

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
03. Mai 2018 (03.05.2018)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2018/077618 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*A61M 16/20* (2006.01)      *A62B 18/10* (2006.01)  
*F16K 7/00* (2006.01)      *F16K 15/14* (2006.01)  
*A62B 9/02* (2006.01)

(71) Anmelder: HAMILTON MEDICAL AG [CH/CH]; Via  
Crusch 8, 7402 Bonaduz (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/075952

(72) Erfinder: HUNGER, Jan; Bärenburg 133A, 7440 Andeer (CH).

(22) Internationales Anmeldedatum:

11. Oktober 2017 (11.10.2017)

(74) Anwalt: RUTTENSPERGER LACHNIT TROSSIN  
GOMOLL PART MBB; Dr.-Ing. Hans-Jürgen Trossin,  
Postfach 20 16 55, 80016 München (DE).

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

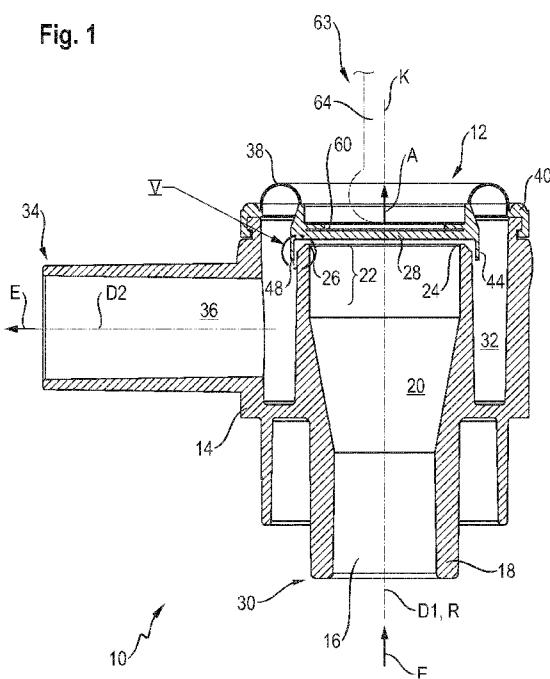
10 2016 220 812.8

24. Oktober 2016 (24.10.2016) DE

(54) Title: EXHALATION VALVE FOR A VENTILATOR APPARATUS WITH A VALVE CONFIGURATION FOR REDUCING  
NOISE EMISSION

(54) Bezeichnung: EXSPIRATIONSVENTIL FÜR EINE BEATMUNGSVORRICHTUNG MIT GERÄUSCHEMISSIONSREDUZI  
ETER VENTILGESTALTUNG

Fig. 1



(57) Abstract: The present invention relates to an exhalation valve (10) for a ventilator apparatus for at least partial instrumental respiratory assistance of a patient, comprising a valve housing (14) with a flow passage (16) which extends along a passage trajectory (D1, D2) defining a local axial, radial and circumferential direction and along which respiratory air can flow through the valve housing (14), wherein the valve housing (14) has a housing-side valve subformation with a closed end surface (24) which extends around the passage trajectory (D1) and towards which a mating surface (26) of a valve body (12), movable relative to the valve housing (14) and facing the end surface (24), can be pretensioned by the pretensioning force of a pretensioning device (38) in such a way that the mating surface (26), when subjected to respiratory gas in an exhalation flow direction (E) counter to the pretensioning force of the pretensioning device (38), is removable, with enlargement of an annular gap (42) which is present or can be generated between the end surface (24) and the mating surface (26), from the end surface (24) in a lifting direction (A), such that the flow passage (16) can be flowed through in the exhalation flow direction (E), and flow through the flow passage (16) in a flow direction opposite to the exhalation flow direction (E) can be blocked by the mating surface (26) of the valve body (12) bearing on the end surface (24), wherein in the valve body (12) has a skirt (44) which, when viewing the exhalation valve (10) in a reference state not loaded with intended respiratory flow, surrounding the mating surface (26) and the end surface (24), extends in a circumferential direction and, in the reference state, protrudes from the mating



SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

surface (26) past the end surface (24) counter to the lifting direction (A), wherein an annular gap space (46) is provided radially between the skirt (44) and an end portion (22) of the valve sub-formation that has the end surface (24).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Exspirationsventil (10) für eine Beatmungsvorrichtung zur wenigstens teilweise apparativ unterstützten Beatmung eines Patienten, umfassend ein Ventilgehäuse (14) mit einem sich längs einer 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-Teilformation mit einer geschlossen um die Durchgangsbahn (D1) umlaufenden Endfläche (24) aufweist, zu welcher hin eine zur Endfläche (24) hinweisende Gegenfläche (26) eines relativ zum Ventilgehäuse (14) beweglichen Ventilkörpers (12) durch Vorspannkraft einer Vorspanneinrichtung (38) derart vorgespannt ist, dass die Gegenfläche (26) durch Anströmen mit Atemgas in einer Exspirationsströmungsrichtung gegen (E) die 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) entferbar ist, so dass der Strömungsdurchgang (16) in der Exspirationsströmungsrichtung (E) durchströmbar ist und eine Durchströmung des Strömungsdurchgangs (16) in eine der Exspirationsströmungsrichtung (E) 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, – bei Betrachtung des Exspirationsventils (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 abstehet, wobei radial zwischen der Schürze (44) und einem die Endfläche (24) aufweisenden Endabschnitt (22) der Ventil-Teilformation ein Ringspaltraum (46) vorgesehen ist.

