



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 220 812.8**  
 (22) Anmeldetag: **24.10.2016**  
 (43) Offenlegungstag: **26.04.2018**

(51) Int Cl.: **A61M 16/20 (2006.01)**  
**A61M 39/22 (2006.01)**  
**F16K 15/14 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Hamilton Medical AG, Bonaduz, CH**

(74) Vertreter:  
**Ruttensperger Lachnit Trossin Gomoll Patent-  
 und Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft  
 mit beschränkter Berufshaftung, 80335 München,  
 DE**

(72) Erfinder:  
**Hunger, Jan, Andeer, CH**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

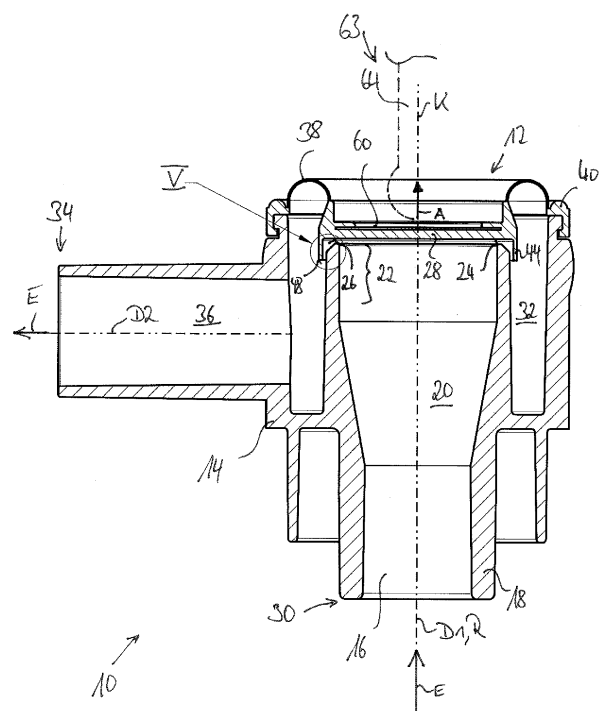
DE	196 11 556	C1
DE	29 22 940	A1
DE	43 31 718	A1
DE	101 14 628	A1
US	2011 / 0 168 180	A1
US	3 601 152	A
US	4 406 302	A
US	4 616 646	A
US	5 065 746	A
US	4 823 828	A
US	6 102 038	A

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Expirationsventil für eine Beatmungsvorrichtung mit geräuschemissionsreduzierter Ventilgestaltung**

(57) Zusammenfassung: Ein Expirationsventil (10) für eine Beatmungsvorrichtung umfasst ein Ventilgehäuse (14) mit einem sich längs einer Durchgangsbahn (D1, D2) erstreckenden Strömungsdurchgang (16), wobei das Ventilgehäuse (14) eine Ventil-Teilformation mit einer geschlossen um die Durchgangsbahn (D1) umlaufenden Endfläche (24) aufweist, zu welcher hin eine Gegenfläche (26) eines Ventilkörpers (12) durch eine Vorspanneinrichtung (38) derart vorgespannt ist, dass die Gegenfläche (26) durch Anströmen mit Atemgas in einer Expirationsströmungsrichtung gegen (E) die Vorspannkraft der Vorspanneinrichtung (38) in einer Abheberichtung (A) von der Endfläche (24) entfernbar ist, sodass der Strömungsdurchgang (16) in der Expirationsströmungsrichtung (E) durchströmbar ist und eine Durchströmung des Strömungsdurchgangs (16) in eine entgegengesetzte Strömungsrichtung durch Anlage der Gegenfläche (26) des Ventilkörpers (12) an der Endfläche (24) sperrbar ist, wobei der Ventilkörper (12) eine Schürze (44) aufweist, welche, - in einem durch Atemströmung unbelasteten Bezugszustand - die Gegenfläche (26) und die Endfläche (24) umgebend, sich in einer Umfangsrichtung erstreckt und welche im Bezugszustand entgegen der Abheberichtung (A) in Richtung von der Gegenfläche (26) weg über die Endfläche (24) hinaus absteht, wobei radial zwischen der Schürze (44) und einem die Endfläche (24) aufweisenden Endabschnitt (22) der Ventil-Teilformation ein Ringspaltraum (46) vorgesehen ist. ...



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Expirationsventil für eine Beatmungsvorrichtung zur wenigstens teilweise apparativ unterstützten Beatmung eines Patienten, umfassend ein Ventilgehäuse mit einem sich längs einer eine lokale axiale, radiale und Umfangsrichtung definierenden Durchgangsbahn erstreckenden Strömungsdurchgang, längs welchem das Ventilgehäuse mit Atemluft durchströmbar ist, wobei das Ventilgehäuse eine gehäusefeste Ventil-Teilformation mit einer geschlossen um die Durchgangsbahn umlaufenden Endfläche aufweist, zu welcher hin eine zur Endfläche hinweisende Gegenfläche eines relativ zum Ventilgehäuse beweglichen Ventilkörpers durch Vorspannkraft einer Vorspanneinrichtung derart vorgespannt ist, dass die Gegenfläche durch Anströmen mit Atemgas in einer Expirationsströmungsrichtung gegen die Vorspannkraft der Vorspanneinrichtung unter Vergrößerung eines zwischen der Endfläche und der Gegenfläche erzeugbaren oder vorhandenen Ringspalts in einer Abheberichtung von der Endfläche entfernbar ist, so dass der Strömungsdurchgang in der Expirationsströmungsrichtung durchströmbar ist und eine Durchströmung des Strömungsdurchgangs in eine der Expirationsströmungsrichtung entgegengesetzte Strömungsrichtung durch Anlage der Gegenfläche des Ventilkörpers an der Endfläche sperrbar ist.

**[0002]** Ein derartiges Expirationsventil ist beispielsweise aus den Beatmungsgeräten der Anmelderin mit der Produktbezeichnung „C2“ oder „C3“ bekannt. Das Expirationsventil dient in einer Beatmungsvorrichtung zur Steuerung des Atemgastransports.

**[0003]** Beatmungsvorrichtungen weisen üblicherweise eine Atemgas-Förderpumpe auf, um Atem-Frischgas zu einem zu beatmenden Patienten zu fördern. Die Beatmungsvorrichtung weist in der Regel ein Inspirationsventil auf, welches eine Förderung von Atem-Frischgas von der Beatmungsvorrichtung weg zum Patienten hin zulässt, in umgekehrter Richtung jedoch sperrt, und weist ein Expirationsventil auf, welches eine Strömung von Atemgas in Expirationsströmungsrichtung vom Patienten weg zur Beatmungsvorrichtung hin zulässt, in entgegengesetzter Richtung jedoch sperrt.

**[0004]** Bekannte Expirationsventile weisen einen tellerartigen Ventilkörper auf, welcher der Endfläche der gehäusefesten Ventil-Teilformation gegenüberliegt und auch auf dieser aufliegen kann, um eine Gasströmung in einer der Expirationsströmungsrichtung entgegengesetzte Richtung zu sperren. Der der Endfläche in Abheberichtung gegenüberliegende oder an dieser anliegende Teil der Außenfläche des tellerartigen Ventilkörpers ist dann die oben genannte Gegenfläche.

**[0005]** Der Ventilkörper und die gehäusefeste Ventil-Teilformation ergänzen sich funktionell zu einer Ventilformation, die eine Ventilfunktion im Sinne einer Strömungssteuerung wahrnehmen kann.

**[0006]** Bei den bekannten Expirationsventilen wird der tellerförmige Ventilkörper während eines Expirationsvorgangs in Expirationsströmungsrichtung angeströmt, so dass auf der Anströmseite des Ventilkörpers der Atemgasdruck ansteigt, während auf der der Anströmseite entgegengesetzten Schatten-seite des Ventilkörpers weiterhin Umgebungsdruck herrscht. Dann, wenn der Druckanstieg auf der Anströmseite die Vorspannkraft der Vorspanneinrichtung überwindet, wird der Ventilkörper von der Endfläche weg bewegt, so dass ein zwischen Ventilkörper bzw. dessen Gegenfläche und der Endfläche entstehender oder vorhandener Ringspalt vergrößert wird. Dadurch nimmt der Strömungswiderstand des Expirationsventils in Expirationsströmungsrichtung stark ab, so dass verbrauchtes Atemgas in Expirationsströmungsrichtung ohne großen Widerstand vom Patienten weg strömen kann.

**[0007]** Der Ventilkörper des bekannten Expirationsventils lenkt als tellerförmiger Ventilkörper die auf ihn auftreffende Atemgasströmung um etwa 90° um, so dass das Atemgas bei ausreichend von der Endfläche entferntem Ventilkörper radial durch den oben beschriebenen Ringspalt strömt. Dabei kann es im Bereich zwischen Endfläche und Ventilkörper zu periodischer Wirbelbildung und zu lokalen Strömungsablösungen kommen, was Druckschwankungen im Expirationsventil bewirken kann. Diese Druckschwankungen sind in manchen Betriebszuständen außerhalb des Expirationsventils und außerhalb der Beatmungsvorrichtung unerwünschterweise akustisch wahrnehmbar. Je nach Periodizität der Druckschwankungen können sich diese durch ein Pfeifen oder Rauschen äußern.

**[0008]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das gattungsgemäße Expirationsventil derart weiterzubilden, dass es ohne Einschränkung seiner Leistungsfähigkeit als Expirationsventil im bestimmungsgemäßen Betrieb weniger Geräusche emittiert.

**[0009]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Expirationsventil der eingangs genannten Art, bei welchem der Ventilkörper eine Schürze aufweist, welche, - bei Betrachtung des Expirationsventils in einem durch bestimmungsgemäße Atemströmung unbelasteten Bezugszustand - die Gegenfläche und die Endfläche umgebend, sich in einer Umfangsrichtung erstreckt und welche im Bezugszustand entgegen der Abheberichtung in Richtung von der Gegenfläche weg axial über die Endfläche hinaus absteht, wobei radial zwischen der Schürze und einem die Endfläche aufweisenden Endabschnitt

der Ventil-Teilformation ein Ringspaltraum vorgesehen ist.

**[0010]** Da das erfindungsgemäße Expirationsventil bevorzugt bestimmungsgemäß lösbar bzw. abnehmbar an einer Beatmungsvorrichtung vorgesehen ist, wird das Expirationsventil in einem Bezugszustand diskutiert, in welchem es durch Atemströmung unbelastet ist. Dies entspricht etwa einem Bezugszustand, in welchem ein von einer Beatmungsvorrichtung abgenommenes Expirationsventil in einem Regal oder auf einer Werkbank zur weiteren Verwendung bereit liegt.

