen und/oder Halten des Verschlusselements 20 in die bzw. in der Schliessposition auf. Die Hub- und Halteeinheit weist eine Druckfeder 44 und einen mittels einer Absperrkomponente (z.B. Ventil) verschliessbaren und zu öffnenden Hubkanal 42 auf, wobei der Hubkanal 42 eine Verbindung des Hubvolumens 27' und einer äusseren Atmosphäre bereitstellt.

[0137] Die Hub- und Halteeinheit verfügt zudem über ein Halteelement 43, hier ausgebildet als Elektromagnet, wobei das Halteelement 43 zum Halten des Verschlusselements 20 in der Offenposition ausgebildet und angeordnet ist.

[0138] Das Versetzen des Ventils 10 von der Offenposition (Figur 6b) in die Schliessposition (Figur 6a) erfolgt im Wesentlichen durch ein entsprechendes Ansteuern der Hub- und Halteeinheit. In der Offenposition wird eine Teil der zweiten Vakuumseite 25' durch das Halteelement 43 in der gezeigten unteren Position gehalten. Bei geöffneter Absperrkomponente und damit einem geöffneten Hubkanal 42 kann eine durch das Halteelement 43 bewirkte Haltekraft verringert oder abgeschaltet werden. Die Absperrkomponente kann dabei alternativ auch geschlossen sein, wodurch ein Anströmen von in dem Hubvolumen 27' vorliegendem Fluid via den Kanal 28 erfolgen kann. Durch die fehlenden oder verkleinerte Haltekraft wird das Verschlusselement 20 mittel der Druckfeder 44 in die Schliessposition versetzt und die Ventilöffnung 11 verschlossen.

[0139] In dieser Stellung wird dann die Absperrkomponente - falls nicht schon in diesem Zustand vorliegend - verschlossen (ebenfalls durch entsprechende Ansteuerung). Der Hubkanal 42 ist geschlossen.

[0140] Nach der Schliessung des Hubkanals 42 kann ein Volumen, das der ersten Vakuumseite 23 zugewandt ist, evakuiert werden. Hierdurch wird auch der Druck im Inneren des Hubvolumens 27' entsprechend verringert.

[0141] Die gesamte Oberfläche der ersten Vakuumseite 23 ist grösser als die gesamte Oberfläche der zweiten Vakuumseite 25'. D.h. eine Projektion der ersten Vakuumseite 23 auf eine Ebene orthogonal zur Öffnungsachse A weist hier innerhalb einer durch die Dichtung 21 definierten und ebenfalls projizierten Begrenzungslinie eine grössere Fläche auf als eine Projektion der zweiten Vakuumseite 25' auf diese Ebene, welche durch eine die Dichtung 29 definierte und ebenfalls projizierten Begrenzungslinie begrenzt ist. Wie hier entsprechend gezeigt ist der Durchmesser D1 kleiner als der Durchmesser D2. Insbesondere ist ein Durchmesser und/oder Umfang des Verschlusssteils 20a grösser als ein Durchmesser und/oder Umfang des Verstellteils 20c.

[0142] Die besagten unterschiedlichen Durchmesser D1 und D2 sind derart gewählt, dass die durch den Differenzdruck $p_1 > p_2$ an dem Verschlusselement 20 anliegenden Zugkraft in Richtung der Offenposition nur derart gross ist, dass das Verschlusselement 20 bei einer Belüftung des Hubvolumens 27' in die Offenposition versetzbar ist. Zudem kann durch die Auslegung (D1 zu D2) die zum Halten des Ventils 10 in der Schliessposition benötigte Haltekraft signifikant verkleinert werden, sodass die Druckfeder allein zum Ausgleich der Zugkraft und einer minimalen Verpresskraft ausgestaltet sein kann. Der Differenzdruck in dieser Schliessposition wirkt bezüglich der Fläche innerhalb der Durchmesserdiffferenz D2-D1.

[0143] Zum Öffnen des Ventils 10 wird das Hubvolumen 27' belüftet, d.h. die Absperrkomponente wird so angesteuert, dass der Hubkanal 42 freigegeben wird und ein Fluid (z.B. Luft) mit z.B. einem Druck p_1 von aussen in das Hubvolumen 27' strömt. Hierdurch wird der an dem Verschlusselement 20 wirkende Differenzdruck vergrössert. Der Differenzdruck wirkt dann bezüglich der gesamten Fläche innerhalb des Durchmessers D2. Durch den vergrösserten Differenzdruck wird auch die Zugkraft entsprechend derart grösser, dass die Haltekraft der Druckfeder 44 deutlich überwunden wird und das Ventil 10 dadurch öffnet.

[0144] Mit zunehmender Belüftung des Vakuumvolumens nimmt der Differenzdruck wiederum ab. p_2 nähert sich an p_1 an. Um eine vorzeitige Rückstellung des Ventils 10 in die Schliessposition zu verhindern, kann das Halteelement 43 (Elektromagnet) entsprechend geschaltet werden, dass der Verstellteil 20c mittels dem Halteelement 43 in der Offenposition gehalten wird.

[0145] Das Ventil 10 kann über einen internen oder separat verbundenen Energiespeicher verfügen, welcher die Absperrkomponente und/oder den Elektromagneten 43 mit Energie versorgen kann, damit in einem Notfall und bei einem Stromausfall, also beim Ausfall der externen Energieversorgung für das Ventil 10, das Öffnen des Ventils 10 trotz Ausfall ermöglicht ist. Der Energiespeicher hält mindestens die zum Öffnen des Hubkanals 42 benötigte Energie bereit.

[0146] Die Figuren 7a und 7b zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils 10 zum Belüften eines Vakuumvolumens, insbesondere zum gasdichten Verschliessen und Öffnen einer Ventilöffnung 11. Figur 7a zeigt das Ventil 10 in einem geschlossenen (Schliessposition), Figur 7b in einem geöffneten Zustand (Offenposition).