## **Exspirationsventil für eine Beatmungsvorrichtung mit geräuschemissionsreduzierter Ventilgestaltung**

### **Beschreibung**

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Exspirationsventil 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
- 10 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 Exspirationsströmungsrichtung gegen die Vorspannkraft der Vorspanneinrichtung unter Vergrößerung eines zwischen der Endfläche und der Gegenfläche erzeugbaren oder vorhandenen Ringspalts in einer Abheberichtung von der Endfläche entfernbare ist, so dass der Strömungsdurchgang in der Exspirationsströmungsrichtung durchströmbar ist und eine Durchströmung des Strömungsdurchgangs in eine der Exspirationsströmungsrichtung entgegengesetzte Strömungsrichtung durch Anlage der Gegenfläche des Ventilkörpers an der Endfläche sperrbar ist.
- 15
- 20

Ein derartiges Exspirationsventil ist beispielsweise aus den Beatmungsgeräten der Anmelderin mit der Produktbezeichnung "C2" oder "C3" bekannt. Das Exspirationsventil dient in einer Beatmungsvorrichtung zur Steuerung des Atemgastransports.

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

25 Atem-Frischgas von der Beatmungsvorrichtung weg zum Patienten hin zulässt, in umgekehrter Richtung jedoch sperrt, und weist ein Exspirationsventil auf, welches

eine Strömung von Atemgas in Exspirationsströmungsrichtung vom Patienten weg zur Beatmungsvorrichtung hin zulässt, in entgegengesetzter Richtung jedoch sperrt.

Bekannte Exspirationsventile weisen einen tellerartigen Ventilkörper auf, welcher der

- 5 Endfläche der gehäusefesten Ventil-Teilformation gegenüberliegt und auch auf dieser aufliegen kann, um eine Gasströmung in einer der Exspirationsströmungsrichtung 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.

10

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

15 Bei den bekannten Exspirationsventilen wird der tellerförmige Ventilkörper während eines Exspirationsvorgangs in Exspirationsströmungsrichtung angeströmt, so dass auf der Anströmseite des Ventilkörpers der Atemgasdruck ansteigt, während auf der der Anströmseite entgegengesetzten Schattenseite des Ventilkörpers weiterhin Umgebungsdruck herrscht. Dann, wenn der Druckanstieg auf der Anströmseite die Vor-

- 20 spannkraft 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 Exspirationsventils in Exspirationsströmungsrichtung stark ab, so dass verbrauchtes Atemgas in Exspirationsströmungsrichtung

25 ohne großen Widerstand vom Patienten weg strömen kann.

Der Ventilkörper des bekannten Exspirationsventils 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

- 30 oben beschriebenen Ringspalt strömt. Dabei kann es im Bereich zwischen Endfläche und Ventilkörper zu periodischer Wirbelbildung und zu lokalen Strömungsablösungen kommen, was Druckschwankungen im Exspirationsventil bewirken kann. Diese Druckschwankungen sind in manchen Betriebszuständen außerhalb des Expira-

tionsventils und außerhalb der Beatmungsvorrichtung unerwünschterweise akustisch wahrnehmbar. Je nach Periodizität der Druckschwankungen können sich diese durch ein Pfeifen oder Rauschen äußern.

- 5 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das gattungsgemäße Exspirationsventil derart weiterzubilden, dass es ohne Einschränkung seiner Leistungsfähigkeit als Exspirationsventil im bestimmungsgemäßem Betrieb weniger Geräusche emittiert.
- 10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Exspirationsventil der eingangs genannten Art, bei welchem der Ventilkörper eine Schürze aufweist, welche, – bei Betrachtung des Exspirationsventils in einem durch bestimmungsgemäß 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.
- 15
- 20 Da das erfindungsgemäße Exspirationsventil bevorzugt bestimmungsgemäß lösbar bzw. abnehmbar an einer Beatmungsvorrichtung vorgesehen ist, wird das Exspirationsventil in einem Bezugszustand diskutiert, in welchem es durch Atemströmung unbelastet ist. Dies entspricht etwa einem Bezugszustand, in welchem ein von einer Beatmungsvorrichtung abgenommenes Exspirationsventil in einem Regal oder auf einer Werkbank zur weiteren Verwendung bereit liegt.
- 25

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 Exspirationsströmung nicht mehr nur radial nach außen umgelenkt, sondern wird an der Schürze zwangsweise in eine Strömungsrichtung mit einer Komponente entgegen der Exspirationsströmung umgelenkt, die dann in der anströmenden Exspira-

tionsströmung entgegengesetzten Richtung durch den zwischen der Schürze und der Ventil-Teilformation gebildeten Ringspaltraum strömen muss.

Damit wird durch das Vorsehen der Schürze die Exspirationsströmung entlang eines  
5 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  
Exspirationsströmung, nachdem sie die Endfläche passiert hat, im Wesentlichen als  
Freistrahl strömt, ist die Exspirationsströmung im erfindungsgemäßen Zustand auch  
noch nach Passieren der Endfläche körperlich durch die Schürze und durch die Ven-  
10 til-Teilformation geführt, die beide den genannten Ringspaltraum begrenzen.

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

Der Ringspaltraum umgibt bevorzugt radial außen jenen mit Bezug auf die Exspira-  
20 tionsströmungsrichtung stromaufwärts vor der Gegenfläche gelegenen Abschnitt des  
Strömungsdurchgangs, in welchem die Exspirationsströmung zum Ventilkörper hin-  
geleitet wird.

