

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 8016/2013
(22) Anmeldetag: 25.09.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2014

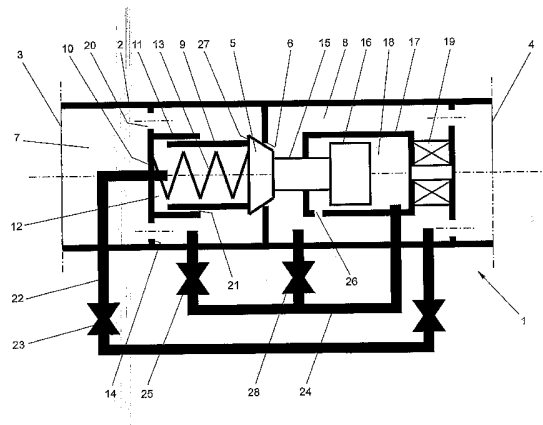
(51) Int. Cl. : **F16K 31/122** (2006.01)
F16K 1/12 (2006.01)
G05D 16/16 (2006.01)

(66) Umwandlung von A 379/2012
(56) Entgegenhaltungen:
DE 2701162 A1 GB 709358 A
US 2445544 A
WO 2009010077 A1

(73) Patentinhaber:
HERMELING WERNER DIPL.ING.
7100 NEUSIEDL AM SEE (AT)

(54) Axial durchströmtes Ventil für Tieftemperaturfluid

(57) Bei einem axial durchströmtes Ventil für Tieftemperaturfluid, umfassend ein rohrförmiges Gehäuse (2) mit einem zuflusseitigen Ende (3) und einem gegenüberliegenden abflusseitigen Ende (4), ein im Gehäuse (2) axial verschieblich geführtes Ventilschließglied (5) und einen Ventilsitz (6), wirkt das Ventilschließglied (5) im geschlossenen Zustand des Ventils mit dem Ventilsitz (6) zusammen, um ein hochdruckseitiges Gehäusevolumen (7) von einem niederdruckseitigen Gehäusevolumen (8) zu trennen, wobei Betätigungsmittel zum Verschieben des Ventilschließglieds (5) zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung vorgesehen sind, wobei das Ventilschließglied (5) zum hochdruckseitigen Gehäusevolumen (7) hin öffnet. Die Betätigungsmittel umfassen eine im hochdruckseitigen Gehäusevolumen (7) angeordnete erste Steuerkammer (12) und eine im niederdruckseitigen Gehäusevolumen (8) angeordnete zweite Steuerkammer (18), mit deren Druck das Ventilschließglied (5) oder ein mit diesem verbundenes Teil jeweils beaufschlagbar ist, wobei die erste Steuerkammer (12) über eine verschließbare erste Leitung (22) mit dem niederdruckseitigen Gehäusevolumen (8) und die zweite Steuerkammer (18) über eine verschließbare zweite Leitung (24) mit dem hochdruckseitigen Gehäusevolumen (7) verbindbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein axial durchströmtes Ventil für Tieftemperaturfluid, umfassend ein vorzugsweise rohrförmiges Gehäuse mit einem zuflussseitigen Ende und einem gegenüberliegenden abflussseitigen Ende, ein im Gehäuse axial verschieblich geführtes Ventilschließglied und einen Ventilsitz, wobei das Ventilschließglied im geschlossenen Zustand des Ventils mit dem Ventilsitz zusammenwirkt, um ein hochdruckseitiges Gehäusevolumen von einem niederdruckseitigen Gehäusevolumen zu trennen, und wobei Betätigungsmittel zum Verschieben des Ventilschließglieds zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung vorgesehen sind, wobei das Ventilschließglied zum hochdruckseitigen Gehäusevolumen hin öffnet.

[0002] Ein derartiges Ventil ist beispielsweise in der EP 1 207 326 A1 beschrieben.