[0147] Diese Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen gemäss den Figuren 6a und 6b durch die Anordnung eines weiteren, oberen Haltelements 45 als Teil der Hub- und Halteeinheit.

[0148] Die obere Halteeinheit 45 stellt das Halten des Verschlusselements 20 in der Schliessposition bereit. Die durch diese Halteeinheit 45 bewirkbare Haltekraft ermöglicht eine Auslegung der Druckfeder 44 zum alleinigen Zweck des Verschiebens des Verschlusselements 20 in die Schliessposition. Das Halteelement 45 stellt dabei eine derartige Haltekraft bereit, die mindestens der Summe einer minimalen Verpresskraft (zur Verpressung der Dichtung 21 zum gasdichten Abschluss der Ventilöffnung 11) und der aus dem Differenzdruck $p_1 > p_2$ resultierenden Kraft auf das Verschlusselement 20 entspricht.

[0149] Zum Öffnen des Ventils 10 wird der Hubkanal 42 freigegeben und die vom Halteelement 45 bereitgestellte Haltekraft reduziert oder eliminiert. Daraufhin fährt das Verschlusselement 20 bei entsprechender Druckdifferenz (bei gattungsgemäsem Einsatz zum Belüften eines Vakuumvolumens) nach oben beschriebenen Prinzip in die Offenposition.

[0150] In einer weiteren Ausführungsform (nicht gezeigt) weist das Ventil 10 keinen Hubkanal 42 auf. Das Öffnen des Ventils 10 kann hier durch die alleinige Betätigung des oberen Haltelements 10, d.h. durch ein Reduzieren oder Auflösen der Haltekraft, erfolgen. Hierzu sind die Auslegung der Druckfeder 44 sowie die Durchmesser D1 und D2 entsprechend aufeinander abgestimmt.

[0151] Die Figuren 8a und 8b zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils 10 zum Belüften eines Vakuumvolumens, insbesondere zum gasdichten Verschliessen und Öffnen einer Ventilöffnung 11. Figur 8a zeigt das Ventil 10 in einem geschlossenen (Schliessposition), Figur 8b in einem geöffneten Zustand (Offenposition).

[0152] Das Ventil 10 weist einen Ventilsitz 30 und ein Verschlusselement 20 auf. Eine Ventilöffnung 11 und eine Öffnungsachse A sind durch den Ventilsitz 30 definiert. Eine erste Dichtfläche 32 des Ventilsitzes 30 umläuft die Ventilöffnung 11. Das Verschlusselement 20 weist eine zweite Dichtfläche 22 mit einem Dichtmaterial 21 auf, wobei die zweite Dichtfläche 22 mit der ersten Dichtfläche 32 korrespondiert.

[0153] Das Ventil 10 weist weiter mindestens eine Einlassöffnung 12 auf, die durch einen Fließweg mit der Ventilöffnung 11 verbunden ist. Der Fließweg stellt das Durchströmen eines Fluids durch das Ventil 10 in der Offenposition bereit, wobei eine Strömungsrichtung durch einen anliegenden Differenzdruck (p_1 im Verhältnis zu p_2) definiert ist.

[0154] Das Ventil 10 weist ferner einen Bypasskanal 28 auf. Das Verschlusselements 20 verfügt über einen Verschlusssteil 20a und einen Verstellteil 20c, wobei der Verschlusssteil 20a und der Verstellteil 20c miteinander verbunden sind. Der Verstellteil 20c begrenzt ein Hubvolumen 27' im Inneren des Ventilgehäuses, wobei eine Grösse des Hubvolumens 27' in Abhängigkeit von einer Position des Verschlusselements 20 entlang der Öffnungsachse A variabel ist. Der Verstellteil 20c begrenzt damit zusammen mit dem Gehäuse des Ventils 10 das Hubvolumen 27'. Das Hubvolumen 27' ist mittels einer Dichtung 29 zur äusseren Atmosphäre abgedichtet.

[0155] Der Verschlusssteil 20a weist eine erste Vakuumseite 23 auf, wobei der Verstellteil 20c eine zweite Vakuumseite 25' aufweist. Der Bypasskanal 28 stellt eine Verbindung des Hubvolumens 27' und eines der ersten Vakuumseite 23 zugewandten Vakuumvolumens bereit.

[0156] Das Ventil 10 weist weiter eine zur Bereitstellung einer Hubkraft ausgebildete und angeordnete Hub- und Halteeinheit zum Versetzen und/oder Halten des Verschlusselements 20 in die bzw. in der Schliessposition auf.

[0157] Die Hub- und Halteeinheit weist einen mittels einer Absperrkomponente (z.B. Ventil) verschliessbaren und zu öffnenden Hubkanal 42 auf, wobei der Hubkanal 42 eine Verbindung des Hubvolumens 27' und einer äusseren Atmosphäre bereitstellen kann.

[0158] Die Hub- und Halteeinheit verfügt zudem über einen Unterdruck- oder Vakuumerzeuger oder ein weiteres Vakuumvolumen zur Erzeugung eines Vakuums in dem Hubvolumen 27'. Als Vakuumerzeuger bzw. weiteres Vakuumvolumen kann insbesondere eine Vakuumpumpe oder ein gesteuert absperrender und zu öffnender Vakuumbypass vorgesehen sein, wobei der Vakuumbypass das weitere Vakuumvolumen und das Hubvolumen 27' verbindet. Der Vakuumerzeuger kann durch einen Absaugkanal mit dem Hubvolumen 27' verbunden ist, insbesondere wobei der Hubkanal den Absaugkanal bereitstellen kann.

[0159] Das Ventil 10 weist ein in dem Bypasskanal 28 verbautes Rückschlagventil 48 auf. Das Rückschlagventil ist geschlossen, wenn ein in dem Hubvolumen 27' vorliegender Innendruck (Hubdruck) kleiner als ein Vakuumdruck des Vakuumvolumens an der ersten Vakuumseite 23 ist oder wird. Das Rückschlagventil ist geöffnet, wenn der in dem Hubvolumen 27 vorliegende Innendruck grösser als der Vakuumdruck in dem Vakuumvolumen ist.