**[0011]** Durch die Schürze, die die Gegenfläche und die Endfläche im Bezugszustand umgibt, also bezogen auf eine den Ventilkörper in Abheberichtung zentral durchsetzende Körperachse radial außen umgibt, wird auf den Ventilkörper auftreffende Expirationsströmung nicht mehr nur radial nach außen umgelenkt, sondern wird an der Schürze zwangsweise in eine Strömungsrichtung mit einer Komponente entgegen der Expirationsströmung umgelenkt, die dann in der der anströmenden Expirationsströmung entgegengesetzten Richtung durch den zwischen der Schürze und der Ventil-Teilformation gebildeten Ringspaltraum strömen muss.

**[0012]** Damit wird durch das Vorsehen der Schürze die Expirationsströmung entlang eines längeren Wegs als im Stand der Technik über die Endfläche hinaus an der Ventil-Teilformation und am Ventilkörper vorbei geführt. Während im Stand der Technik die Expirationsströmung, nachdem sie die Endfläche passiert hat, im Wesentlichen als Freistrahл strömt, ist die Expirationsströmung im erfindungsgemäßen Zustand auch noch nach Passieren der Endfläche körperlich durch die Schürze und durch die Ventil-Teilformation geführt, die beide den genannten Ringspaltraum begrenzen.

**[0013]** Nachzutragen ist, dass mit einer eingangs genannten, durch die Durchgangsbahn definierten lokalen Koordinatenrichtung (axial, radial, Umfangsrichtung) ausgesagt sein soll, dass sich durchgangsbahnbezogene benennungsgleiche Koordinatenrichtungen in einem absoluten Koordinatensystem betrachtet abhängig vom Ort längs der Durchgangsbahn unterscheiden können, etwa weil die Durchgangsbahn einen gekrümmten oder abgewinkelten Verlauf hat.

**[0014]** Der Ringspaltraum umgibt bevorzugt radial außen jenen mit Bezug auf die Expirationsströmungsrichtung stromaufwärts vor der Gegenfläche gelegenen Abschnitt des Strömungsdurchgangs, in welchem die Expirationsströmung zum Ventilkörper hingeleitet wird.

**[0015]** Die Schürze kann sich ausgehend von einem die Gegenfläche aufweisenden Abschnitt des Ventilkörpers entgegen der Abheberichtung beliebig weit von dem Abschnitt weg erstrecken, so dass der Ringspaltraum, wenngleich mit unterschiedlichen, parallel zur Abheberichtung zu messenden Spaltraumhöhen, unabhängig von der Betriebsposition des Ventilkörpers über den gesamten bestimmungsgemäßen Bewegungsbereich des Ventilkörpers in Abheberichtung bestehen kann. Die Schürze kann jedoch alternativ entgegen der Abheberichtung kürzer bemessen sein als der maximale Abhebeweg des Ventilkörpers ausgehend von seiner Bezugsposition in Richtung von der Endfläche weg, so dass dann, wenn der Ventilkörper während eines Expirationsvorgangs einen vorbestimmten Abhebe-Schwellenweg überschreitet, der Schürze radial innen kein Abschnitt der Ventil-Teilformation mehr gegenüberliegt und somit kein Ringspaltraum mehr besteht.

**[0016]** Durch das Vorsehen der Schürze und durch die damit verbundene Änderung der Strömungsverhältnisse am Ventilkörper werden während eines Expirationsvorgangs stabilere Strömungsverhältnisse im Bereich von Endfläche und Gegenfläche erzielt als am schürzenlosen Ventilkörper des Standes der Technik. Die stabileren Strömungsverhältnisse führen zu weniger bis überhaupt keinen Druckschwankungen mehr, so dass auch die im Stand der Technik mit wiederholter oder periodischer Wirbelbildung und Druckschwankung einhergehenden Geräuschemissionen erheblich reduziert sind.

**[0017]** Die Reduzierung der Geräuschemissionen des Expirationsventils sind in einem betriebsmäßig relevanten Volumenstrombereich von etwa 15 Litern pro Minute besonders ausgeprägt.

**[0018]** Grundsätzlich kann die Schürze an ihrem freien, von der Gegenfläche fern liegenden Längsende einen glatten Rand aufweisen, etwa einen Rand, welcher in einer zur Abheberichtung orthogonalen Ebene gelegen ist.

**[0019]** Eine noch wirkungsvollere Minderung der betriebsmäßig entstehenden Geräuschemissionen kann dadurch erreicht werden, dass ein parallel zur Abheberichtung zu messender Abstand eines von der Gegenfläche fernen Schürzenrandes von der Gegenfläche wenigstens umfangsabschnittsweise abhängig von der jeweiligen Position in Umfangsrichtung unterschiedlich groß ist. In diesem Falle krägt die Schürze längs ihres Umfangs unterschiedlich weit von einem die Gegenfläche aufweisenden Abschnitt des Ventilkörpers aus. Bevorzugt ändert sich der Abstand bzw. die Auskraglänge der Schürze längs ihrer Erstreckung in Umfangsrichtung um die zur Abheberichtung parallele Körperachse des Ventilkörpers herum periodisch, so dass längs der Umfangserstreckung der Schürze zwar unterschiedliche, jedoch pe-

riodisch wiederkehrende Strömungsverhältnisse auftreten können, was zu einer zusätzlichen Stabilisierung der Expirationsströmung während eines Expirationsvorgangs im Bereich zwischen Endfläche und Gegenfläche beitragen kann. Folglich weist der von der Gegenfläche ferne Schürzenrand bevorzugt eine in Umfangsrichtung verlaufende Wellenform auf. Dabei ist mit Wellenform jegliche periodische Änderung des oben genannten Abstands bzw. der Auskragtiefe bezeichnet.

**[0020]** Die Wellenform kann eine geradlinige Berandung aufweisen und kann beispielsweise als Sägezahn- oder Dreieckswellenprofil ausgestaltet sein, wobei aufgrund bisher erzielter Testergebnisse ein Dreiecksprofil mit einer Folge von in Umfangsrichtung aufeinander folgenden gleichschenkligen Dreiecken bevorzugt ist. Bevorzugt folgen identische gleichschenklige Dreiecke in Umfangsrichtung aufeinander.

**[0021]** Ebenso ist denkbar, dass der von der Gegenfläche ferne freie Seitenrand als geradlinig berandeter Seitenrand eine Rechteck-Wellenform aufweist.

**[0022]** Alternativ oder zusätzlich kann der Seitenrand eine Teilkreis-Wellenform oder allgemein eine sinusförmige Wellenform aufweisen, so dass der Schürzenrand in diesem Fall durch eine krummlinige, bevorzugt ecken- und knickfreie Randlinie definiert ist.

**[0023]** Auch für die Rechteck-Wellenform und für die Teilreis-Wellenform ebenso wie für die sinusförmige Wellenform des Schürzenrandes ist bevorzugt, dass der Schürzenrand durch eine Folge von in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden identischen Randlelementen gebildet ist.

**[0024]** Dabei ist zur Erzielung möglichst einheitlicher sich periodisch ändernder Strömungsverhältnisse längs des Umfangs der Schürze bevorzugt, dass wenigstens ein Teil, vorzugsweise alle, der entgegen der Abheberichtung von der Gegenfläche fernstgelegenen Extrempunkte der Wellenberge auf einer Ebene oder/und dass wenigstens ein Teil, vorzugsweise alle, der entgegen der Abheberichtung der Gegenfläche nächstgelegenen Extrempunkte der Wellentäler auf einer Ebene gelegen sind, insbesondere auf einer Ebene, welche zum Verlauf der Durchgangsbahn am Durchstoßpunkt der Ebene oder/und zur Abheberichtung orthogonal ist. Dies ist vor allem dann bevorzugt, wenn die Expirationsströmungsrichtung unmittelbar am Ventilkörper mit der Abheberichtung im Wesentlichen identisch ist. Liegen die Extrempunkte sowohl der Wellenberge wie auch der Wellentäler jeweils auf einer Ebene existieren zwei, vorzugsweise parallele, Extrempunkte-Ebenen, die im Abstand der Wellenamplitude voneinander entfernt angeordnet sind.

**[0025]** Bevorzugt ist die Gegenfläche oder/und die Endfläche in einer Ebene gelegen. Diese Ebene ist bevorzugt orthogonal zur Abheberichtung orientiert.

**[0026]** Dabei ist mit „Ebene“ keine unendlich dünne Ebene im mathematischen Sinne gemeint. Als „in einer Ebene gelegen“ soll die Gegenfläche oder/und die Endfläche vielmehr bereits dann angesehen werden, wenn wenigstens ein axialer Rand der Gegenfläche oder der Endfläche, vorzugsweise beide die jeweiligen Flächen axial längs der Abheberichtung eingrenzenden Ränder, eben sind. Die Gegenfläche oder/und die Endfläche können beispielsweise eine Mantelfläche eines Kegelstumpfs beschreiben.

**[0027]** Mit in einer Ebene gelegenen Flächen aus Gegenfläche und Endfläche lassen sich hervorragende Dichtungswirkungen bei gleichzeitiger Zentrierungswirkung von Endfläche und Gegenfläche im Zusammenspiel miteinander sicherstellen, ohne dass hierfür unnötig viel Bauraum bereitgestellt werden muss.

**[0028]** Bevorzugt sind die Gegenfläche oder/und die Endfläche eben. Dann kann das Expirationsventil mit besonders kurzen Abmessungen ausgebildet werden. Eine Zentrierwirkung zwischen Gegenfläche und Endfläche entfällt dann. Eine Zentrierwirkung kann jedoch durch die oben genannte Vorspanneinrichtung bewirkt werden.

**[0029]** Eine ebene Gegenfläche oder/und Endfläche ist dabei eine Sonderform einer in einer Ebene gelegenen Gegenfläche oder/und Endfläche. Bevorzugt ist die Ebene, in der die Gegenfläche oder/und die Endfläche gelegen ist, parallel zu der Ebene, auf welcher die fernst- oder/und nächstgelegenen Extrempunkte der Wellenberge bzw. Wellentäler eines wellenförmigen Schürzenrandes gelegen sind.