[0003] Im tiefkalten Bereich, d.h. insbesondere in einem Temperaturbereich bis -250°C werden beim Transport von tiefkalt verflüssigten Gasen erhebliche Ansprüche an die Dichtungen gestellt. Für die Abfüllung von flüssigem Sauerstoff bedürfen Dichtungen eines besonderen Schutzes, um die Gefahr eines Abbrennens der Dichtungen zu verhindern. Bei derartig tiefen Temperaturen können weiters aufgrund unterschiedlicher Materialausdehnungen auftretende Dichtheitsprobleme mit konventionellen Ausbildungen nicht ohne weiteres kontrolliert werden. Derartige für sehr niedrige Temperaturen, insbesondere Temperaturen von flüssiger Luft oder flüssigem Sauerstoff ausgelegte Ventile sind daher in der Regel mit relativ aufwändigen Stellgliedern zum Öffnen und zum Schließen der Ventile ausgestattet.

[0004] Im tiefkalten Bereich müssen die Ventile isoliert werden, um ein Verdampfen des Fluids im Ventil auf ein Minimum zu beschränken, wobei dies vorteilhafter Weise mit Vakuumisolationssystemen erreicht werden kann. Ist Sauerstoff, Methan oder ein anderes brennbares Gas im Spiel, sind die Ventile darüber hinaus explosionsgeschützt auszuführen.

[0005] Das in der EP 1 207 326 A1 beschriebene Ventil genügt diesen Anforderungen teilweise. Es wird axial durchströmt, wobei die relevanten Stellen mit Ausnahme des Ventilsitzes mittels Faltenbälgen gedichtet werden. Der Nachteil dieser Konstruktion besteht eindeutig in den hohen Stellkräften und den hohen Herstellkosten des Ventils, welche maßgeblich durch die Kosten der Faltenbälge beeinflusst werden, und der fehlenden Isolierung. Im Betrieb verursacht diese Konstruktion weitere Kosten durch die begrenzte Standzeit der Faltenbälge. Werden hohe Drücke geschaltet, muss der Faltenbalg sehr massiv ausgeführt werden. Das bedeutet, dass zum Schalten des Ventils eine entsprechend starke Feder gewählt werden muss, die den Ventilkegel in der gewünschter Stellung hält. Diese Nachteile will bei gleichbleibenden Vorteilen die vorliegende Erfindung vermeiden.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung bei einem axial durchströmten Ventil der eingangs genannten Art vor, dass die Betätigungsmittel eine im hochdruckseitigen Gehäusevolumen angeordnete erste Steuerkammer und eine im niederdruckseitigen Gehäusevolumen angeordnete zweite Steuerkammer umfassen, mit deren Druck das Ventilschließglied oder ein mit diesem verbundenes Teil jeweils beaufschlagbar ist, wobei die erste Steuerkammer über eine verschließbare erste Leitung mit dem niederdruckseitigen Gehäusevolumen und die zweite Steuerkammer über eine verschließbare zweite Leitung mit dem hochdruckseitigen Gehäusevolumen verbindbar ist. Das Ventilschließglied wird somit mit dem Fluid selbst betätigt, wobei zu beiden Seiten des Ventilschließglieds, d.h. sowohl im niederdruckseitigen Bereich als auch im hochdruckseitigen Bereich, eine Steuerkammer vorgesehen ist, deren Druck jeweils auf das Ventilschließglied wirkt. Um das Ventilschließglied zur Hochdruckseite hin zu öffnen, sind bei entsprechend hoher Druckdifferenz zwischen Hochdruck- und Niederdruckseite große Kräfte erforderlich. Dadurch, dass nun die hochdruckseitige Steuerkammer über eine verschließbare erste Leitung mit dem niederdruckseitigen Gehäusevolumen verbindbar ist, kann auf der Hochdruckseite des Ventilschließglieds ein entsprechender Unterdruck erzeugt werden, der die Öffnungsbewegung des Ventilschließglieds unterstützt. Dadurch, dass die niederdruckseitige Steuerkammer über eine verschließbare zweite Leitung mit dem hochdruckseitigen Gehäusevolumen verbindbar ist, liegt an der Niederdruckseite des Ventilschließglieds der hochdruckseitige

Druck an, sodass am Ventilschließglied insgesamt eine Druckdifferenz erzeugt wird, die dieses in Öffnungsrichtung verschiebt.