Die Schürze kann sich ausgehend von einem die Gegenfläche aufweisenden  
25 Abschnitt des Ventilkörpers entgegen der Abheberichtung beliebig weit von dem  
Abschnitt weg erstrecken, so dass der Ringspaltraum, wenngleich mit unterschiedli-  
chen, 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  
30 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 Exspirationsvorgangs einen vorbestimmten Abhebe-Schwellenweg überschrei-

tet, der Schürze radial innen kein Abschnitt der Ventil-Teilformation mehr gegenüberliegt und somit kein Ringspaltraum mehr besteht.

Durch das Vorsehen der Schürze und durch die damit verbundene Änderung der

- 5 Strömungsverhältnisse am Ventilkörper werden während eines Exspirationsvorgangs stabiler 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 10 reduziert sind.

Die Reduzierung der Geräuschemissionen des Exspirationsventils sind in einem betriebsmäßig relevanten Volumenstrombereich von etwa 15 Litern pro Minute

- 15 besonders ausgeprägt.

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.

20

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 umfangabschnittsweise abhängig von der jeweiligen Position in Umfangsrichtung unterschiedlich groß ist. In diesem Falle kragt die Schürze

- 25 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 30 der Umfangserstreckung der Schürze zwar unterschiedliche, jedoch periodisch wiederkehrende Strömungsverhältnisse auftreten können, was zu einer zusätzlichen Stabilisierung der Exspirationsströmung während eines Exspirationsvorgangs 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.

- 5 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.

10

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

15 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.

20 Auch für die Rechteck-Wellenform und für die Teilkreis-Wellenform ebenso wie für die sinusförmige Wellenform des Schürzenrandes ist bevorzugt, dass der Schürzenrand durch eine Folge von in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden identischen Randelementen gebildet ist.

25 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 Exspirationsströmungsrichtung 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.

Bevorzugt ist die Gegenfläche oder/und die Endfläche in einer Ebene gelegen. Diese

- 5 Ebene ist bevorzugt orthogonal zur Abheberichtung orientiert.

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

- 10 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.

- 15 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.

- 20 Bevorzugt sind die Gegenfläche oder/und die Endfläche eben. Dann kann das Exspirationsventil 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.

- 25 Eine ebene Gegenfläche oder/und Endfläche ist dabei eine Sonderform einer in einer Ebene gelegten 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.

30

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-Teil-

formation. Bevorzugt ist der Strömungsdurchgang auf der in Exspirationsströmungsrichtung 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

- 5 wenigstens im Annäherungsbereich an den Ventilkörper mit einer Parallelen zur Abheberichtung zusammen. Die Exspirationsströmungsrichtung verläuft dann längs der Atemrohrachse. Die Atemrohrachse ist dabei kollinear mit der oben beschriebenen Ventilkörperachse. Die Rohrachse ist Teil der Durchgangsbahn.

- 10 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  
15 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.

- 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 Fase 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  
25 Expansionsraum bereitgestellt sein, in den die vom Ventilkörper in radiale Richtung abgelenkte Exspirationsströmung nach Vorbeistreichen an der Endfläche hinein entspannen kann.

- Damit die Schürze ihre oben beschriebene Wirkung der Strömungsführung auch bei  
30 angefastem Abschnitt möglichst gut entfalten kann, reicht die Schütze 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 Schür-

zenrand 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

- 5 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
- 10 gelegen sein können.

Konstruktiv hat es sich im Hinblick auf eine Minderung des Betriebsgeräusches des Exspirationsventils als vorteilhaft herausgestellt, wenn sich im Bezugszustand der radiale Abstand des näher an der Endfläche gelegenen Fasenendes von einer nach

- 15 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.

- 20 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 Exspirationsventil 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 Exspirationsströmungsrichtung zwischen dem Atemrohr und dem Ringkanal gebildet ist. Die längs der Atemrohrachse kurze
- 25 Abmessung des Exspirationsventils wird zwar auf Kosten eines wegen des Ringkanals größeren Durchmessers erhalten. Jedoch erfordert der Ringkanal nur eine geringe Durchmesservergrößerung des Ventilgehäuses, um einen Ringkanal mit
- 30

gleichem Strömungsquerschnitt wie das vom Ringkanal umgebene Atemrohr bereitzustellen.

Ganz grundsätzlich kann der Ventilkörper ein beliebig ausgestalteter Ventilkörper

- 5 sein. Es kann der Ventilkörper beispielsweise eine Ventilkugel sein. Bevorzugt ist der Ventilkörper jedoch ein in Exspirationsventilen bereits bewährter Ventilkörper mit einem im Wesentlichen ebenen Tellerabschnitt, welcher die Gegenfläche aufweist. Ein solcher Ventilkörper trägt weiter zu einer kurzen Bauweise des Exspirationsvents bei. Vorzugsweise ist der Tellerabschnitt zentral am Ventilkörper vorgehsehen.

10

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.

Besonders bevorzugt spannt die Vorspanneinrichtung die Gegenfläche nicht nur zur

- 20 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 herum 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.

25

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

- 5 von einem idealen Bewegungspfad längs der Abheberichtung nur um ein durch die Vorspanneinrichtung bestimmtes, nicht überschreitbares Maximalmaß abweichen kann.

Der Befestigungsabschnitt kann zur bevorzugt formschlüssigen Verbindung mit dem

- 10 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 15 durchsetzenden Ventilkörperachse rotationssymmetrisch ausgebildet.