**[0030]** Die Endfläche kann an einem Längsende eines rohrförmigen Abschnitts des Strömungsdurchgangs gelegen oder ausgebildet sein. Der rohrförmige Abschnitt des Strömungsdurchgangs bildet dann den oben genannten Endabschnitt der Ventil-Teilformation. Bevorzugt ist der Strömungsdurchgang auf der in Expirationsströmungsrichtung zum Ventilkörper hinweisenden Seite durch ein Atemrohr, insbesondere gerades Atemrohr, gebildet, welches Teil des Ventilgehäuses sein kann. Dann fällt eine Rohrachse des Atemrohrs bevorzugt über die gesamte Rohrstrecke, jedoch wenigstens im Annäherungsbereich an den Ventilkörper mit einer Parallelen zur Abheberichtung zusammen. Die Expirationsströmungsrichtung verläuft dann längs der Atemrohrachse. Die Atemrohrachse ist dabei kollinear mit der oben beschriebenen Ventilkörperachse. Die Rohrachse ist Teil der Durchgangsbahn.

**[0031]** Die Schürze umgibt dann im Bezugszustand einen sich längs der Durchgangsbahn - die bei Verwendung eines Atemrohrs im Bereich des Atemrohrs ebenfalls mit der Atemrohrachse zusammenfällt - und in Umfangsrichtung um diesen herum erstreckenden Endbereich des rohrförmigen Abschnitts. Somit bildet der die Endfläche aufweisende Endbereich des rohrförmigen Abschnitts, insbesondere des Atemrohrs, zusammen mit der ihn umgebenden Schürze den eingangs genannten Ringspaltraum. Längs der Atemrohrachse bzw. längs der Durchgangsbahn überlappen sich somit Schürze und das Längsende des rohrförmigen Abschnitts axial.

**[0032]** Zur verbesserten Strömungsführung kann ein radial äußerer Bereich des Längsendes des rohrförmigen Abschnitts angefast sein. In diesem Falle ist die radiale Erstreckung der Endfläche wegen der Fasse am Längsende des rohrförmigen Abschnitts in radialer Richtung kürzer als die radiale Abmessung des ungefast gedachten rohrförmigen Abschnitts. Dann kann zwischen der Endfläche und der diese radial außen umgebenden Schürze mit der Anfasung ein in radiale Richtung wirkender Expansionsraum bereitgestellt sein, in den die vom Ventilkörper in radiale Richtung abgelenkte Expirationsströmung nach Vorbeistreichen an der Endfläche hinein entspannen kann.

**[0033]** Damit die Schürze ihre oben beschriebene Wirkung der Strömungsführung auch bei angefastem Abschnitt möglichst gut entfalten kann, reicht die Schürze wenigstens im Bezugszustand entgegen der Abheberichtung über das axial weiter von der Endfläche entfernt gelegene Fasenende hinaus. Somit kann in einem Bereich zwischen dem weiter von der Endfläche entfernt gelegenen Fasenende und den freien Schürzenrand ein Ringspaltraum bestehen. Es kann jedoch daran gedacht sein, bei der oben beschriebenen bevorzugten wellenförmigen Ausgestaltung des freien Schürzenrandes die Wellentäler, also die näher bei der Gegenfläche gelegenen Randbereiche, von der Gegenfläche weniger weit entfernt anzuordnen als das weiter von der Endfläche entfernt gelegene Fasenende. Die Wellenberge können jedoch entgegen der Abheberichtung über das betreffende Fasenende hinausreichen. In diesem Falle können ausgehend von dem durch die Anfasung gebildeten radialen Expansionsraum Entweichungsöffnungen gebildet sein, welche aufgrund der Wellenform periodisch in Umfangsrichtung um den Endbereich des rohrförmigen Abschnitts herum gelegen sein können.

**[0034]** Konstruktiv hat es sich im Hinblick auf eine Minderung des Betriebsgeräusches des Expirationsventils als vorteilhaft herausgestellt, wenn sich im Bezugszustand der radiale Abstand des näher an der Endfläche gelegenen Fasenendes von einer nach radial innen weisenden Wandung der Schürze einerseits und die Überlappungstiefe von Schürze und

rohrförmigem Abschnitt parallel zur Abheberichtung andererseits um nicht mehr als 20 %, vorzugsweise um nicht mehr als 10 % unterscheiden, besonders bevorzugt gleich sind.

**[0035]** Ebenso ist es aus dem gleichen Grunde konstruktiv vorteilhaft, wenn sich im Bezugszustand die radiale Abmessung des Ringspaltraums einerseits und die radiale Dicke der Schürze andererseits in einem den von der Gegenfläche fernliegenden Schürzenrand enthaltenden Endbereich der Schürze um nicht mehr als 20 %, vorzugsweise um nicht mehr als 10 % unterscheiden, besonders bevorzugt gleich sind. Ein kurzes Expirationsventil kann dadurch erhalten werden, dass ein Teil des Strömungsdurchgangs durch ein Atemrohr und einen das Atemrohr, vorzugsweise koaxial, umgebenden Ringkanal gebildet ist, wobei der Ringspalt zwischen Endfläche und Gegenfläche strömungsmechanisch in Expirationsströmungsrichtung zwischen dem Atemrohr und dem Ringkanal gebildet ist. Die längs der Atemrohrachse kurze Abmessung des Expirationsventils wird zwar auf Kosten eines wegen des Ringkanals größeren Durchmessers erhalten. Jedoch erfordert der Ringkanal nur eine geringe Durchmesserergrößerung des Ventilgehäuses, um einen Ringkanal mit gleichem Strömungsquerschnitt wie das vom Ringkanal umgebene Atemrohr bereitzustellen.

**[0036]** Ganz grundsätzlich kann der Ventilkörper ein beliebig ausgestalteter Ventilkörper sein. Es kann der Ventilkörper beispielsweise eine Ventilkugel sein. Bevorzugt ist der Ventilkörper jedoch ein in Expirationsventilen bereits bewährter Ventilkörper mit einem im Wesentlichen ebenen Tellerabschnitt, welcher die Gegenfläche aufweist. Ein solcher Ventilkörper trägt weiter zu einer kurzen Bauweise des Expirationsventils bei. Vorzugsweise ist der Tellerabschnitt zentral am Ventilkörper vorgehoben.

**[0037]** Die Vorspanneinrichtung kann durch eine beliebige, eine Vorspannkraft ausübende Vorrichtung gebildet sein, einschließlich beispielsweise einer oder mehrerer Schraubendruckfedern. Eine baulich kurze Vorspanneinrichtung, welche gleichzeitig nicht nur den Ventilkörper bzw. dessen Tellerabschnitt zur Endfläche hin vorspannt, sondern bezüglich derselben auch zentrieren kann, ist eine Membranfeder, welche den Tellerabschnitt radial außen umgibt und den Tellerabschnitt mit einem diesen in radialem Abstand umgebenden Befestigungsabschnitt des Ventilkörpers verbindet.

**[0038]** Besonders bevorzugt spannt die Vorspanneinrichtung die Gegenfläche nicht nur zur Endfläche hin vor, sondern spannt die Gegenfläche oder/und einen die Gegenfläche aufweisenden Ventilabschnitt in einer zur Abheberichtung orthogonalen Ebene in eine vorbestimmte Ruhestellung vor. Dies kann durch eine in Umfangsrichtung um die Gegenfläche her-

um angeordnete und in unterschiedlichen radialen Richtungen zur Mitte der Durchgangsbahn an deren Durchstoßort durch einen die Gegenfläche aufweisenden Ventilkörperabschnitt wirkende Vorspanneinrichtung realisiert sein. Die oben genannte, den Tellerabschnitt bzw. einen die Gegenfläche aufweisenden Ventilkörperabschnitt radial außenumgebende Membranfeder kann als solche Vorspanneinrichtung verwendet werden. So kann die Vorspanneinrichtung die Gegenfläche relativ zur Durchgangsbahn zentrieren.

**[0039]** Zusätzlich oder alternativ kann die Vorspanneinrichtung die Gegenfläche bzw. einen die Gegenfläche aufweisenden Ventilkörperabschnitt, etwa der oben genannte Tellerabschnitt, während einer Abhebe- und Rückstellbewegung in beziehungsweise entgegen der Abheberichtung führen. Die Führung muss dabei keine exakte Führung im Sinne einer Spurbindung sein. Es reicht vorliegend aus, wenn die Vorspanneinrichtung eine Abweichung der Bewegung der Gegenfläche von der Abheberichtung begrenzt, so dass sich die Gegenfläche im bestimmungsgemäßen Betrieb von einem idealen Bewegungspfad längs der Abheberichtung nur um ein durch die Vorspanneinrichtung bestimmtes, nicht überschreitbares Maximalmaß abweichen kann.

**[0040]** Der Befestigungsabschnitt kann zur bevorzugt formschlüssigen Verbindung mit dem Ventilgehäuse ausgebildet sein, insbesondere mit einem den Ringkanal begrenzenden Abschnitt des Ventilgehäuses. Dann kann der Befestigungsabschnitt an einem den Ringkanal radial außen umgebenden Gehäuseabschnitt des Ventilgehäuses festgelegt sein, die Membranfeder kann den radialen Abstand zu einem radial weiter innen gelegenen Atemrohr überspannen und der Tellerabschnitt kann einem Endabschnitt des Atemrohrs gegenüberliegen. Bevorzugt ist der Ventilkörper zur Erleichterung seiner Montage bezüglich einer den Tellerabschnitt orthogonal zur Tellerebene durchsetzenden Ventilkörperachse rotationssymmetrisch ausgebildet.

**[0041]** Der Ventilkörper ist bevorzugt aus einem elastomeren Material gebildet, wie beispielsweise Silikon, Kautschuk und dergleichen.

**[0042]** Die Gegenfläche kann im Bezugszustand auf der Endfläche aufliegen oder mit geringem Abstand von dieser angeordnet sein, wobei „gering“ in Bezug auf den betriebsmäßig maximalen Hub der Gegenfläche in Abheberichtung während eines Expirationsvorgangs zu setzen ist. Vorzugsweise überschreitet ein Abstand der Gegenfläche von der Endfläche im Bezugszustand 10%, oder bevorzugt 5% des betriebsmäßig maximal möglichen Abstands der Gegenfläche von der Endfläche während eines Expirationsvorgangs nicht.