[0007] Damit sichergestellt ist, dass sich das Ventilschließglied ausschließlich auf Grund des Differenzdrucks öffnet, ist bevorzugt vorgesehen, dass die vom Druck in der zweiten Steuerkammer beaufschlagte projizierende Fläche des Ventilschließglieds bzw. des mit diesem verbundenen Teils größer ist als die vom Druck in dem hochdruckseitigen Gehäusevolumen beaufschlagte projizierende Fläche des Ventilschließglieds.

[0008] In konstruktiv besonders vorteilhafter Weise ist die erste Steuerkammer von einem mit dem Ventilschließglied vorzugsweise starr verbundenen Rohr und einer mit geschlossenem Boden ausgebildeten Führungshülse gebildet, in welche das Rohr eintaucht.

[0009] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die erste Steuerkammer über einen Drosselquerschnitt mit dem hochdruckseitigen Gehäusevolumen verbunden ist. Dies bewirkt, dass die erste Steuerkammer mit dem umgebenden Fluid gefüllt ist, stellt aber gleichzeitig einen definierten Druckverlust sicher, sodass während des Öffnungsvorgangs des Ventils in der ersten Steuerkammer ein ausreichender Unterdruck gegenüber dem umgebenden Druck, d.h. dem im hochdruckseitigen Gehäusevolumen herrschenden Druck vorliegt.

[0010] Der Drosselquerschnitt wird bevorzugt dadurch realisiert, dass das Rohr mit radialem Spiel in der Führungshülse geführt ist. Der durch das radiale Spiel definierte Ringspalt und dessen Geometrie bestimmen hierbei den Drosselquerschnitt.

[0011] Der Boden der Führungshülse ist mit Vorteil an einer mit dem Gehäuse starr verbundenen Platte ausgebildet, die radial außerhalb der Führungshülse Durchbrechungen für das Hindurchtreten des Fluids aufweist.

[0012] Um die Rückstellbewegung des Ventilschließglieds zu unterstützen, ist das Ventilschließglied bevorzugt von einem Federelement in Schließrichtung beaufschlagt.

[0013] Bevorzugt ist weiters vorgesehen, dass die zweite Steuerkammer von einem Zylinder gebildet ist, in dem ein mit dem Ventilschließglied gekoppelter Kolben verschiebbar geführt ist.

[0014] Bevorzugt ist außerdem vorgesehen, dass die zweite Leitung in den dem Ventilschließglied abgewandten Arbeitsraum des Zylinders mündet, wobei der dem Ventilschließglied zugewandte Arbeitsraum des Zylinders über eine verschließbare Leitung mit dem niederdruckseitigen Gehäusevolumen verbunden ist.

[0015] Bei geringeren Druckdifferenzen zwischen der Hochdruckseite und der Niederdruckseite, kann die erfindungsgemäße hydraulische Bestätigung des Ventilschließglieds auch durch eine andere Art der Betätigung ersetzt werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Betätigungsmittel weiters ein elektromagnetisches Antriebselement umfassen. Bevorzugt wirkt das elektromagnetische Antriebselement im Öffnungssinne des Ventilschließglieds mit dem Kolben zusammen.

[0016] Wie an sich bereits bekannt, weist das Ventilschließglied bevorzugt eine kegelige, mit dem Ventilsitz zusammenwirkende Dichtfläche auf.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0018] Das Ventil 1 weist ein rohrförmiges Gehäuse 2 auf, das am hochdruckseitigen Ende eine Einlassöffnung 3 und am niederdruckseitigen Ende eine Auslassöffnung 4 aufweist. Die Einlassöffnung 3 und die Auslassöffnung 4 können jeweils mit einem Anschluss zum Anschließen von Fluidleitungen versehen sein. Im Inneren des Gehäuses 2 ist ein Ventilschließglied 5 vorgesehen, das im in der Zeichnung dargestellten geschlossenen Zustand mit seiner kegeligen Dichtfläche gegen einen Ventilsitz 6 gedrückt wird. Im geschlossenen Zustand des Ventils trennt das Ventilschließglied 5 das hochdruckseitige Gehäusevolumen 7 vom niederdruckseitigen Gehäusevolumen 8. Das Ventilschließglied 5 ist im Gehäuse 2 in axialer Richtung geführt, wobei die Führung hochdruckseitig so erfolgt, dass ein mit dem Ventilschließglied 5 starr befes-