[0160] Zum Versetzen des Ventils 10 von der Offenposition (Figur 8b) - d.h. aus einem Zustand, in dem das Vakuumvolumen belüftet ist - in die Schliessposition (Figur 8a) erfolgt ein Evakuieren des Hubvolumens 27', d.h. der Innendruck im Hubvolumen 27' wird im Vergleich zum Druck an der ersten Vakuumseite 23 geringer. Das Rückschlagventil 48 ist geschlossen. Hierdurch wird der Verschlusssteil 20a an den Ventilsitz 30 gezogen.

[0161] Die Durchmesser D1 und D2 sind dabei derart ausgelegt, dass die Differenz der Flächen bei einer Differenzdruck von etwa 1 bar (Vakuumbereiche (Vakuumvolumen und Hubvolumen) relativ zur äusseren Atmosphäre) eine minimale Verpresskraft an der Sitzdichtung 21 erzeugt, z.B. 1000N.

[0162] Die Durchmesser D1 und D2 sind ferner so gewählt ($D1 > D2$), dass bei gleichen Drücken im Hubvolumen 27' und an der ersten Vakuumseite 23 eine Anpresskraft bewirkt ist und das Ventil geschlossen bleibt.

[0163] Sollte der Druck im Vakuumvolumen (an der ersten Vakuumseite 23) kleiner als im Hubvolumen 27' werden, öffnet das Rückschlagventil 48 und sorgt damit für einen Druckausgleich im Hubvolumen 27'.

[0164] Sobald das Ventil 10 in der Schliessposition vorliegt bzw. sobald das Vakuumvolumen, insbesondere die Transportröhre des Vakuumtransportsystems, evakuiert ist, wird ein möglicher Fluidfluss durch den Hubkanal 42 hindurch unterbrochen. Dies kann durch Schliessen der Absperrkomponente (z.B. eines Absperrventils) erfolgen. Das Flutventil 10 verbleibt dann in der Schliessposition, d.h. das Verstellelement 20 wird in der Schliessposition gehalten.

[0165] Zum Öffnen des Flutventils 10 und damit zum Belüften der Transportröhre kann die Absperrkomponente geöffnet werden, d.h. es kann ein Fluid oder Luft in das Hubvolumen 27' strömen. Hierdurch kann der Innendruck im Hubvolumen 27' schnell ansteigen und das Verschlusselement 20 aufgrund des so entstehenden Differenzdrucks in die Offenposition verstellt werden. Dadurch kann Luft durch den Fliessweg von der Einlassöffnung 12 zu der Ventilöffnung 11 strömen und die Transportröhre belüftet werden. Zudem kann Luft via den Bypasskanal 28 in das Vakuumvolumen strömen.

[0166] Das Schliessen und Öffnen des Ventils 10 kann hier ohne die Verwendung eines mit dem Verstellelement 20 gekoppelten aktiven Antriebselements, wie etwa eines Motors, erfolgen.

[0167] In einer Variante (nicht gezeigt) kann das Ventil 10 ohne den Bypasskanal 28 ausgeführt sein, wodurch ein automatischer Druckausgleich im Hubvolumen 27' ausbleibt.

[0168] Auch für dieses Ventil 10 kann ein interner oder separater Energiespeicher verfügbar sein, durch welchen die erforderliche Energie zum Öffnen der Absperrkomponente bereitgestellt ist (Notfallbetrieb).

[0169] Es versteht sich, dass die dargestellten Figuren nur mögliche Ausführungsbeispiele schematisch darstellen. Die verschiedenen Ansätze können erfindungsgemäss ebenso miteinander sowie mit Ventilen zum Verschliessen von Transportsystemen des Stands der Technik kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Ventil (10), insbesondere Flutventil oder Vakuumflutventil, zum gasdichten Verschliessen und Öffnen einer Ventilöffnung (11) und zum Belüften eines Vakuumvolumens, insbesondere für ein Vakuumtransportsystem mit einer Transportröhre (1) zum Transport eines Objekts (4) im Inneren entlang der Transportröhre (1), aufweisend
 - einen Ventilsitz (30), der die eine Öffnungsachse (A) definierende Ventilöffnung (11) und eine erste Dichtfläche (32) aufweist,
 - ein Verschlusselement (20) zum im Wesentlichen gasdichten Verschliessen der Ventilöffnung (11) mit einer zweiten zu der ersten Dichtfläche korrespondierenden Dichtfläche (22), wobei die zweite Dichtfläche in einer Gegenüberlage relativ zur ersten Dichtfläche vorliegt, und
 - eine Verstelleinheit (40) eingerichtet zur Bereitstellung einer Bewegung des Verschlusselements (20) relativ zum Ventilsitz (30) derart, dass das Verschlusselement (20) von einer Offenposition, in welcher das Verschlusselement (20) die Ventilöffnung (11) zumindest teilweise freigibt, in eine Schliessposition, in welcher die zweite Dichtfläche (22) in Richtung der ersten Dichtfläche (32) gedrückt oder gezogen wird und das Verschlusselement (20) die Ventilöffnung (11) verschliesst, und zurück verstellbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

 - der Ventilsitz (30), das Verschlusselement (20) und die Verstelleinheit (40) derart angeordnet sind, dass das Verschlusselement (20) linear entlang der Öffnungsachse (A) verstellbar ist und
 - das Ventil (10) eine zum Halten des Verschlusselements (20) in der Schliessposition durch Bereitstellen einer Haltekraft eingerichtete Halteinrichtung (50) aufweist.
2. Ventil (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Öffnungsachse (A) derart vorliegt, dass die erste Dichtfläche (32) in eine Richtung parallel zur Öffnungsachse (A) weist und die erste Dichtfläche (32) sich orthogonal zur Öffnungsachse (A) erstreckt.