**[0043]** Bevorzugt ist der Ventilkörper einstückig ausgebildet, so dass der Befestigungsabschnitt, die Membranfeder und der Tellerabschnitt ein monolithisches Bauteil bilden. Zur Verstärkung des Tellerabschnitts kann an diesem ein Verstärkungsbau teil vorgesehen sein, etwa eine Metallscheibe oder/und eine Keramikscheibe. Um den Tellerabschnitt vor äußeren Einflüssen und Belastungen schützen zu können, liegt das Verstärkungsbau teil bevorzugt im am Tellerabschnitt angebrachten Zustand frei, und zwar besonders bevorzugt auf der von der Endfläche wegweisenden, also nicht von der Expirationsströmung angeströmten Seite.

**[0044]** Um gegebenenfalls unabhängig von einer Atemaktivität des Patienten das Expirationsventil steuern zu können, kann mit dem Ventilgehäuse ein Aktuator verbunden sein, von welchem ein Stellglied wenigstens zur Verlagerung der Gegenfläche entgegen der Abheberichtung mit dem Ventilkörper zusammenwirkt. Das Stellglied kann ein mechanisches Stellglied sein, etwa ein Stößel, ein Lenker oder ein Verbindungsglied, welches mit dem Tellerabschnitt, insbesondere dort mit dem Verstärkungsbau teil zusammenwirkt oder sogar zur gemeinsamen Bewegung mechanisch gekoppelt ist. Das Stellglied kann jedoch im Falle eines magnetisierten Verstärkungsbau teils auch ein Anker oder Ankerabschnitt eines wahlweise bestrombaren Elektromagneten sein. Beispielsweise kann ein Aktuatorgehäuse oder allgemein eine Aktuator-Trägerstruktur mit dem Ventilgehäuse verbunden sein, wobei das Stellglied des Aktuators relativ zum Aktuatorgehäuse bzw. zur Aktuator-Trägerstruktur beweglich ist, um mit dem Ventilkörper zusammenzuwirken.

**[0045]** Der Aktuator soll auch dann als mit dem Ventilgehäuse verbunden gelten, wenn der Aktuator, etwa ein Aktuatorgehäuse oder allgemein eine Aktuator-Trägerstruktur, mittels Zwischenanordnung eines oder mehrerer Bauteile fest mit dem Ventilgehäuse verbunden ist.

**[0046]** Zum Schließen des Expirationsventils durch den Aktuator kann es ausreichen, wenn das Stellglied mit dem Ventilkörper alleine zur Verlagerung der Gegenfläche entgegen der Abheberichtung zusammenwirkt. Hierfür bedarf es nicht notwendigerweise einer dauerhaften Kopplung des Stellglieds mit dem Ventilkörper. Es kann dann ausreichen, dass ein Stößel zum Ventilkörper hin ausgefahren wird, mit diesem in Anlageeingriff gelangt und diesen mit seiner Gegenfläche gegen die Endfläche drückt. Das Stellglied kann in Abheberichtung vom Tellerabschnitt, insbesondere von dem Verstärkungsbau teil abhebbar sein, um eine allein durch die Expirationsströmung bewirkte Abhebewegung der Gegenfläche zu ermöglichen.

**[0047]** Der vorübergehend herstellbare Anlageeingriff zwischen Stellglied und Tellerabschnitt, insbesondere mit dem freiliegenden Abschnitt des Verstärkungsbauteils, ist eine Ausgestaltung einer Koppelbarkeit des Stellglieds des Aktuators mit dem Ventilkörper. Um den Ventilkörper sowohl entgegen der Abheberichtung als auch in Abheberichtung durch den Aktuator bewegen zu können, kann dieser mit dem Ventilkörper, insbesondere mit dem Verstärkungsbauteil, magnetisch oder mechanisch gekoppelt oder koppelbar sein, beispielsweise durch eine mechanische Verrastung oder durch eine magnetische Kopplung oder Koppelbarkeit.

**[0048]** Ist die mechanische Verrastung überwindbar ausgestaltet, kann diese auch einfach wieder bedarfsweise gelöst werden.

**[0049]** Die vorliegende Erfindung betrifft weiter eine Beatmungsvorrichtung zur wenigstens teilweise apparativ unterstützten Beatmung eines Patienten, welche eine Atemgas-Förderpumpe aufweist, um einen Atemgas-Förderstrom zu bewirken, welche weiter ein Inspirationsventil aufweist, und welche ein Expirationsventil aufweist, wie es oben beschrieben ist. Ein Gehäuse der Beatmungsvorrichtung kann das Bauteil oder kann eines der Bauteile sein, mittels dem bzw. denen der Aktuator mit dem Ventilgehäuse verbunden ist. Beispielsweise kann sowohl das Ventilgehäuse als auch ein Aktuatorgehäuse fest mit dem Gehäuse der Beatmungsvorrichtung verbunden sein. Dann ist auch das Aktuatorgehäuse mit dem Ventilgehäuse verbunden.

**[0050]** Da die Weiterbildung des eingangs genannten gattungsgemäßen Expirationsventils zur Lösung der oben genannten Aufgabe im Wesentlichen am Ventilkörper realisiert ist, betrifft die vorliegende Erfindung auch einen Ventilkörper für ein Expirationsventil, insbesondere für ein gemäß der obigen Beschreibung ausgebildetes Expirationsventil. Ein solcher Ventilkörper umfasst eine zur Anlage an einer (oben als „Endfläche“ bezeichneten) Ventilsitzfläche ausgebildete (oben als „Gegenfläche“ bezeichneten) Anlagefläche, welche längs einer Bewegungsachse in und entgegen einer Abheberichtung bewegbar ist, wobei die Anlagefläche mit der Bewegungsachse einen, vorzugsweise rechten, Winkel einschließt, und wobei der Ventilkörper eine Schürze aufweist, welche die Anlagefläche bezüglich der Bewegungsachse radial außen umgibt und welche ausgehend von einem die Anlagefläche aufweisenden Ventilkörperabschnitt bezüglich der Bewegungsachse axial von dem Ventilkörperabschnitt ausragt und dabei die Anlagefläche axial überragt, insbesondere längs ihres gesamten Umfangs um die Bewegungsachse herum überragt.

**[0051]** Der Ventilkörperabschnitt kann der oben genannte Tellerabschnitt sein. Die Bewegungsachse

kann die oben genannte Ventilkörperachse des Ventilkörpers sein oder/- und kann richtungsmäßig mit der oben genannten Durchgangsbahn im Bereich der Anlagefläche/Gegenfläche zusammenfallen.

**[0052]** Oben beschriebene Weiterbildungen des Expirationsventils, die alleine den Ventilkörper betreffen, sind auch vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Ventilkörpers und umgekehrt. Dies gilt insbesondere für die wellenförmige Ausbildung des freien Schürzenrandes am von der Anlagefläche/Gegenfläche ferner gelegenen axialen Längsende der Schürze. An dem Längsende der Schürze ist bevorzugt kein Teil der Anlagefläche und auch keine weitere Anlagefläche ausgebildet.

**[0053]** Bevorzugt weist der Ventilkörper eine Vorspanneinrichtung auf, die mit dem die Anlagefläche/Gegenfläche aufweisenden Ventilkörperabschnitt verbunden ist, insbesondere einstückig verbunden ist, und einer Verlagerung des Ventilkörperabschnitts sowohl längs der Bewegungsachse als auch orthogonal dazu eine Vorspannkraft entgegengesetzt. Bevorzugt ist die Vorspanneinrichtung derart, dass die von ihr auf den Ventilkörperabschnitt ausgeübte Vorspannkraft mit zunehmendem Verlagerungsbetrag des Ventilkörperabschnitts ausgehend von seiner unbelasteten Ruheposition ansteigt.

**[0054]** Weiter bevorzugt weist der Ventilkörper einen Befestigungsabschnitt auf, mit welchem der Ventilkörper an einem Ventilgehäuse oder allgemein einer Ventil-Grundstruktur befestigbar ist. Der Befestigungsabschnitt ist bevorzugt einstückig mit dem Ventilkörperabschnitt ausgebildet, besonders bevorzugt auch einstückig mit der Vorspanneinrichtung. Der Befestigungsabschnitt weist vorteilhafterweise eine Formschlussformation zur Befestigung des Ventilkörpers auf.

**[0055]** Die Vorspanneinrichtung ist bevorzugt als Membranfeder ausgebildet. Sie umgibt zur Bereitstellung identischer Vorspannkraft unabhängig um Umfangsort bevorzugt den Ventilkörperabschnitt um die Bewegungsachse herum vollständig.

**[0056]** Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnungen näher dargestellt. Es stellt dar:

**Fig. 1** eine Längsschnittansicht eines erfindungsgemäßen Expirationsventils der vorliegenden Anmeldung,

**Fig. 2** eine längsgeschnittene perspektivische Ansicht des Expirationsventils von **Fig. 1**,

**Fig. 3** eine Längsschnittansicht durch den Ventilkörper des Expirationsventils der **Fig. 1** und **Fig. 2**, der auch für sich alleine genommen ein erfindungsgemäßer Ventilkörper ist,

**Fig. 4** eine Detailansicht des Ausschnitts IV von **Fig. 3**,

**Fig. 5** eine Detailansicht des Ausschnitts V von **Fig. 1**,

**Fig. 6** eine Aufrissansicht des Ventilkörpers des Expirationsventils von **Fig. 2**,

**Fig. 7** eine erste alternative Formation des freien Schürzenrandes und

**Fig. 8** eine zweite alternative Formation des freien Schürzenrandes.

**[0057]** In **Fig. 1** ist eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines Expirationsventils der vorliegenden Anmeldung allgemein mit 10 bezeichnet und im Längsschnitt dargestellt. Die Schnittebene enthält die Durchgangsbahn D, die in der gezeigten Ausführungsform zwei Abschnitte aufweist, nämlich den Abschnitt D1 in Expirationsströmungsrichtung E stromaufwärts eines Ventilkörpers 12 und den Abschnitt D2 stromabwärts des Ventilkörpers 12.

**[0058]** Der Ventilkörper 12 ist an einem Ventilgehäuse 14 gehalten, welches bevorzugt einstückig, beispielsweise im Spritzgussverfahren, hergestellt ist.

**[0059]** In dem Ventilgehäuse oder Gehäuse 14 ist ein Strömungsdurchgang 16 ausgebildet, welcher sich längs der Durchgangsbahnabschnitte D1 und D2 erstreckt.