tigtes Rohr 9 mit geringem radialen Spiel in eine mit einem Boden 10 versehene Führungshülse 11 eintaucht. Der Boden 10 ist an einer radialen Platte 14 ausgebildet, die starr im Gehäuse 2 befestigt ist. Das Rohr 9 bildet gemeinsam mit der Führungshülse 11 und dem Boden 10 eine erste Steuerkammer 12, deren Druck direkt auf das Ventilschließglied 5 wirkt. Im Inneren der ersten Steuerkammer 12 ist eine Druckfeder 13 angeordnet, die das Ventilschließglied 5 im Schließsinne beaufschlagt.

[0019] An der Niederdruckseite ist das Ventilschließglied 5 über eine Kolbenstange 15 mit einem Kolben 16 verbunden. Der Kolben 16 ist in einem Zylinder 17 verschieblich geführt, der eine zweite Steuerkammer 18 ausbildet. Mit dem Kolben 16 wirkt ein Schubelektromagnet 19 zusammen.

[0020] Sobald das geschlossene Ventil 1 einlass- bzw. hochdruckseitig an eine Fluidquelle, z.B. einen Fluidbehälter angeschlossen wird, fließt das Fluid über die Einlassöffnung 3 in das Gehäuse 2 und gelangt in das hochdruckseitige Gehäusevolumen 7. Das Fluid strömt dabei durch die in der Platte 14 ausgebildeten Durchbrechungen 20 und füllt über den Ringspalt 21 die erste Steuerkammer 12. Sobald das geschlossene Ventil 1 auslass- bzw. niederdruckseitig an eine Fluidsenke angeschlossen wird, füllt sich auch das niederdruckseitige Gehäusevolumen 8 samt der zweiten Steuerkammer 18 mit Fluid.

[0021] Zum Öffnen des Ventils 1 wird die erste Steuerkammer 12 durch Öffnen des Schließventils 23 (z.B. ein Magnetventil) über die erste Kapillarleitung 22 mit dem niederdruckseitigen Gehäusevolumen 8 verbunden. Dies bewirkt, dass Fluid aus dem ersten Steuerraum 12 auf Grund des dort herrschenden höheren Drucks in das niederdruckseitige Gehäusevolumen 8 abfließt. In der ersten Steuerkammer 12 sinkt der Druck dadurch ab, so dass Fluid durch den Spalt 21 zwischen der Führungshülse 11 und dem Rohr 9 in die erste Steuerkammer 12 nachströmt, jedoch weniger als abströmen kann. Der Spalt 21 (spaltbreite z.B. 0,01mm) erzeugt beim Nachströmen des Fluids somit einen Druckverlust, der das Einstromen in das Innere der ersten Steuerkammer 12 behindert. Der Spalt 21 bewirkt somit einen definierten Druckverlust. Zur Erhöhung des Druckverlusts kann vorgesehen sein, dass das Rohr 9 an seinem Ende mit umlaufenden Rillen versehen ist. Dadurch, dass in der ersten Steuerkammer 12 eine Druckverringerung erzielt wird, verringern sich die Stellkräfte für das Ventilschließglied 5.

[0022] Danach wird das hochdruckseitige Gehäusevolumen 7 durch Öffnen des Schließventils 25 (z.B. ein Magnetventil) über die zweite Kapillarleitung 24 mit der zweiten Steuerkammer 18 verbunden. Die zweite Kapillarleitung 24 mündet hierbei in den dem Ventilschließglied 5 abgewandten Arbeitsraum des Zylinders 17. Dadurch erhöht sich der Druck in der zweiten Steuerkammer 18 und der erhöhte Druck bewegt den Kolben 16 und mit ihm das über die Kolbenstange 15 angeschlossene Ventilschließglied 5 in der Zeichnung nach links, wodurch das Ventil 1 geöffnet wird. Der dem Ventilschließglied 5 zugewandte Arbeitsraum des Zylinders 17 ist über die Öffnung 26 mit dem niederdruckseitigen Gehäusevolumen 8 verbunden, sodass das verdrängte Fluid aus diesem Arbeitsraum entweichen kann.