Der Ventilkörper ist bevorzugt aus einem elastomerem Material gebildet, wie bei-

- 20 spielsweise Silikon, Kautschuk und dergleichen.

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 Exspirationsvorgangs 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 Exspirationsvorgangs nicht.

- 25 30 Bevorzugt ist der Ventilkörper einstückig ausgebildet, so dass der Befestigungsabschnitt, die Membranfeder und der Tellerabschnitt ein monolisches Bauteil bilden. Zur Verstärkung des Tellerabschnitts kann an diesem ein Verstärkungsbauteil vorgesehen sein, etwa eine Metallscheibe oder/und eine Keramikscheibe. Um den Teller-

abschnitt vor äußereren Einflüssen und Belastungen schützen zu können, liegt das Verstärkungsbauteil bevorzugt im am Tellerabschnitt angebrachten Zustand frei, und zwar besonders bevorzugt auf der von der Endfläche weg weisenden, also nicht von der Exspirationsströmung angeströmten Seite.

5

Um gegebenenfalls unabhängig von einer Atemaktivität des Patienten das Exspirationsventil 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

10

ein mechanisches Stellglied sein, etwa ein Stoßel, ein Lenker oder ein Verbindungs-  
glied, welches mit dem Tellerabschnitt, insbesondere dort mit dem Verstärkungsbauteil zusammenwirkt oder sogar zur gemeinsamen Bewegung mechanisch gekoppelt ist. Das Stellglied kann jedoch im Falle eines magnetisierten Verstärkungsbauteils auch ein Anker oder Ankerabschnitt eines wahlweise bestrombaren Elektromagneten  
15 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.

20

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.

25

Zum Schließen des Exspirationsventils 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 Stoßel zum Ventilkörper hin ausgefahren wird, mit diesem  
30 in Anlageeingriff gelangt und diesen mit seiner Gegenfläche gegen die Endfläche drückt. Das Stellglied kann in Abheberichtung vom Tellerabschnitt, insbesondere von dem Verstärkungsbauteil abhebbar sein, um eine allein durch die Exspirationsströmung wirkte Abhebebewegung der Gegenfläche zu ermöglichen.

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.

- 5 Um den Ventilkörper sowohl entgegen der Abheberichtung als auch in Abberichtung 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.

10

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

Die vorliegende Erfindung betrifft weiter eine Beatmungsvorrichtung zur wenigstens

- 15 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 Exspirationsventil 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  
20 Aktuatorgehäuse fest mit dem Gehäuse der Beatmungsvorrichtung verbunden sein. Dann ist auch das Aktuatorgehäuse mit dem Ventilgehäuse verbunden.

Da die Weiterbildung des eingangs genannten gattungsgemäßen Exspirationsventils

- 25 zur Lösung der oben genannten Aufgabe im Wesentlichen am Ventilkörper realisiert ist, betrifft die vorliegende Erfindung auch einen Ventilkörper für ein Exspirationsventil, insbesondere für ein gemäß der obigen Beschreibung ausgebildetes Exspirationsventil. 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 auskragt und dabei die Anlagefläche axial überragt, insbesondere längs ihres gesamten Umfangs um die Bewegungsachse herum überragt.

5

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.

10

Oben beschriebene Weiterbildungen des Exspirationsventils, 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.

15

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 20 ansteigt.

25

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.

Die Vorspanneinrichtung ist bevorzugt als Membranfeder ausgebildet. Sie umgibt zur Bereitstellung identischer Vorspannkräfte unabhängig um Umfangsort bevorzugt den Ventilkörperabschnitt um die Bewegungsachse herum vollständig.

- 5 Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnungen näher dargestellt. Es stellt dar:

Fig. 1 eine Längsschnittansicht eines erfindungsgemäßen Exspirationsventils der vorliegenden Anmeldung,

10

Fig. 2 eine längsgeschnittene perspektivische Ansicht des Exspirationsventils von Fig. 1,

15

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

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

20

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

Fig. 6 eine Aufrissansicht des Ventilkörpers des Exspirationsventils von Fig. 2,

25

Fig. 7 eine erste alternative Formation des freien Schürzenrandes und  
Fig. 8 eine zweite alternative Formation des freien Schürzenrandes.

30

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines Exspirationsventils 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 Exspirationsströmungsrichtung E stromaufwärts eines Ventilkörpers 12 und den Abschnitt D2 stromabwärts des Ventilkörpers 12.

Der Ventilkörper 12 ist an einem Ventilgehäuse 14 gehaltert, welches bevorzugt ein-stückig, beispielsweise im Spritzgussverfahren, hergestellt ist.

- 5 In dem Ventilgehäuse oder Gehäuse 14 ist ein Strömungsdurchgang 16 ausgebildet, welcher sich längs der Durchgangsbahnabschnitte D1 und D2 erstreckt.

Das Gehäuse 14 weist ein integral daran ausgebildetes Atemrohr 18 auf, welches geradlinig längs des Durchgangsbahnabschnitts D1 unter lokaler Aufweitung in

- 10 Exspirationsströmungsrichtung 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 Strömungsdurchgangabschnitt 20 des Strömungsdurchgangs 16. An einem dem Ventilkörper 12 nächstgelegenen Endabschnitt 22 des Atemrohrs 18 ist eine stirnseitig an dem Atemrohr 18 um den  
15 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.