**[0060]** Das Gehäuse 14 weist ein integral daran ausgebildetes Atemrohr 18 auf, welches geradlinig längs des Durchgangsbahnabschnitts D1 unter lokaler Aufweitung in Expirationsströmungsrichtung E zum Ventilkörper 12 hin verläuft. Der Durchgangsbahnabschnitt D1 fällt daher mit der Rohrachse R des Atemrohrs 18 zusammen. Das Atemgasrohr 18 bildet damit einen stromaufwärtigen Strömungsdurchgangsabschnitt 20 des Strömungsdurchgangs 16. An einem dem Ventilkörper 12 nächstgelegenen Endabschnitt 22 des Atemrohrs 18 ist eine stirnseitig an dem Atemrohr 18 um den Strömungsdurchgang 16 in diesem Bereich umlaufende Endfläche 24 ausgebildet, der eine Gegenfläche 26 eines im Wesentlichen eben ausgebildeten tellerartigen Abschnitts 28 des Ventilkörpers 12 gegenüberliegt.

**[0061]** In dem in den Figuren dargestellten Bezugszustand befindet sich die Gegenfläche 26 in einem geringfügigen Spaltabstand von der Endfläche 24 entfernt. Sobald jedoch ein am proximalen Ende 30 des Expirationsventils 10 angeschlossener Patient einatmet, würde durch den so entstehenden Druckunterschied am Ventilkörper 12 dieser auf die Endfläche 24 zu bewegt, bis die Gegenfläche 26 auf der Endfläche 24 aufsitzt, so dass dann der Strömungsdurchgang 16 für eine Durchströmung in einer der Expirationsrichtung E entgegengesetzten Richtung ge-

sperrt ist. Alternativ zu den Darstellungen der **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 5** kann der Ventilkörper 12 mit der Gegenfläche 26 bereits in dem von einer Atemgasströmung eines Patienten unbelasteten Bezugszustand auf der Endfläche 24 aufsitzen.

**[0062]** Der stromabwärtige Teil des Strömungsdurchgangs 16, also der in Expirationsströmungsrichtung E strömungsmechanisch hinter dem Ventilkörper 12 gelegene Abschnitt, ist aus zwei Teilabschnitten gebildet: Ein erster, näher am Ventilkörper 12 gelegener stromabwärtiger Abschnitt 32 des Strömungsdurchgangs 16 ist als Ringkanal konzentrisch zum Endabschnitt 22 des Atemrohrs 18 und somit konzentrisch zum stromaufwärtigen Abschnitt 20 des Strömungsdurchgangs 16 ausgebildet. Der Ringkanal des Abschnitts 32 umgibt den stromaufwärtigen Abschnitt des Strömungsdurchgangs 16 radial außen bezogen auf den Durchgangsbahnabschnitt D1, welcher der Durchgangsbahnabschnitt sowohl für den stromaufwärtigen Abschnitt 20 wie auch für den dem Ventilkörper 12 näher gelegenen stromabwärtigen Abschnitt 32 des Strömungsdurchgangs 16 ist.

**[0063]** Der Strömungsdurchgang 16 umfasst eine zum distalen Ende 34 des Expirationsventils 10 führende Stichleitung 36, welche orthogonal vom Ringkanal 32 bzw. von dem den Ringkanal bildenden, dem Ventilkörper 12 näher gelegenen Abschnitt 32 des Strömungsdurchgangs 16 ausgeht. Die Abschnitte D1 und D2 der Durchgangsbahn sind in den **Fig. 1** und **Fig. 2** orthogonal zueinander angeordnet und kreuzen sich bei verlängert gedachtem Abschnitt D2. Dies ist jedoch lediglich eine bevorzugte Anordnung. Abhängig von den verfügbaren Platzverhältnissen in einer das Expirationsventil 10 aufnehmenden Beatmungsvorrichtung können die Abschnitte D1 und D2 windschief sein, d. h. einander nicht kreuzen oder/und können auch andere Winkel als den in **Fig. 1** gezeigten rechten Winkel miteinander einschließen.

**[0064]** Der tellerartige Abschnitt 28 des Ventilkörpers 12, welcher die Gegenfläche 26 aufweist, ist im Wesentlichen eben und orthogonal zum Durchgangsbahnabschnitt D1 orientiert ausgebildet. Der Durchgangsbahnabschnitt D1 bildet außerdem eine Körperachse K, bzw. fällt mit dieser zusammen, welche den Ventilkörper 12 zentral im Wesentlichen als Rotationsachse durchsetzt.

**[0065]** Der tellerartige Abschnitt 28 mit der daran ausgebildeten Gegenfläche 26 ist über eine vollständig um die Körperachse K bzw. den Strömungsdurchgangsabschnitt D1 umlaufende Membranfeder 38 mit einem radial außerhalb des Tellerabschnitts 28 ausgebildeten Befestigungsabschnitt 40 verbunden.

**[0066]** Der Befestigungsabschnitt 40 ist in an sich bekannter Weise formschlüssig mit einem Abschnitt des Ventilgehäuses 14 verbunden. Durch den Be-



festigungsabschnitt **40** ist der Ventilkörper **12** insgesamt am Ventilgehäuse **14** gehalten. Die Membranfeder **38** zentriert den tellerartigen Abschnitt **28** relativ zum Atemrohr **18** und spannt den tellerartigen Abschnitt **28** zur Endfläche **24** hin vor bzw. setzt einem Abheben des tellerartigen Abschnitts **28** bzw. der an ihm vorgesehenen Gegenfläche **26** von der Endfläche **24** einen Widerstand entgegen. Der Widerstand ist bevorzugt umso größer, je weiter die Gegenfläche **26** längs des ersten Strömungsdurchgangsabschnitts D1 in Abheberichtung A von der Endfläche **24** entfernt ist. Die Abheberichtung A verläuft im vorliegend beschriebenen Ausführungsbeispiel längs dem ersten Abschnitt D1 der Durchgangsbahn.

**[0067]** Während eines Expirationsvorgangs eines mit dem proximalen Ende **30** des Expirationsventils **10** verbundenen Patienten wird der Druck im stromaufwärtigen Abschnitt **20** des Strömungsdurchgangs **16** erhöht, während auf der vom Atemrohr **18** abgewandten Seite des Ventilkörpers **12** dauerhaft Umgebungsdruck herrscht. Durch die Druckerhöhung auf der angeströmten Seite des tellerartigen Abschnitts **28** wirkt auf den tellerartigen Abschnitt **28** eine in Abheberichtung A wirkende Druckkraft, welche mit zunehmendem Druckunterschied die elastische Kraft der Membranfeder **38** überwindet, so dass der tellerartige Abschnitt **28** und mit ihm die Gegenfläche **26** längs der Abheberichtung A von der Endfläche **24** weg verlagert werden. Es wird dadurch ein zwischen der Endfläche **24** und der Gegenfläche **26** gebildeter oder bestehender Ringspalt **42** (siehe **Fig. 5**) vergrößert. Der Strömungswiderstand in Expirationsrichtung E zwischen der Endfläche **24** und der Gegenfläche **26** nimmt dadurch ab, so dass eine Expirationsströmung vom proximalen Ende **30** zum distalen Ende **34** des Expirationsventils **10** nahezu ungestört möglich ist.

**[0068]** Die in Expirationsströmungsrichtung E verlaufende Expirationsströmung wird am tellerartigen Abschnitt **28** des Ventilkörpers **12** zwangsweise umgelenkt, so dass sie bezogen auf den Durchgangsbahnabschnitt D1 in radialer Richtung vom Durchgangsbahnabschnitt D1 weg durch den Ringspalt **42** strömt.

**[0069]** Zur Stabilisierung dieser Expirationsströmung im unmittelbar stromabwärts des Ringspalt **42** zwischen Endfläche **24** und Gegenfläche **26** gelegenen Abschnitt des Strömungsdurchgangs **16** weist der Ventilkörper **12** eine Schürze **44** auf, welche ein ausschließlich radiales Abströmen der Expirationsströmung nach dem Durchgang durch den Ringspalt **42** verhindert und die Expirationsströmung erneut umlenkt, diesmal in eine Strömungsrichtung mit einer der Expirationsströmungsrichtung unmittelbar stromaufwärts des Ventilkörpers **12** entgegengesetzten Richtungskomponente.

**[0070]** Die Schürze **44** läuft in Umfangsrichtung um die Körperachse K des Ventilkörpers **12** vollständig um und umgibt sowohl die Gegenfläche **26** als auch die Endfläche **24**. Die Schürze **44** steht hierfür entgegen der Abheberichtung A von dem die Gegenfläche **26** aufweisenden tellerartigen Abstand **28** vor, und zwar so weit, dass sie nicht nur entgegen der Abheberichtung A die Endfläche **24** überragt, sondern einen die Endfläche **24** aufweisenden axialen Endabschnitt des Atemrohrs **18** radial außen vollständig umgibt. Zwischen dem Atemrohr **18** und der Schürze **44** ist ein Ringspaltraum **46** gebildet (siehe **Fig. 5**), welcher ein Abströmen der Expirationsströmung selbst bei nur geringfügig von der Endfläche **24** abgehobener Gegenfläche **26** ermöglicht.

**[0071]** Durch die den Ringspalt **42** wenigstens in der Bezugsstellung des Expirationsventils **10** vollständig umgebende Schürze wird eine Stabilisierung der Expansionsströmung im Bereich des Ventildurchgangs erreicht, der im Vergleich zu einem gleichartigen Ventilkörper **12** ohne Schürze, wie er im Stand der Technik bisher verwendet wurde, erheblich weniger zu Wirbelbildung und Strömungsabrissen neigt und dadurch eine Expirationsströmung unter erheblich geringerer Geräuschbildung ermöglicht. Versuche haben gezeigt, dass ein erfindungsgemäßes Expirationsventil vor allem in einem Volumenströmungsbereich von etwa 15 Liter pro Minute verglichen mit Expirationsventilen des Standes der Technik eine erheblich verminderte Geräuschentwicklung zeigt.

**[0072]** Die Schürze **44** kann sich entgegen der Abheberichtung A so weit vom tellerartigen Abschnitt **28** und der an ihm ausgebildeten Gegenfläche **26** weg erstrecken, dass ein Ringspaltraum **46** zwischen der Schürze **44** und der Außenseite des Atemrohrs **18** bis zum Überschreiten eines vorbestimmten Abhebebeitrags der Gegenfläche **26** von der Endfläche **24** bestehen bleibt.