3. Ventil (10) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Verschlusselement (20) sich in einer Ebene orthogonal zur Öffnungsachse (A) erstreckt.
4. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Ventil (10) ein Koppellement aufweist und die Halteeinrichtung (50) zur Aufbringung der Haltekraft auf das Koppellement angeordnet und ausgebildet ist, wobei das Koppellement eine Verbindung oder Kopplung des Verschlusselements (20) mit der Verstelleinheit (40) bereitstellt.
5. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Koppellement als Ventilstange, Welle oder Spindel (41) ausgebildet ist und mittels der Verstelleinheit (40) versetzbar und/oder antreibbar ist.
6. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Halteeinrichtung (50) ausgebildet ist zur Erzeugung der Haltekraft zwischen
 - dem Verschlusselement (20) und dem Ventilsitz (30) und/oder
 - dem Verschlusselement (20) und der Verstelleinheit (40) und/oder
 - dem Verschlusselement (20) und einem Ventilgehäuse.
7. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Halteeinrichtung (50) ausgebildet ist als elektromechanische Bremse, Klemmvorrichtung oder Elektromagnet, insbesondere wobei die Haltekraft in einem stromlosen Zustand der Halteeinrichtung (50) bereitstellbar ist und durch Bestromen der Halteeinrichtung (50) reduzierbar oder auflösbar ist.
8. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Verstelleinheit (40) als Hubmagnet oder als elektromechanische Einheit, insbesondere als Motor, Schrittmotor oder Aktor, ausgebildet ist.
9. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Ventil (10) einen Energiespeicher, insbesondere eine Batterie oder einen Akkumulator, aufweist, wobei der Energiespeicher zur Energieversorgung der Halteeinrichtung (50) und/oder der Verstelleinheit (40) eingerichtet und mit der Halteeinrichtung (50) bzw. der Verstelleinheit (40) verbunden ist.
10. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Ventil (10) eine Steuerungseinheit zur Ansteuerung der Verstelleinheit und/oder der Halteeinrichtung aufweist.
11. Ventil (10) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuerungseinheit eine derart eingerichtete Schliessfunktionalität aufweist, dass bei deren Ausführung
 - das Verschlusselement (20) mittels gesteuertem Betreiben der Verstelleinheit (40) in die Schliessposition versetzt wird,
 - nach Erreichen der Schliessposition das Verschlusselement (20) in der Schliessposition durch Bereitstellen der Haltekraft mittels der Halteeinrichtung (50) gehalten wird und
 - die Ansteuerung der Verstelleinheit (40) und/oder der Halteeinrichtung (50) beendet wird oder die Verstelleinheit und/oder die Halteeinrichtung in einen Bereithaltemodus oder Nichtbetrieb versetzt wird, wobei die Haltekraft bereitgestellt bleibt.
12. Ventil (10) nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuerungseinheit eine derart eingerichtete Öffnungsfunktionalität aufweist, dass bei deren Ausführung
 - in der Schliessposition die Haltekraft durch Ansteuerung der Halteeinrichtung (50) reduziert oder aufgelöst wird, wobei das Verschlusselement (20) durch eine auf das Verschlusselement wirkende Öffnungskraft aus der Schliessposition in Richtung der Offenposition versetzt wird, und/oder
 - die Verstelleinheit (40) derart angesteuert wird, dass das Verschlusselement in die Offenposition versetzt wird.
13. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die erste und/oder die zweite Dichtfläche (22,32) ein Dichtmaterial (21) aufweist und mittels Kontaktieren des Dichtmaterials durch die erste und die zweite Dichtfläche in der Schliessposition ein gasdichtes Verschliessen der Ventilöffnung (31,131) bereitstellbar ist.

14. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Dichtfläche (32) die Ventilöffnung (11) umläuft.
15. Ventil (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Verschlusselement (20) einen Verschlussenteil (20a) und einen Ausgleichsteil (20b) aufweist und ein Bypasskanal (28) den Verschlussenteil (20a) und den Ausgleichsteil (20b) verbindet.
16. Ventil (10) nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Verschlussenteil (20a) eine erste Vakuumseite (23) und eine der ersten Vakuumseite gegenüberliegende erste Atmosphärenseite (24) aufweist,
 - der Ausgleichsteil (20b) eine zweite Vakuumseite (25) und eine der zweiten Vakuumseite gegenüberliegende zweite Atmosphärenseite (26) aufweist,
 - der Ausgleichsteil (20b) ein Ausgleichsvolumen (27) begrenzt und die Grösse des Ausgleichsvolumens (27) in Abhängigkeit der Position des Verschlusselements (20) variabel ist und
 - ein in dem Ausgleichsvolumen (27) vorliegender Druck gleich einem an der ersten Vakuumseite (23) anliegenden Druck ist, insbesondere gleiche einem in dem Bypasskanal (28) vorliegenden Druck ist.
17. Ventil (10) nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Ausgleichsvolumen (27) durch ein Gehäuse des Ventils und den Ausgleichsteil (20b), insbesondere die zweite Vakuumseite (25), begrenzt ist.
18. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 15 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Oberfläche der ersten Vakuumseite (23) grösser als eine Oberfläche der zweiten Vakuumseite (25) ist.
19. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 15 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine geometrische Projektion der ersten Vakuumseite (23) auf eine Ebene orthogonal zur Öffnungsachse (A) eine grössere Fläche einschliesst als eine geometrische Projektion der zweiten Vakuumseite (25) auf die Ebene.
20. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 15 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Durchmesser und/oder Umfang des Verschlussteils (20a) grösser als ein Durchmesser und/oder Umfang des Ausgleichsteils (20b) ist.
21. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 15 bis 20,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Dichtfläche (22) an dem Verschlussenteil (20a) angeordnet ist, insbesondere an der ersten Atmosphärenseite, und das Verschlusselement (20) eine dritte Dichtfläche aufweist, die an dem Ausgleichsteil angeordnet ist und mit einer vierten Dichtfläche zur Begrenzung und Abdichtung des Ausgleichsvolumens korrespondiert und zusammenwirkt.
22. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 15 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Verschlussenteil (20a) und der Ausgleichsteil (20b) strukturell fest miteinander verbunden sind, insbesondere einteilig ausgeführt sind, und bei einer Bewegung des Verschlusselements (20) der Verschlussenteil und der Ausgleichsteil gleichzeitig bewegt werden.
23. Ventil (10), insbesondere Flutventil oder Vakuumflutventil, zum gasdichten Verschliessen und Öffnen einer Ventilöffnung (11) und zum Belüften eines Vakuumvolumens, insbesondere für ein Vakuumtransportsystem mit einer Transportröhre (1) zum Transport eines Objekts (4) im Inneren entlang der Transportröhre (1), aufweisend
 - einen Ventilsitz (30), der die eine Öffnungsachse (A) definierende Ventilöffnung (11) und eine erste Dichtfläche (32) aufweist,
 - ein Verschlusselement (20) zum im Wesentlichen gasdichten Verschliessen der Ventilöffnung (11) mit einer zweiten zu der ersten Dichtfläche korrespondierenden Dichtfläche (22), wobei
 - o das Verschlusselement (20) derart entlang der Öffnungsachse (A) und relativ zum Ventilsitz (30) bewegbar angeordnet ist, dass das Verschlusselement (20) von einer Offenposition, in welcher das Verschlusselement (20) die Ventilöffnung (11) zumindest teilweise freigibt, in eine Schliessposition, in welcher die zweite Dichtfläche (22) in Richtung der ersten Dichtfläche (32) gedrückt oder gezogen wird und das Verschlusselement (20) die Ventilöffnung (11) verschliesst, und zurück verstellbar ist und
 - o die zweite Dichtfläche (22) in einer Gegenüberlage relativ zur ersten Dichtfläche (32) vorliegt, und