In dem in den Figuren dargestellten Bezugszustand befindet sich die Gegenfläche 26

- 20 in einem geringfügigen Spaltabstand von der Endfläche 24 entfernt. Sobald jedoch ein am proximalen Ende 30 des Exspirationsventils 10 angeschlossener Patient ein-atmet, 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  
25 der Exspirationsrichtung E entgegengesetzten Richtung gesperrt ist. Alternativ zu den Darstellungen der Fig. 1, 2 und 5 kann der Ventilkörper 12 mit der Gegenfläche 26 bereits in dem von einer Atemgasströmung eines Patienten unbelasteten Bezugszustand auf der Endfläche 24 aufsitzen.

- 30 Der stromabwärtige Teil des Strömungsdurchgangs 16, also der in Exspirationsströmungsrichtung 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 Ring-

kanal 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

- 5 der Durchgangsbahnabschnitt sowohl für den stromaufwärtigen Abschnitt 20 wie auch für den dem Ventilkörper 12 näher gelegenen stromabwärtigen Abschnitt 32 des Strömungsdurchgangs 16 ist.

Der Strömungsdurchgang 16 umfasst eine zum distalen Ende 34 des Exspirations-

- 10 ventils 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 2 orthogonal zueinander angeordnet und kreuzen sich bei verlängert gedachtem Abschnitt D2. Dies ist jedoch lediglich eine bevorzugte  
15 Anordnung. Abhängig von den verfügbaren Platzverhältnissen in einer das Exspirationsventil 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.

- 20 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 Rotationssymmetriearchse durchsetzt.

25

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.

30

Der Befestigungsabschnitt 40 ist in an sich bekannter Weise formschlüssig mit einem Abschnitt des Ventilgehäuses 14 verbunden. Durch den Befestigungsabschnitt 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

- 5 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.

- 10 Während eines Exspirationsvorgangs eines mit dem proximalen Ende 30 des Exspirationsventils 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  
15 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  
20 bestehender Ringspalt 42 (siehe Fig. 5) vergrößert. Der Strömungswiderstand in Exspirationsrichtung E zwischen der Endfläche 24 und der Gegenfläche 26 nimmt dadurch ab, so dass eine Exspirationsströmung vom proximalen Ende 30 zum distalen Ende 34 des Exspirationsventils 10 nahezu ungestört möglich ist.
- 25 Die in Exspirationsströmungsrichtung E verlaufende Exspirationsströmung 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.
- 30 Zur Stabilisierung dieser Exspirationsströmung im unmittelbar stromabwärts des Ringspalts 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 Exspirationsströmung nach dem Durchgang

durch den Ringspalt 42 verhindert und die Exspirationsströmung erneut umlenkt, diesmal in eine Strömungsrichtung mit einer der Exspirationsströmungsrichtung unmittelbar stromaufwärts des Ventilkörpers 12 entgegengesetzten Richtungskomponente.

5

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 10 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 Ringspalt-15 raum 46 gebildet (siehe Fig. 5), welcher ein Abströmen der Exspirationsströmung selbst bei nur geringfügig von der Endfläche 24 abgehobener Gegenfläche 26 ermöglicht.

Durch die den Ringspalt 42 wenigstens in der Bezugsstellung des Exspirationsventils 10 vollständig umgebende Schürze wird eine Stabilisierung der Expansionsströmung im Bereich des Ventildurchgangs erreicht, der im Vergleich zu einem gleichartigen 20 Ventilkörper 12 ohne Schürze, wie er im Stand der Technik bisher verwendet wurde, erheblich weniger zu Wirbelbildung und Strömungsabrissen neigt und dadurch eine Exspirationsströmung unter erheblich geringerer Geräuschbildung ermöglicht. Versuche haben gezeigt, dass ein erfindungsgemäßes Exspirationsventil vor allem in einem Volumenströmungsbereich von etwa 15 Liter pro Minute verglichen mit Exspirationsventilen des Standes der Technik eine erheblich verminderter Geräuschentwicklung zeigt.

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 30 Ringspaltraum 46 zwischen der Schürze 44 und der Außenseite des Atemrohrs 18 bis zum Überschreiten eines vorbestimmten Abhebebetrags der Gegenfläche 26 von der Endfläche 24 bestehen bleibt.

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, 3 und 6 gezeigt ist, eine Wellenform aufweisen, beispielsweise eine Dreiecks-

- 5 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.
- 10 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 entgegen 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 Exspirationsströmung entspannen kann.
- 15

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

- 20 gelegenen Ende 54 der Fase 50 und einer nach radial innen weisenden Wandung der Schürze 44.

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

- 25 liegende Ende 56 der Fase 50 hinaus.

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.

30

Wie an den Fig. 6, 7 und 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 Gegen-

fläche 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.

- 5 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.

10

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 –

- 15 zur Endfläche 24 hin. Der Übersichtlichkeit halber ist in Fig. 1 lediglich ein halber Aktuatorstößel mit 64 strichliniert dargestellt und angedeutet.

- Der Aktuatorstößel 64 kann durch Absenken zur Verstärkungsscheibe 60 mit dieser in Anlageeingriff gebracht werden. Nach Herstellung des Anlageeingriffs kann durch 20 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 25 zur Bewegung angetrieben sein. Ebenfalls kann er durch einen elektromotorischen Antrieb mittels eines Getriebes zur Bewegung längs der Körperachse A angetrieben sein.

In Fig. 4 ist ein Detailschnitt des Ventilkörpers 12 von Fig. 3 vergrößert dargestellt.