**[0073]** Der freie Rand **48** der Schürze **44** kann, wie in **Fig. 1** gezeigt ist, ein glatter Rand sein, welcher längs einer Kreisbahn um die Körperachse K des Ventilkörpers **12** umläuft. Der freie Rand **48** der Schürze **44** kann jedoch auch, wie in den **Fig. 2**, **Fig. 3** und **Fig. 6** gezeigt ist, eine Wellenform aufweisen, beispielsweise eine Dreiecks-Wellengestalt mit in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden gleich großen gleichschenkligen Dreiecken. Alternativ kann, wie in **Fig. 7** dargestellt ist, der Rand **48** der Schürze **44** teilkreisförmig oder sinusförmig ausgestaltet sein oder kann, wie in **Fig. 8** gezeigt ist, als Rechteck-Wellenform ausgestaltet sein. Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, kann das Atemrohr **18** radial außerhalb der Endfläche **24** mit einer Fase **50** versehen sein. Die Fase **50** läuft vorzugsweise vollständig um die Rohrachse R des Atemrohrs **18** um und bildet im Zusammenwirken mit dem tellerartigen Abschnitt **28** und der davon entge-

gen der Abheberichtung A abstehenden Schürze **44** einen nach radial außen wirkenden Expansionsraum **52** (siehe **Fig. 5**), in welchen hinein die den Ringspalt **42** zwischen Endfläche **24** und Gegenfläche **26** radial durchströmende Expirationsströmung entspannen kann.

**[0074]** Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, ist bevorzugt die Auskraglänge  $h$ , mit welcher die Schürze **44** entgegen der Abheberichtung A vom tellerartigen Abschnitt **28** des Ventilkörpers **12** absteht, größer als der radiale Abstand  $d$  zwischen dem der Endfläche **24** näher gelegenen Ende **54** der Fase **50** und einer nach radial innen weisenden Wandung der Schürze **44**.

**[0075]** Wie **Fig. 5** weiter zeigt, erstreckt sich die Schürze **44** entgegen der Abheberichtung A nicht nur über die Endfläche **24**, sondern auch über das von der Endfläche **24** ferner liegende Ende **56** der Fase **50** hinaus.

**[0076]** Bei einer wellenförmigen Ausbildung des Randes **48** der Schürze **44** ist die Auskraglänge  $h$  bis zu einem von der Gegenfläche **26** fernstliegenden Extrempunkt, also unter Vernachlässigung der Wellentäler, zu bestimmen.

**[0077]** Wie an den **Fig. 6**, **Fig. 7** und **Fig. 8** zu erkennen ist, liegen die von der Gegenfläche **26** am weitest entfernt gelegenen Extrempunkte der Wellenberge auf einer ersten zur Körperachse K des Ventilkörpers **12** orthogonalen Ebene E1 und liegen die der Gegenfläche **26** nächstgelegenen Extrempunkte der Wellentäler auf einer zweiten zur ersten parallelen Ebene E2. Die Ebenen E1 und E2 verlaufen jeweils orthogonal zur Körperachse K des Ventilkörpers **12**.

**[0078]** Auf seiner vom Atemrohr **18** abgewandten Seite weist der tellerartige Abschnitt **28** des Ventilkörpers **12** bevorzugt eine Verstärkungsscheibe **60** auf, welche die Gestalt des tellerartigen Abschnitts **28** stabilisiert. Der übrige Ventilkörper **12** mit Ausnahme der Verstärkungsscheibe **60** ist vorzugsweise einstückig aus einem weichelastischen Elastomer gebildet, beispielsweise aus Silikon, Kautschuk oder Naturkautschuk.

**[0079]** Die Verstärkungsscheibe **60** bildet nicht nur eine Formstabilisierung des tellerartigen Abschnitts **28**, sondern bildet mit ihrer stabilen und harten nach außen freiliegenden Oberfläche **62** (siehe **Fig. 2**) eine Angriffsfläche für einen Aktuator **63** zur erzwungenen Verlagerung des tellerartigen Abschnitts **28** - und mit ihm der Gegenfläche **26** - zur Endfläche **24** hin. Der Übersichtlichkeit halber ist in **Fig. 1** lediglich ein halber Aktuatorstößel mit **64** strichliniert dargestellt und angedeutet.

**[0080]** Der Aktuatorstößel **64** kann durch Absenken zur Verstärkungsscheibe **60** mit dieser in Anlageein-

griff gebracht werden. Nach Herstellung des Anlageingriffs kann durch weiteres Absenken des Aktuatorstößels **64** der vollständige tellerartige Abschnitt **28** samt Verstärkungsscheibe zum Endabschnitt **22** des Atemrohrs **18** hin bewegt werden. Durch Zurückziehen des Stößels **64** in Abheberichtung A kann dieser von der Verstärkungsscheibe **60** abgehoben werden. Der Stößel **64** kann elektromagnetisch zur Bewegung angetrieben sein. Ebenfalls kann er durch einen elektromotorischen Antrieb mittels eines Getriebes zur Bewegung längs der Körperachse A angetrieben sein.

**[0081]** In **Fig. 4** ist ein Detailschnitt des Ventilkörpers **12** von **Fig. 3** vergrößert dargestellt.

**[0082]** Die Schürze **44** schließt bevorzugt in der die Körperachse K des Ventilkörpers **12** einschließenden Schnittebene einen Winkel  $\alpha$  mit der Ebene der vorzugsweise ebenen Gegenfläche **26** ein, welcher  $90^\circ$  oder geringfügig größer als  $90^\circ$  ist. Bevorzugt liegt der Winkel  $\alpha$  in einem Bereich von  $90^\circ$  bis  $95^\circ$ , besonders bevorzugt bis  $92,5^\circ$ .

**[0083]** Die radiale Dicke  $s$  der Schürze **44** ist bevorzugt längs ihrer Auskragstrecke  $h$  mit Ausnahme einer unvermeidlichen Übergangskrümmung am Übergang zum tellerartigen Abschnitt **28** im Wesentlichen konstant. Sie ist bevorzugt um nicht mehr als 10% größer oder kleiner als die radiale Erstreckung des Ringspaltraums **46** zwischen der nach radial außen weisenden Fläche des Atemrohrs **18** und der nach radial innen weisenden Wandungsfläche der Schürze **44**.

**[0084]** Mit dem vorliegend beschriebenen Expirationsventil ist es möglich, ohne Erhöhung des Strömungswiderstands die Geräuschentwicklung bei der Durchströmung während eines Expirationsvorgangs erheblich zu vermindern. Ebenso kann mit dem Expirationsventil, wie es oben vorgestellt wurde, eine Durchströmung des Ventilgehäuses **14** in einer der Expirationsströmungsrichtung E entgegengesetzten Strömungsrichtung sicher verhindert werden.

## Patentansprüche

1. Expirationsventil (10) für eine Beatmungsvorrichtung zur wenigstens teilweise apparativ unterstützten Beatmung eines Patienten, umfassend ein Ventilgehäuse (14) mit einem sich längs einer eine lokale axiale, radiale und Umfangsrichtung definierenden Durchgangsbahn (D1, D2) erstreckenden Strömungsdurchgang (16), längs welchem das Ventilgehäuse (14) mit Atemluft durchströmbar ist, wobei das Ventilgehäuse (14) eine gehäusefeste Ventil-Teilform mit einer geschlossen um die Durchgangsbahn (D1) umlaufenden Endfläche (24) aufweist, wobei eine zur Endfläche (24) hinweisende Gegenfläche (26) eines relativ zum Ventilgehäuse (14) beweg-

lichen Ventilkörpers (12) durch eine Vorspanneinrichtung (38) derart vorgespannt ist, dass die Gegenfläche (26) durch Anströmen mit Atemgas in einer Expirationsströmungsrichtung (E) gegen eine Vorspannkraft der Vorspanneinrichtung (38) unter Vergrößerung eines zwischen der Endfläche (24) und der Gegenfläche (26) erzeugbaren oder vorhandenen Ringspalts (42) in einer Abheberichtung (A) von der Endfläche (24) entfernbar ist, so dass der Strömungsdurchgang (16) in der Expirationsströmungsrichtung (E) durchströmbar ist und eine Durchströmung des Strömungsdurchgangs (16) in eine der Expirationsströmungsrichtung (E) entgegengesetzte Strömungsrichtung durch Anlage der Gegenfläche (26) des Ventilkörpers (12) an der Endfläche (24) sperrbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilkörper (12) eine Schürze (44) aufweist, welche, - bei Betrachtung des Expirationsventils (10) in einem durch bestimmungsgemäße Atemströmung unbelasteten Bezugszustand - die Gegenfläche (26) und die Endfläche (24) umgebend, sich in einer Umfangsrichtung erstreckt und welche im Bezugszustand entgegen der Abheberichtung (A) in Richtung von der Gegenfläche (26) weg über die Endfläche (24) hinaus absteht, wobei radial zwischen der Schürze (44) und einem die Endfläche (24) aufweisenden Endabschnitt (22) der Ventil-Teilformation ein Ringspaltraum (46) vorgesehen ist.

2. Expirationsventil (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein parallel zur Abheberichtung (A) zu messender Abstand (h) eines von der Gegenfläche (26) fernen Schürzenrandes (48) von der Gegenfläche (26) wenigstens umfangsabschnittsweise abhängig von der jeweiligen Position in Umfangsrichtung unterschiedlich groß ist.

3. Expirationsventil (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der von der Gegenfläche (26) ferne Schürzenrand (48) eine in Umfangsrichtung verlaufende Wellenform aufweist.

4. Expirationsventil (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wellenform eine Dreiecks- oder/und Rechtecks- oder/und Teilkreis-Wellenform oder/und eine sinusartige Wellenform aufweist.

5. Expirationsventil (10) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Teil, vorzugsweise alle, der entgegen der Abheberichtung (A) von der Gegenfläche (26) fernstgelegenen Extrempunkte der Wellenberge oder/und dass wenigstens ein Teil, vorzugsweise alle, der entgegen der Abheberichtung (A) der Gegenfläche nächstgelegenen Extrempunkte der Wellentäler auf einer Ebene (E1, E2) gelegen sind, insbesondere auf einer Ebene (E1, E2), welche zum Verlauf der Durchgangsbahn (D1, D2) am Durchstoßpunkt der Ebene oder/und zur Abheberichtung (A) orthogonal ist.

6. Expirationsventil (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gegenfläche (26) oder/und die Endfläche (24) in einer Ebene gelegen ist bzw. sind, vorzugsweise eben ist bzw. sind.

7. Expirationsventil (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Endfläche (24) an einem Längsende (22) eines rohrförmigen Abschnitts (18) des Strömungsdurchgangs (16) als dem Endabschnitt (22) der Ventil-Teilformation gelegen ist, wobei die Schürze (44) im Bezugszustand einen sich längs der Durchgangsbahn (D1, D2) und in Umfangsrichtung um diesen herum erstreckenden Endbereich (22) des rohrförmigen Abschnitts (18) umgibt.