- ein Ventilgehäuse (35), welches das Verschlusselement (20) zumindest teilweise umschliesst, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - das Verschlusselement (20) einen Verschlusssteil (20a), insbesondere Ventilteller, und einen Verstellteil (20c) aufweist,
 - der Verschlusssteil (20a) zum im Wesentlichen gasdichten Verschliessen der Ventilöffnung (31,131) ausgebildet und die zweite Dichtfläche (22) an dem Verschlusssteil (20a) angeordnet ist,
 - der Verstellteil (20c) ein Hubvolumen (27') im Inneren des Ventilgehäuses (35) begrenzt, wobei eine Grösse des Hubvolumens (27') in Abhängigkeit von einer Position des Verschlusselements (20) entlang der Öffnungsachse (A) variabel ist, und
 - das Ventil (10) eine zur Bereitstellung einer Hubkraft ausgebildete und angeordnete Hub- und Halteeinheit zum Versetzen und/oder Halten des Verschlusselements (20) in die bzw. in der Schliessposition aufweist.
- 24. Ventil (10) nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (10) eine Steuerungseinheit zur Ansteuerung der Hub- und Halteeinheit aufweist.
- 25. Ventil (10) nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit eine derart eingerichtete Schliessfunktionalität aufweist, dass bei deren Ausführung
 - die Hubkraft mittels Ansteuerung der Hub- und Halteeinheit bereitgestellt wird,
 - das Verschlusselement (20) aufgrund der Hubkraft in die Schliessposition versetzt wird,
 - nach Erreichen der Schliessposition das Verschlusselement (20) in der Schliessposition durch Ansteuerung der Hub- und Halteeinheit gehalten wird und
 - die Ansteuerung der Hub- und Halteeinheit beendet wird oder die Hub- und Halteeinheit in einen Bereithaltemodus oder Nichtbetrieb versetzt wird, wobei die Hubkraft oder eine Haltekraft bereitgestellt ist.
- 26. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hub- und Halteeinheit einen mittels einer Absperrkomponente verschliessbaren und zu öffnenden Hubkanal (42) aufweist, wobei der Hubkanal (42) eine Verbindung des Hubvolumens (27') und einer äusseren Atmosphäre bereitstellt.
- 27. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hub- und Halteeinheit ein erstes Halteelement (45), insbesondere einen Elektromagneten oder Klemmmechanismus, aufweist, wobei das erste Halteelement (45) zum Halten des Verschlusselements (20) in der Schliessposition ausgebildet und angeordnet ist.
- 28. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 23 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hub- und Halteeinheit ein zweites Halteelement (43), insbesondere einen Elektromagneten oder Klemmmechanismus, aufweist, wobei das zweite Halteelement (43) zum Halten des Verschlusselements (20) in der Offenposition ausgebildet und angeordnet ist.
- 29. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 23 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hub- und Halteeinheit ein Rückstellelement (44), insbesondere Feder oder Druckfeder, aufweist.
- 30. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 23 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hub- und Halteeinheit einen Vakuumerzeuger zur Erzeugung eines Vakuums in dem Hubvolumen (27') aufweist oder mit einem Vakuumerzeuger verbunden ist, insbesondere wobei der Vakuumerzeuger eine Vakuumpumpe ist oder einen gesteuert absperrbaren und zu öffnenden und das Vakuumvolumen und das Hubvolumen verbindenden Vakuumbypass aufweist.
- 31. Ventil (10) nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vakuumerzeuger durch einen Absaugkanal mit dem Hubvolumen (27') verbunden ist, insbesondere wobei der Hubkanal (42) den Absaugkanal bereitstellt oder verkörpert.
- 32. Ventil (10) nach Anspruch 23 oder 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (10) einen Bypasskanal (28) aufweist, wobei der Bypasskanal (28) eine Verbindung des Hubvolumens (27') und des Vakuumvolumens bereitstellt.
- 33. Ventil (10) nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bypasskanal (28) ein Rückschlagventil (48) aufweist, welches Rückschlagventil (48)