- 30 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  $92,5^\circ$ .

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% 5 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.

Mit dem vorliegend beschriebenen Exspirationsventil ist es möglich, ohne Erhöhung 10 des Strömungswiderstands die Geräuschenwicklung bei der Durchströmung während eines Exspirationsvorgangs erheblich zu vermindern. Ebenso kann mit dem Exspirationsventil, wie es oben vorgestellt wurde, eine Durchströmung des Ventilgehäuses 14 in einer der Exspirationsströmungsrichtung E entgegengesetzten Strömungsrichtung sicher verhindert werden.

### Ansprüche

1. Exspirationsventil (10) für eine Beatmungsvorrichtung zur wenigstens teilweise apparativ unterstützten Beatmung eines Patienten, umfassend ein Ventilgehäuse (14) mit einem sich längs einer 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-Teilformation mit einer geschlossen um die Durchgangsbahn (D1) umlaufenden Endfläche (24) aufweist, wobei eine zur Endfläche (24) hinweisende Gegenfläche (26) eines relativ zum Ventilgehäuse (14) beweglichen Ventilkörpers (12) durch eine Vorspanneinrichtung (38) derart vorgespannt ist, dass die Gegenfläche (26) durch Anströmen mit Atemgas in einer Exspirationsströmungsrichtung (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) entfernt ist, so dass der Strömungsdurchgang (16) in der Exspirationsströmungsrichtung (E) durchströmbar ist und eine Durchströmung des Strömungsdurchgangs (16) in eine der Exspirationsströmungsrichtung (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 Exspirationsventils (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.

30

2. Exspirationsventil (10) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass ein parallel zur Abheberichtung (A) zu mes-  
sender Abstand (h) eines von der Gegenfläche (26) fernen Schürzenrandes  
(48) von der Gegenfläche (26) wenigstens umfangsabschnittsweise abhängig  
5 von der jeweiligen Position in Umfangsrichtung unterschiedlich groß ist.
3. Exspirationsventil (10) nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der von der Gegenfläche (26) ferne Schür-  
zenrand (48) eine in Umfangsrichtung verlaufende Wellenform aufweist.  
10
4. Exspirationsventil (10) nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Wellenform eine Dreiecks- oder/und  
Rechtecks- oder/und Teilkreis-Wellenform oder/und eine sinusartige Wellen-  
form aufweist.  
15
5. Exspirationsventil (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, vorzugs-  
20 weise alle, der entgegen der Abheberichtung (A) der Gegenfläche nächstgele-  
genen Extrempunkte der Wellentäler auf einer Ebene (E1, E2) gelegen sind,  
insbesondere auf einer Ebene (E1, E2), welche zum Verlauf der Durchgangs-  
bahn (D1, D2) am Durchstoßpunkt der Ebene oder/und zur Abheberichtung  
(A) orthogonal ist.  
25
6. Exspirationsventil (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.  
30
7. Exspirationsventil (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.

- 5
8. Exspirationsventil (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.
- 10
9. Exspirationsventil (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.
- 15
- 20 10. Exspirationsventil (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.
- 25
11. Exspirationsventil (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 Exspirations-
- 30

strömungsrichtung (E) zwischen dem Atemrohr (18) und dem Ringkanal (32) gebildet ist.

12. Exspirationsventil (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
5 **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.

- 10  
13. Exspirationsventil (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)  
15 weg weisenden Seite des Tellerabschnitts (28) wenigstens abschnittsweise freiliegt.

- 20  
14. Exspirationsventil (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.

- 25  
30  
15. Exspirationsventil (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. Exspirationsventil (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.