8. Expirationsventil (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein radial äußerer Bereich des Längsendes (22) des rohrförmigen Abschnitts (18) angefast ist, wobei bevorzugt die Schürze (44) im Bezugszustand entgegen der Abheberichtung (A) über das axial weiter von der Endfläche (24) entfernt gelegene Fasenende (56) hinausreicht.

9. Expirationsventil (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich im Bezugszustand der radiale Abstand des näher an der Endfläche (24) gelegenen Fasenendes (54) von einer nach radial innen weisenden Wandung der Schürze (44) und die Überlappungstiefe von Schürze (44) und rohrförmigem Abschnitt (18) parallel zur Abheberichtung (A) um nicht mehr als 20 %, vorzugsweise um nicht mehr als 10 % unterscheiden, besonders bevorzugt gleich sind.

10. Expirationsventil (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich im Bezugszustand die radiale Abmessung des Ringspaltraums (46) und die radiale Dicke (s) der Schürze (44) in einem den von der Gegenfläche (26) fernliegenden Schürzenrand (48) enthaltenden Endbereich der Schürze (44) um nicht mehr als 20 %, vorzugsweise um nicht mehr als 10 % unterscheiden, besonders bevorzugt gleich sind.

11. Expirationsventil (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Teil (20) des Strömungsdurchgangs (16) durch ein Atemrohr (18) und einen das Atemrohr (18), vorzugsweise koaxial, umgebenden Ringkanal (32) gebildet ist, wobei der Ringspalt (42) zwischen Endfläche (24) und Gegenfläche (26) strömungsmechanisch in Expirationsströmungsrichtung (E) zwischen dem Atemrohr (18) und dem Ringkanal (32) gebildet ist.

12. Expirationsventil (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilkörper (12) einen die Gegenfläche

(26) aufweisenden, im Wesentlichen ebenen Tellerabschnitt (28) aufweist, welcher bevorzugt mittels einer Membranfeder (38) als der Vorspanneinrichtung (38) mit einem den Tellerabschnitt (38) radial außen umgebenden Befestigungsabschnitt (40) verbindet.

(28) auskragt und dabei die Anlagefläche (26) axial überragt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

13. Expirationsventil (10) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Tellerabschnitt (28) durch ein Verstärkungsbauteil (60), wie etwa Metall- oder/und Keramikscheibe, verstärkt ist, wobei bevorzugt das Verstärkungsbauteil (60) auf der von der Endfläche (26) weg weisenden Seite des Tellerabschnitts (28) wenigstens abschnittsweise freiliegt.

14. Expirationsventil (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorspanneinrichtung (38) die Gegenfläche (26) in einer zur Abheberichtung orthogonalen Ebene in eine vorbestimmte Ruhestellung vorspannt, insbesondere relativ zur Durchgangsbahn (D1, D2) im Bereich der Gegenfläche (26) zentriert, oder/und während einer Abhebe- und Rückstellbewegung in beziehungsweise entgegen der Abheberichtung (A) führt.

15. Expirationsventil (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit dem Ventilgehäuse (14) ein Aktuator (63) verbunden ist, von welchem ein Stellglied (64) wenigstens zur Verlagerung der Gegenfläche (26) entgegen der Abheberichtung (A) mit dem Ventilkörper (12) zusammenwirkt.

16. Expirationsventil (10) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stellglied (64) des Aktuators (63) mit dem Ventilkörper zur Verlagerung der Gegenfläche sowohl in als auch entgegen der Abheberichtung gekoppelt oder koppelbar ist.

17. Beatmungsvorrichtung zur wenigstens teilweisen apparativ unterstützten Beatmung eines Patienten mit einer Atemgas-Förderpumpe, mit einem Expirationsventil (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und mit einem Inspirationsventil.

18. Ventilkörper (12) für ein Expirationsventil (10), insbesondere für ein Expirationsventil (10) der Ansprüche 1 bis 16, umfassend eine zur Anlage an einer Ventilsitzfläche (24) ausgebildete Anlagefläche (26), welche längs einer Bewegungsachse (K) in und entgegen einer Abheberichtung (A) bewegbar ist, wobei die Anlagefläche (26) mit der Bewegungsachse (K) einen, vorzugsweise rechten, Winkel einschließt, wobei der Ventilkörper (12) eine Schürze (44) aufweist, welche die Anlagefläche (26) bezüglich der Bewegungsachse (K) radial außen umgibt und welche ausgehend von einem die Anlagefläche aufweisenden Ventilkörperabschnitt (28) bezüglich der Bewegungsachse (K) axial von dem Ventilkörperabschnitt