[0023] Die Bewegung des Ventilschließglieds 5 wird hierbei dadurch ermöglicht, dass die projizierende Fläche des Kolbens 16 größer ist als die projizierende Ringfläche 27 des Ventilschließglieds 5, so dass die resultierenden Kräfte das Ventilschließglied 5 vom Ventilsitz 6 anheben können. Der Hub des Ventilschließglieds 5 wird durch den Hub des Kolbens 16 im Zylinder 17 begrenzt. Um das Ventil im offenen Zustand zu halten, wird das Magnetventil 23 geschlossen.

[0024] Zum Schließen des Ventils 1 wird zuerst das Magnetventil 25 geschlossen und anschließend das Magnetventil 28 geöffnet. Der Druckunterschied zwischen der zweiten Steuerkammer 18 und dem niederdruckseitigen Gehäusevolumen 8 gleicht sich aus, sodass die Feder 13 das Ventilschließglied 5 im Schließsinne bewegt. Dadurch wird der Kolben 16 im Zylinder 17 wieder in die Ausgangslage zurückgeschoben. Abschließend wird das Magnetventil 28 wieder geschlossen.

[0025] Das Ventil soll gegen Wärmezufuhr isoliert werden, damit das im Ventil geführte Produkt

nicht verdampfen kann. Dazu wird um das Ventil eine modulare Isolierung angebracht, die vorzugsweise eine modulare Vakuumisolierung ist.

[0026] Bei niedriger Druckdifferenz zwischen der Hochdruckseite und der Niederdruckseite kann das Ventil auch nur dadurch geöffnet werden, dass der Schubmagnet 19 geschaltet wird. Zum Schließen wird der Schubmagnet 19 ausgeschaltet und der Federdruck schließt das Ventil.

[0027] In einem konkreten Anwendungsbeispiel befindet sich in einem nicht dargestellten hochdruckseitigen Speicherbehälter flüssiges Fluid, z.B. flüssige und gasförmige Luft, mit einem Druck von 200bar und einer Temperatur von -180°C . Das Fluid soll aus dem Speicherbehälter über eine Rohrleitung in einen weiteren Behälter verbracht werden. Die Rohrleitung verbindet beide Behälter, wobei das erfindungsgemäße Ventil 1 in der Rohrleitung angeordnet ist und die beiden Behälter voneinander trennt. Der freie Querschnitt des Ventils beträgt beispielsweise 40 mm. Im niederdruckseitigen Bereich des Ventils 1, in dem zum weiteren Behälter führenden Bereich der Rohrleitung und in dem weiteren Behälter herrscht ein Druck von z.B. 15bar und eine Temperatur von -180°C . Nach dem Öffnen des Ventils 1 strömt zuerst das im Speicherbehälter befindliche Fluid als Flüssigkeit in den weiteren Behälter ab. Danach folgt ein relativ warmes Gas mit gleichem Druck. Das bedeutet, dass das Ventil 1 zuerst sehr kalt ist und sich anschließend auf ca. $+10^{\circ}\text{C}$ erwärmt.

[0028] Zusammenfassend baut das Ventil 2-dimensional und ähnelt einer Rohrerweiterung. Daher ist die Fertigung einfacher und kostengünstiger als jedes 3-dimensionale Ventil. Die Dimensionierung bezüglich Durchmesser und Druck lässt fast jeden Kundenwunsch zu. Die schlanke Bauform gestattet eine Verblockung und zusätzliche Vakuumisolierung. Die Einbaulage kann beliebig sein. Das Ventil wird axial durchströmt und mit einem herkömmlichen Ventilkegel gedichtet. Daher entspricht die Leckrate im Sitz herkömmlichen Konstruktionen. Nach außen ist die Konstruktion vollständig dicht, die Leckrate ist somit Null. Die austretenden Kapillaren sind bevorzugt verschweißt.