5

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

10

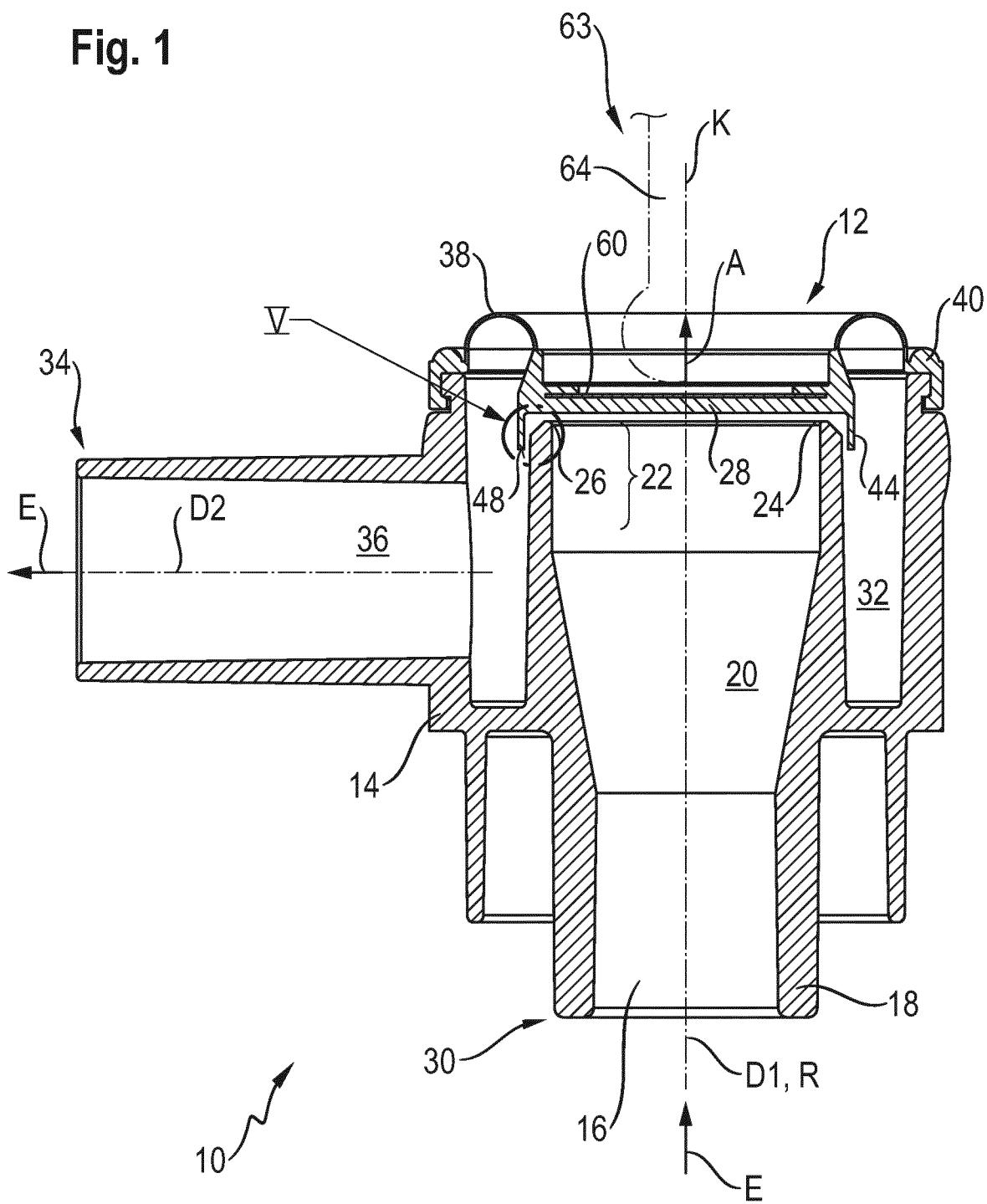
18. Ventilkörper (12) für ein Exspirationsventil (10), insbesondere für ein Exspirationsventil (10) der Ansprüche 1 bis 16, umfassend eine zur Anlage an einer Ventilsitzfläche (24) ausgebildete Anlagefläche (26), welche längs einer Bewegungsachse (K) in und entgegen einer Abheberichtung (A) bewegbar 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 (28) auskragt und dabei die Anlagefläche (26) axial überragt.