- geschlossen ist, wenn ein in dem Hubvolumen (27') vorliegender Hubdruck kleiner als ein Vakuumdruck in dem Vakuumvolumen ist, und
 - geöffnet ist, wenn ein in dem Hubvolumen (27') vorliegender Hubdruck grösser als ein Vakuumdruck in dem Vakuumvolumen ist.
34. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 23 bis 33,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Verschluss (20a) eine erste Vakuumseite (23) aufweist und der Verstellteil (20c) eine das Hubvolumen (27') begrenzende und dem Hubvolumen (27') zugewandte zweite Vakuumseite (25') aufweist.
35. Ventil (10) nach Anspruch 34,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Oberfläche der ersten Vakuumseite (23) kleiner als eine Oberfläche der zweiten Vakuumseite (25') ist.
36. Ventil (10) nach Anspruch 34 oder 35,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine geometrische Projektion der ersten Vakuumseite (23) auf eine Ebene orthogonal zur Öffnungsachse (A) eine kleinere Fläche einschliesst als eine geometrische Projektion der zweiten Vakuumseite (25') auf die Ebene.
37. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 23 bis 36,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Durchmesser und/oder Umfang des Verschlusses (20a) kleiner als ein Durchmesser und/oder Umfang des Verstellteils (20c) ist.
38. Ventil (10) nach einem der Ansprüche 23 bis 37,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Verschluss (20a) und der Verstellteil (20c) strukturell fest miteinander verbunden sind, insbesondere einteilig ausgeführt sind, und bei einer Bewegung des Verschlusselements (20) der Verschluss (20a) und der Verstellteil (20c) gleichzeitig bewegt werden.
39. Vakuumtransportsystem mit
- einer Transportröhre (1) zum Transport eines Objekts (4) im Inneren entlang der Transportröhre (1), wobei im Inneren der Transportröhre (1) relativ zur umgebenden Atmosphäre ein Unterdruck, insbesondere Vakuum, bereitstellbar ist und
 - einem in das Vakuumtransportsystem integrierten und/oder mit der Transportröhre verbundenen Ventil (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 38, wobei
 - der Ventilsitz (30) derart in eine Wand der Transportröhre integriert ist, mit dieser verbunden ist und/oder an dieser angeordnet ist, dass die Ventilöffnung (11) in der Offenposition des Ventils (10) einen Fliessweg zwischen dem Inneren der Transportröhre (1) und der umgebenden Atmosphäre freigibt.
40. Vakuumtransportsystem nach Anspruch 39,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Objekt (4) ein Transportmittel ist, insbesondere eine Kapsel oder ein Fahrzeug, wobei das Transportmittel zum Transport einer Person und/oder von Gütern ausgebildet ist.
41. Vakuumtransportsystem nach Anspruch 39 oder 40,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die erste Dichtfläche (32) in das Innere der Transportröhre (1) weist und/oder
 - der Ventilsitz (30) und/oder die erste Dichtfläche (32) im Inneren der Transportröhre (1) vorliegt.