Patentansprüche

1. Axial durchströmtes Ventil für Tieftemperaturfluid, umfassend ein rohrförmiges Gehäuse (2) mit einem zuflussseitigen Ende (3) und einem gegenüberliegenden abflussseitigen Ende (4), ein im Gehäuse (2) axial verschieblich geführtes Ventilschließglied (5) und einen Ventilsitz (6), wobei das Ventilschließglied (5) im geschlossenen Zustand des Ventils mit dem Ventilsitz (6) zusammenwirkt, um ein hochdruckseitiges Gehäusevolumen (7) von einem niederdruckseitigen Gehäusevolumen (8) zu trennen, und wobei Betätigungsmittel zum Verschieben des Ventilschließglieds (5) zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung vorgesehen sind, wobei das Ventilschließglied (5) zum hochdruckseitigen Gehäusevolumen (7) hin öffnet, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betätigungsmittel eine im hochdruckseitigen Gehäusevolumen (7) angeordnete erste Steuerkammer (12) und eine im niederdruckseitigen Gehäusevolumen (8) angeordnete zweite Steuerkammer (18) umfassen, mit deren Druck das Ventilschließglied (5) oder ein mit diesem verbundenes Teil jeweils beaufschlagbar ist, wobei die erste Steuerkammer (12) über eine verschließbare erste Leitung (22) mit dem niederdruckseitigen Gehäusevolumen (8) und die zweite Steuerkammer (18) über eine verschließbare zweite Leitung (24) mit dem hochdruckseitigen Gehäusevolumen (7) verbindbar ist.
2. Ventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vom Druck in der zweiten Steuerkammer (18) beaufschlagte projizierende Fläche des Ventilschließglieds (5) oder des mit diesem verbundenen Teils größer ist als die vom Druck in dem hochdruckseitigen Gehäusevolumen (7) beaufschlagte projizierende Ringfläche (27) des Ventilschließglieds (5).
3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Steuerkammer (12) von einem mit dem Ventilschließglied (5) vorzugsweise starr verbundenen Rohr (9) und einer mit geschlossenem Boden (10) ausgebildeten Führungshülse (11) gebildet ist, in welche das Rohr (9) eintaucht.
4. Ventil nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Steuerkammer (12) über einen Drosselquerschnitt mit dem hochdruckseitigen Gehäusevolumen (7) verbunden ist.
5. Ventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rohr (9) mit radialem Spiel, welches den Drosselquerschnitt bildet, in der Führungshülse (11) geführt ist.
6. Ventil nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Boden (10) der Führungshülse (11) an einer mit dem Gehäuse starr verbundenen Platte (14) ausgebildet ist, die radial außerhalb der Führungshülse (11) Durchbrechungen (20) für das Hindurchtreten des Fluids aufweist.
7. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventilschließglied (5) von einem Federelement (13) in Schließrichtung beaufschlagt ist.
8. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Steuerkammer (18) von einem Zylinder (17) gebildet ist, in dem ein mit dem Ventilschließglied (5) gekoppelter Kolben (16) verschiebbar geführt ist.
9. Ventil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Leitung (24) in den dem Ventilschließglied (5) abgewandten Arbeitsraum des Zylinders (17) mündet.
10. Ventil nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dem Ventilschließglied (5) zugewandte Arbeitsraum des Zylinders (17) über eine Öffnung (26) mit dem niederdruckseitigen Gehäusevolumen (8) verbunden ist.
11. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betätigungsmittel weiters ein elektromagnetisches Antriebselement (19) umfassen.

12. Ventil nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das elektromagnetische Antriebselement (19) im Öffnungssinne des Ventilschließglieds (5) mit dem Kolben (16) zusammenwirkt.
13. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventilschließglied (5) eine kegelige, mit dem Ventilsitz (6) zusammenwirkende Dichtfläche aufweist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