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

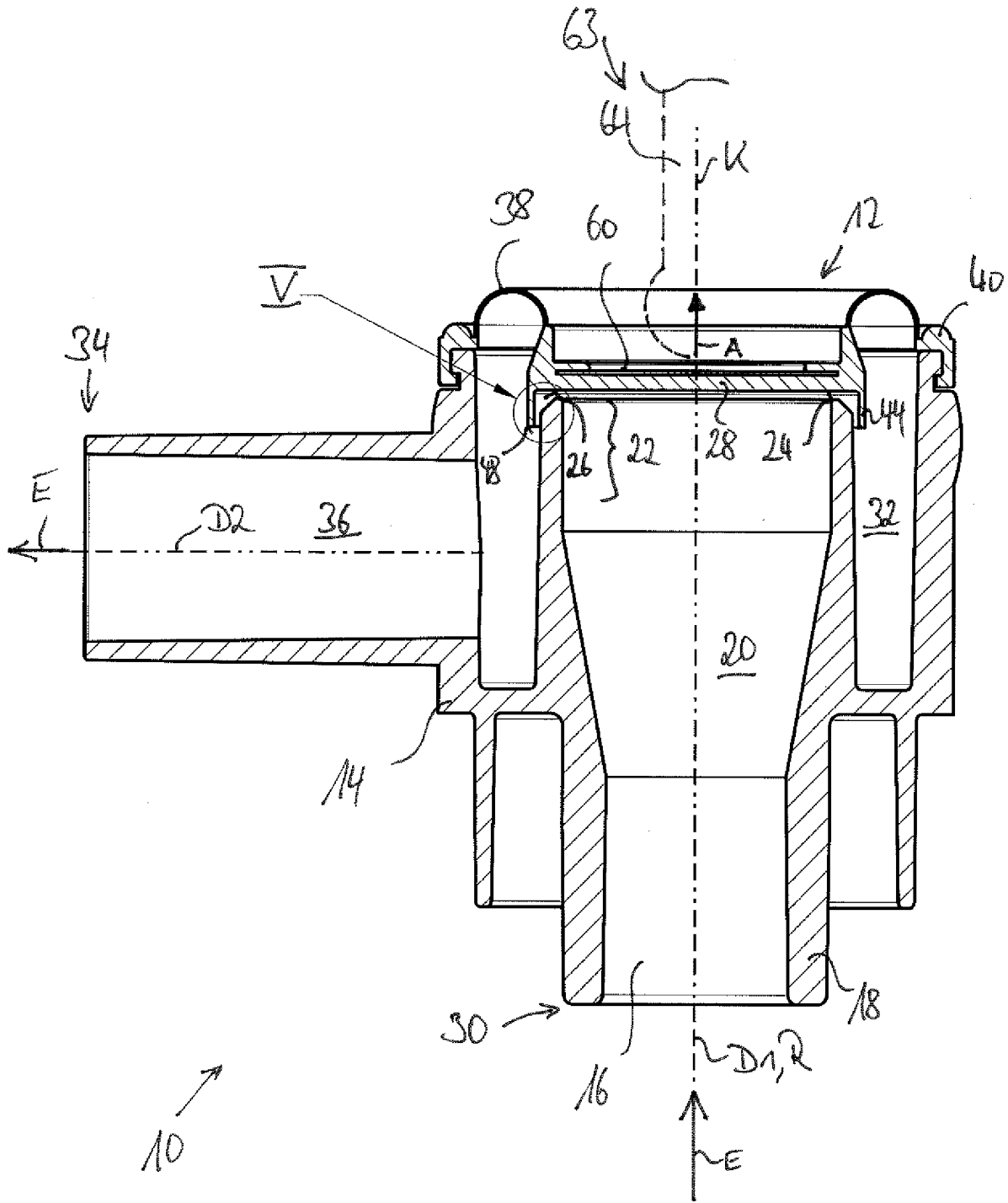


Fig. 2

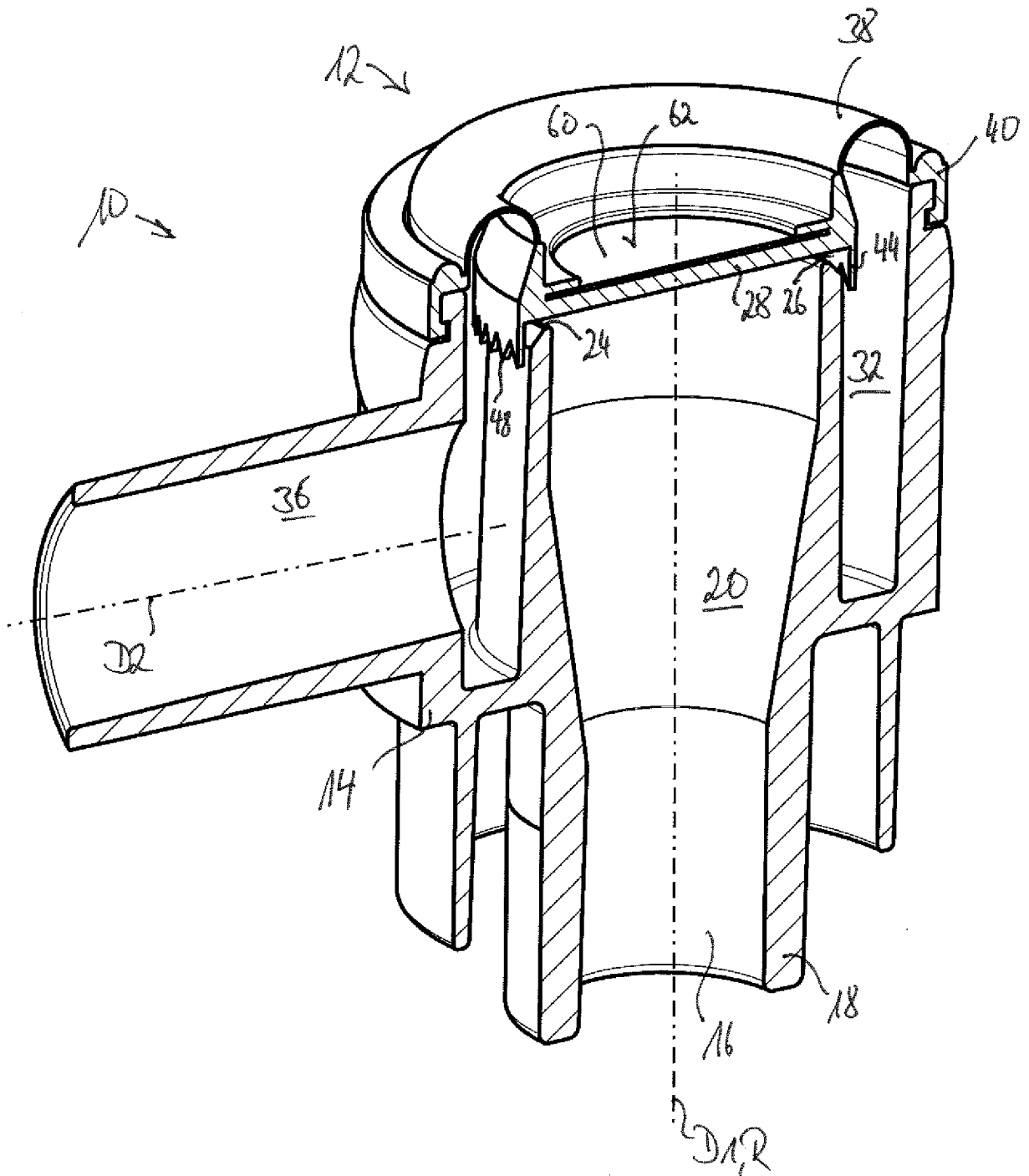


Fig. 3

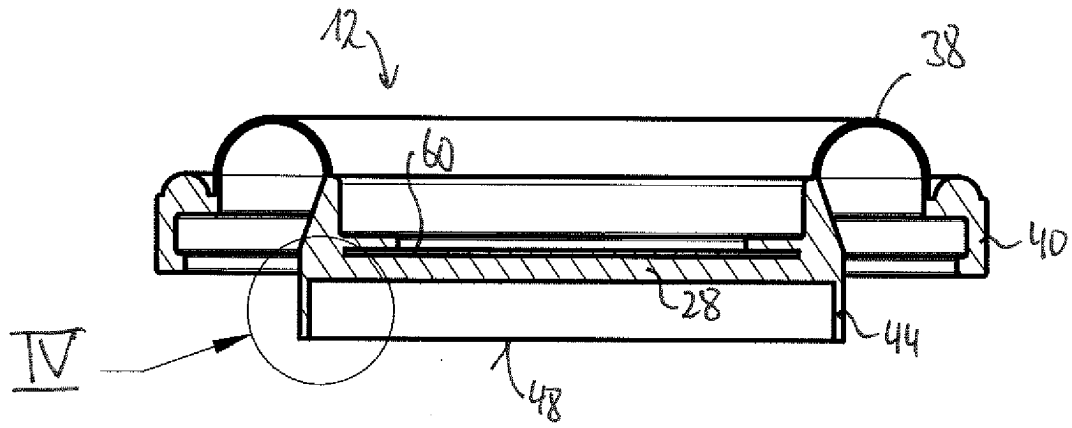


Fig. 4

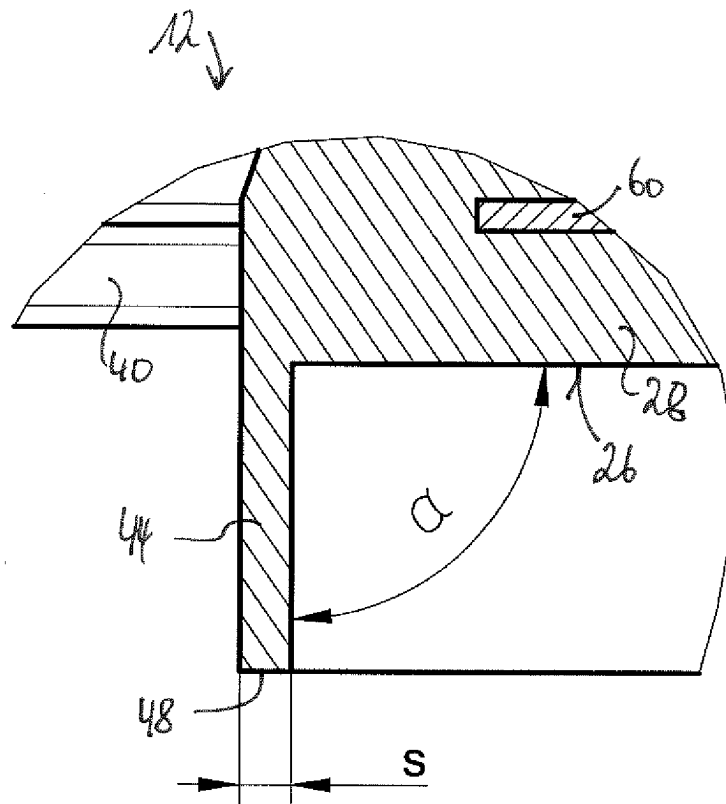


Fig. 5

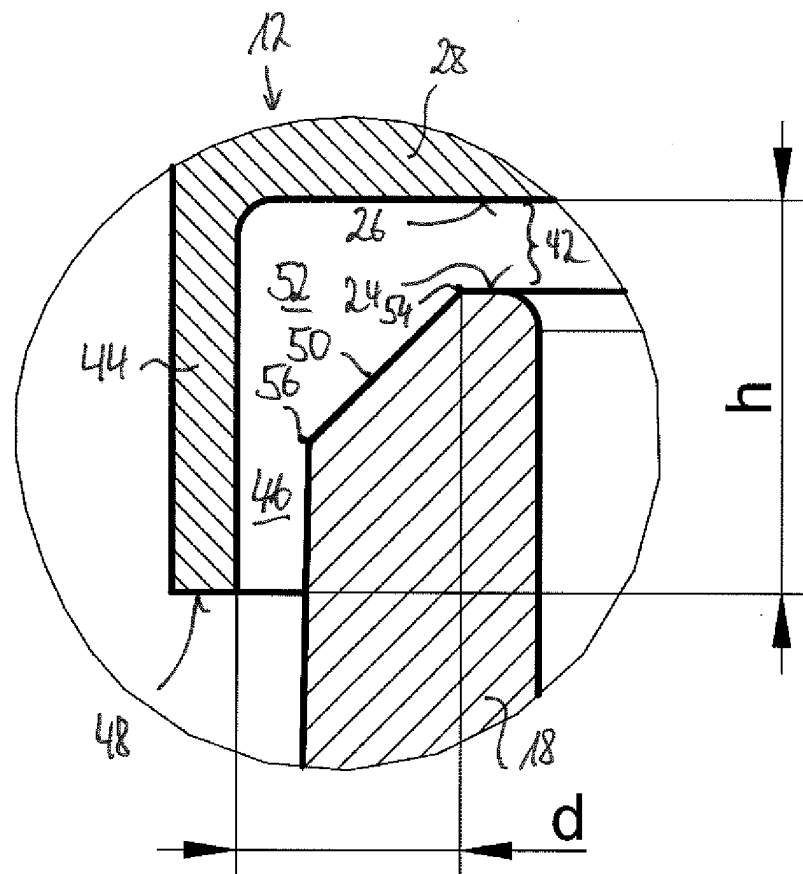




Fig. 6

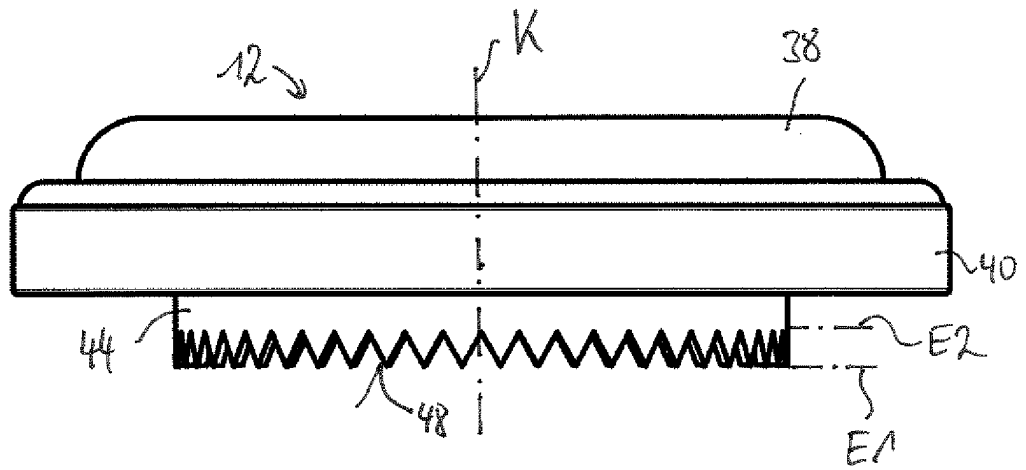


Fig. 7

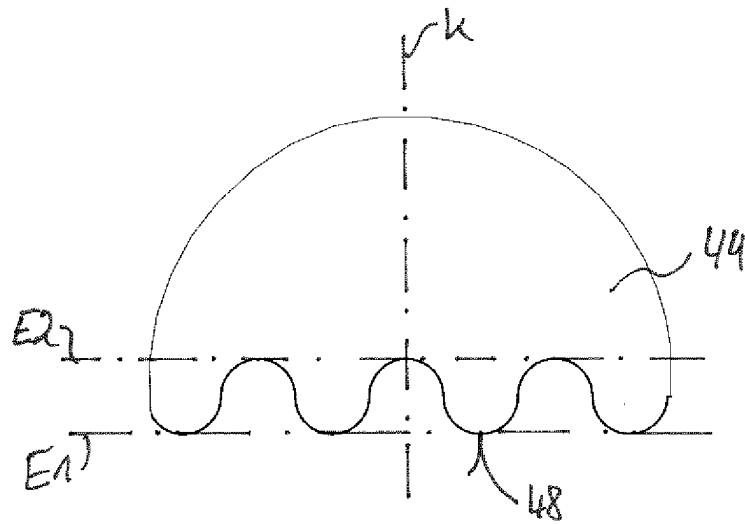


Fig. 8