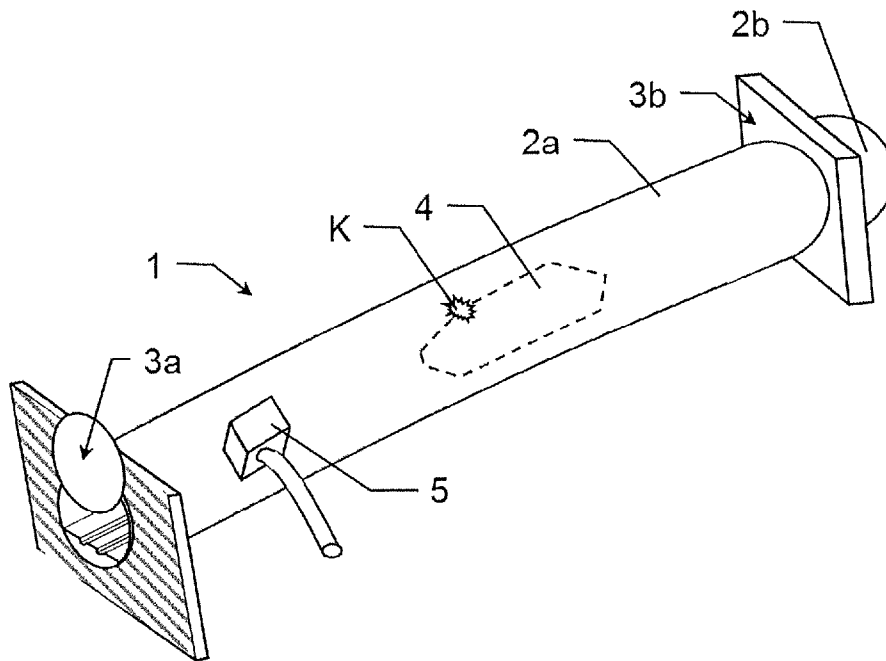


Fig. 1

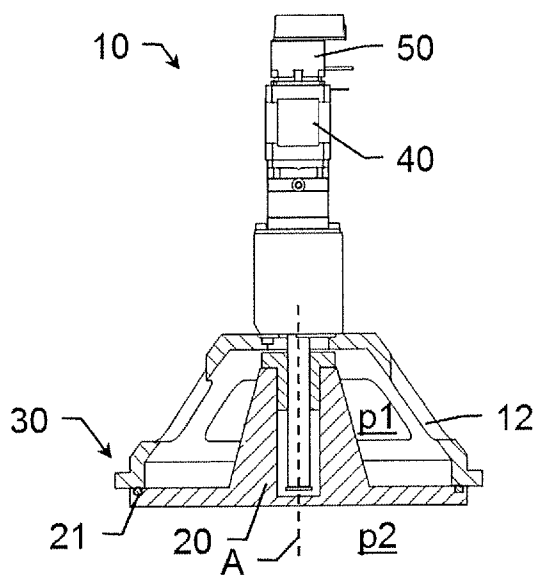


Fig. 2a

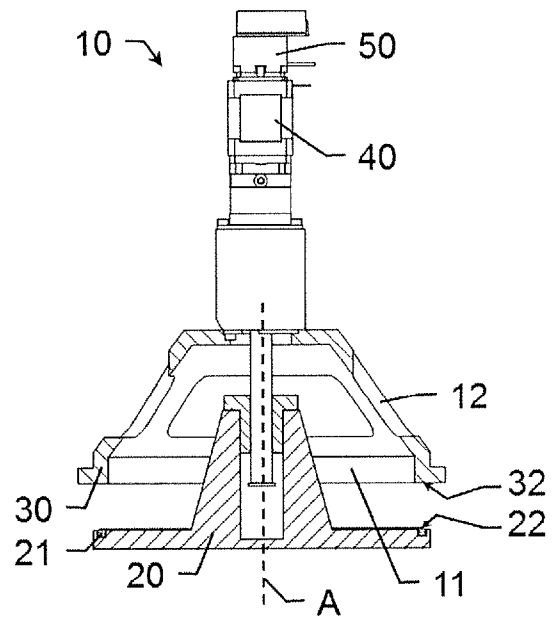


Fig. 2b

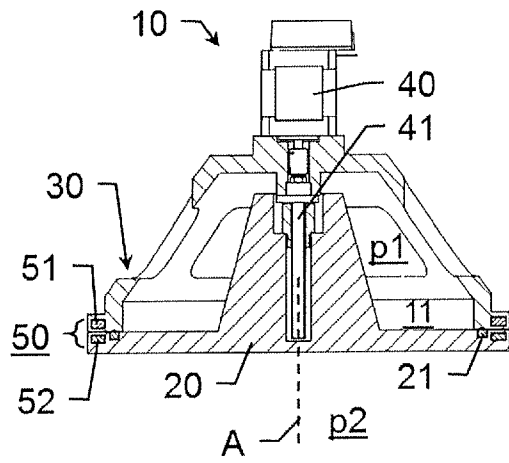


Fig. 3a

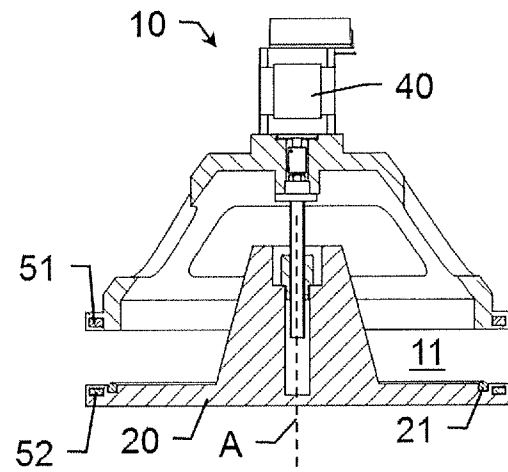


Fig. 3b

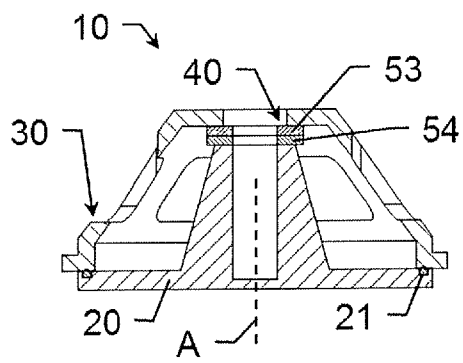


Fig. 4a

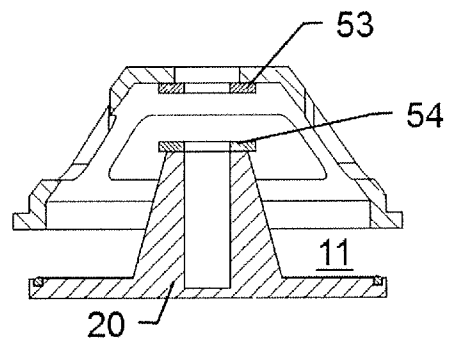


Fig. 4b

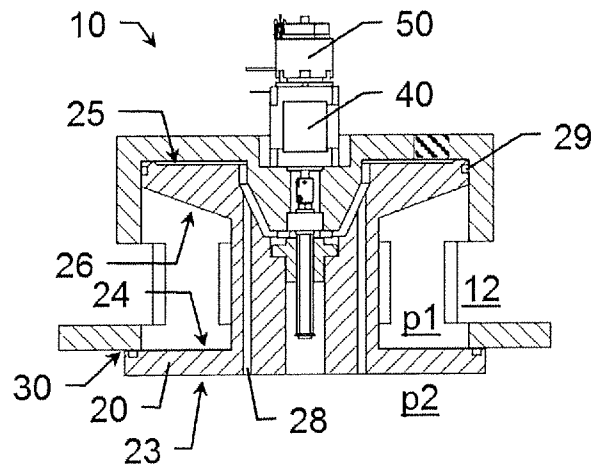


Fig. 5a

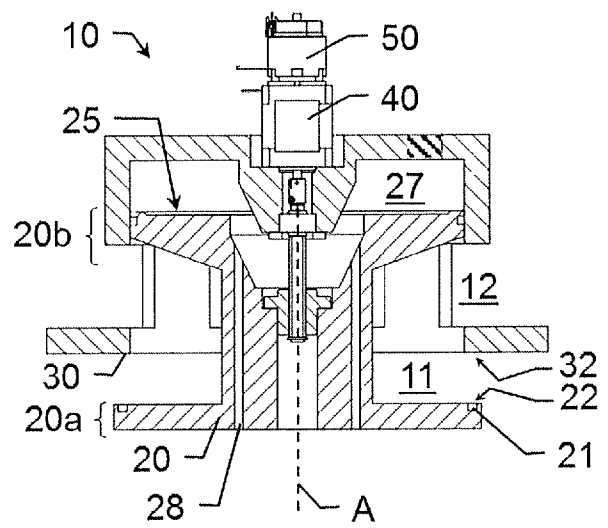


Fig. 5b

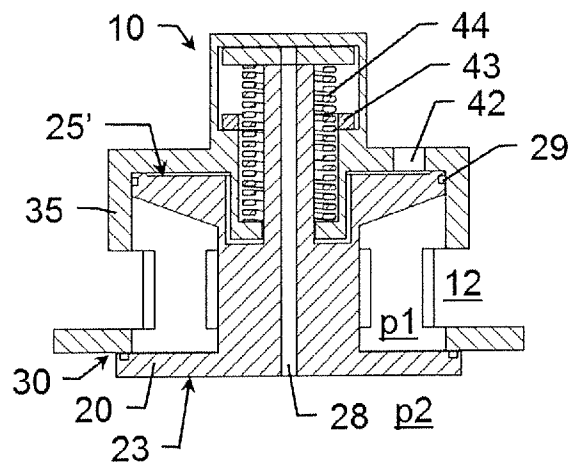


Fig. 6a

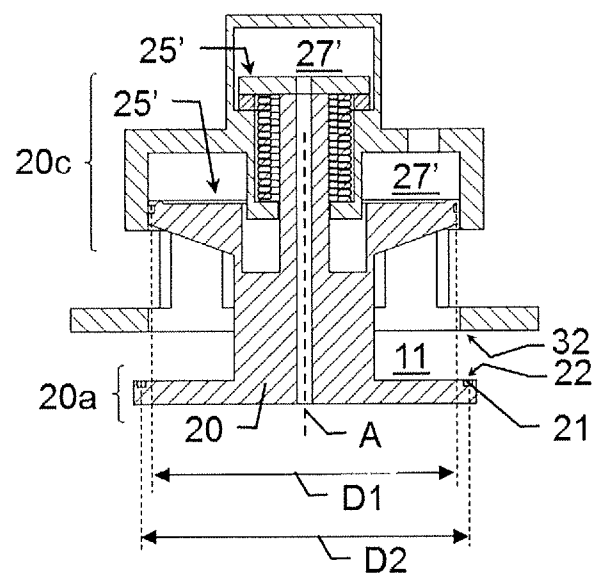


Fig. 6b

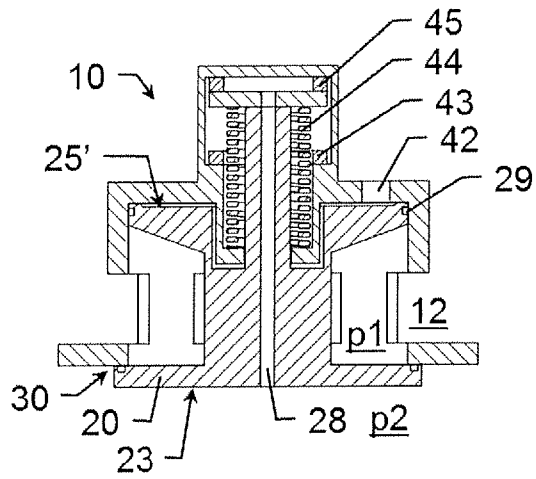


Fig. 7a

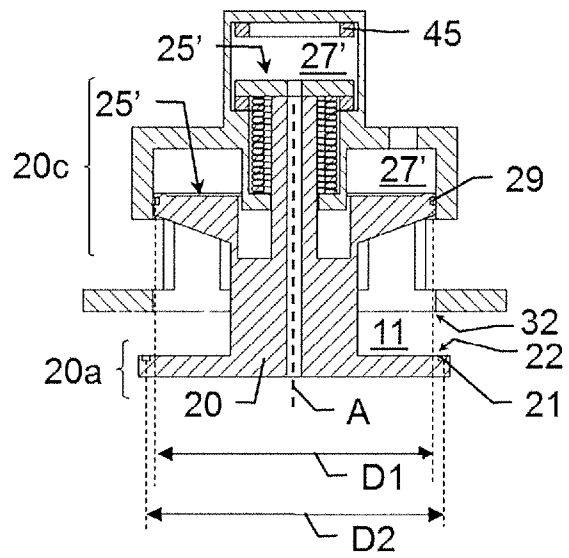


Fig. 7b

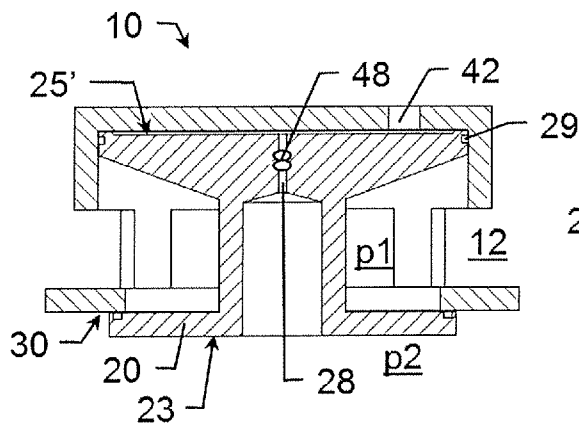


Fig. 8a

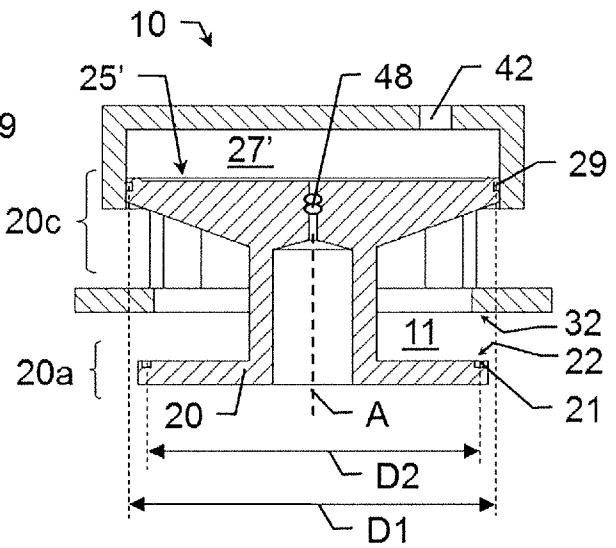


Fig. 8b