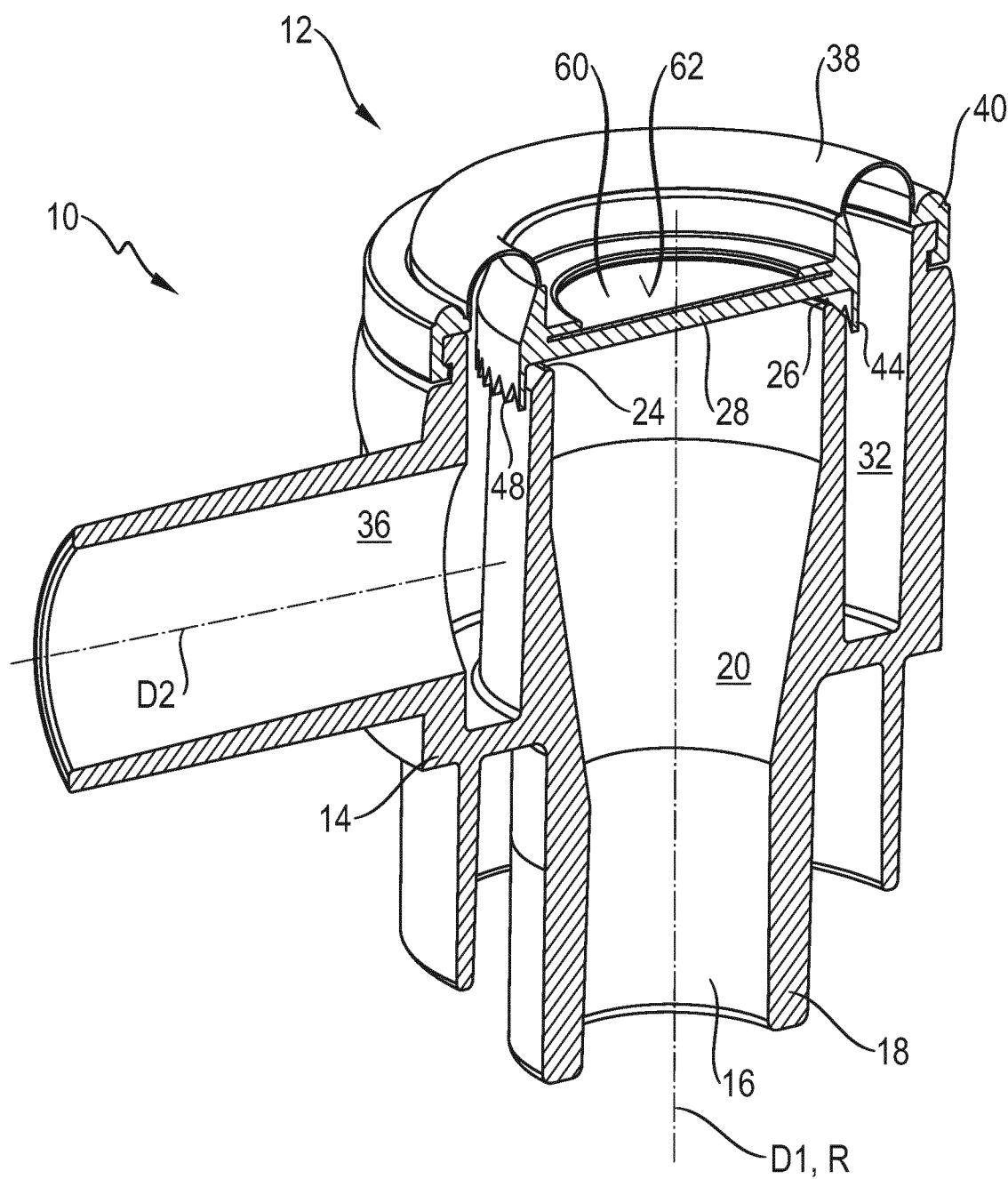
15

20

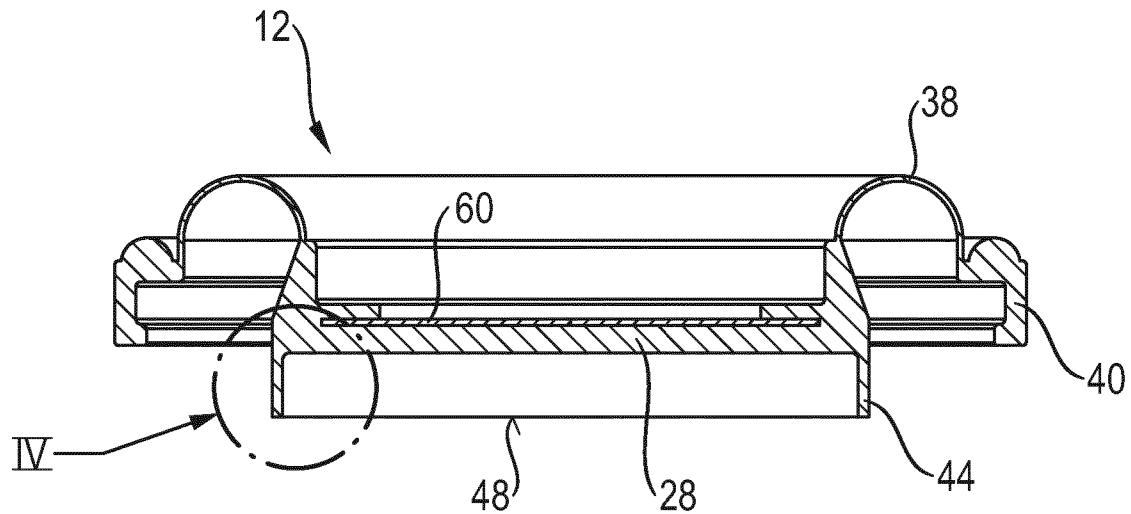
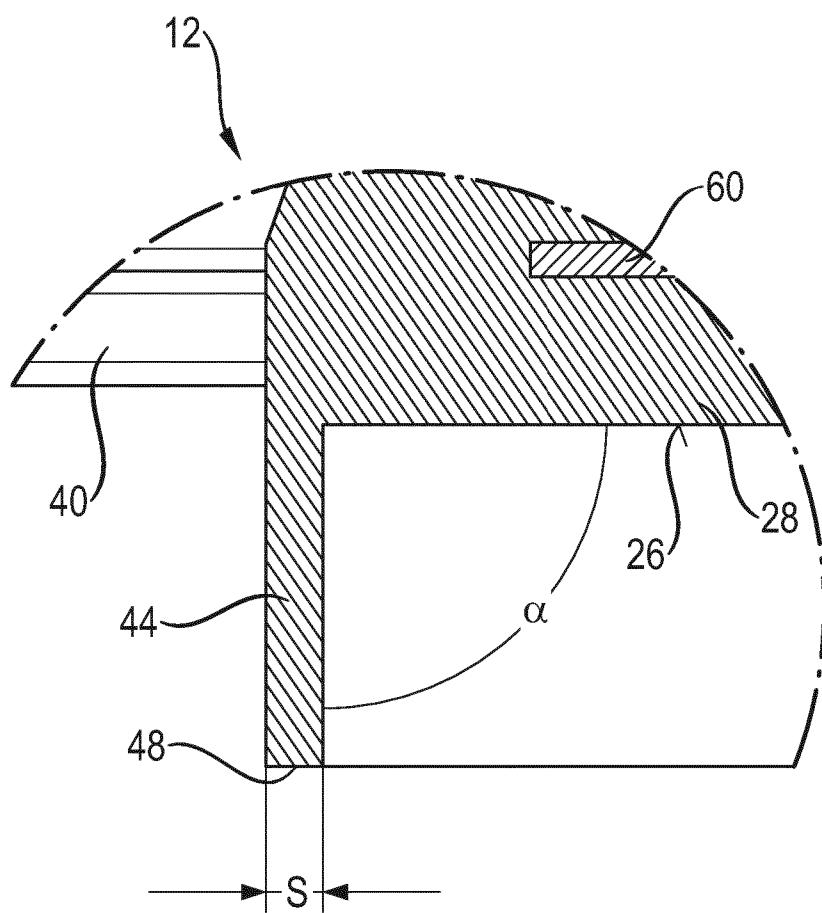
1 / 5

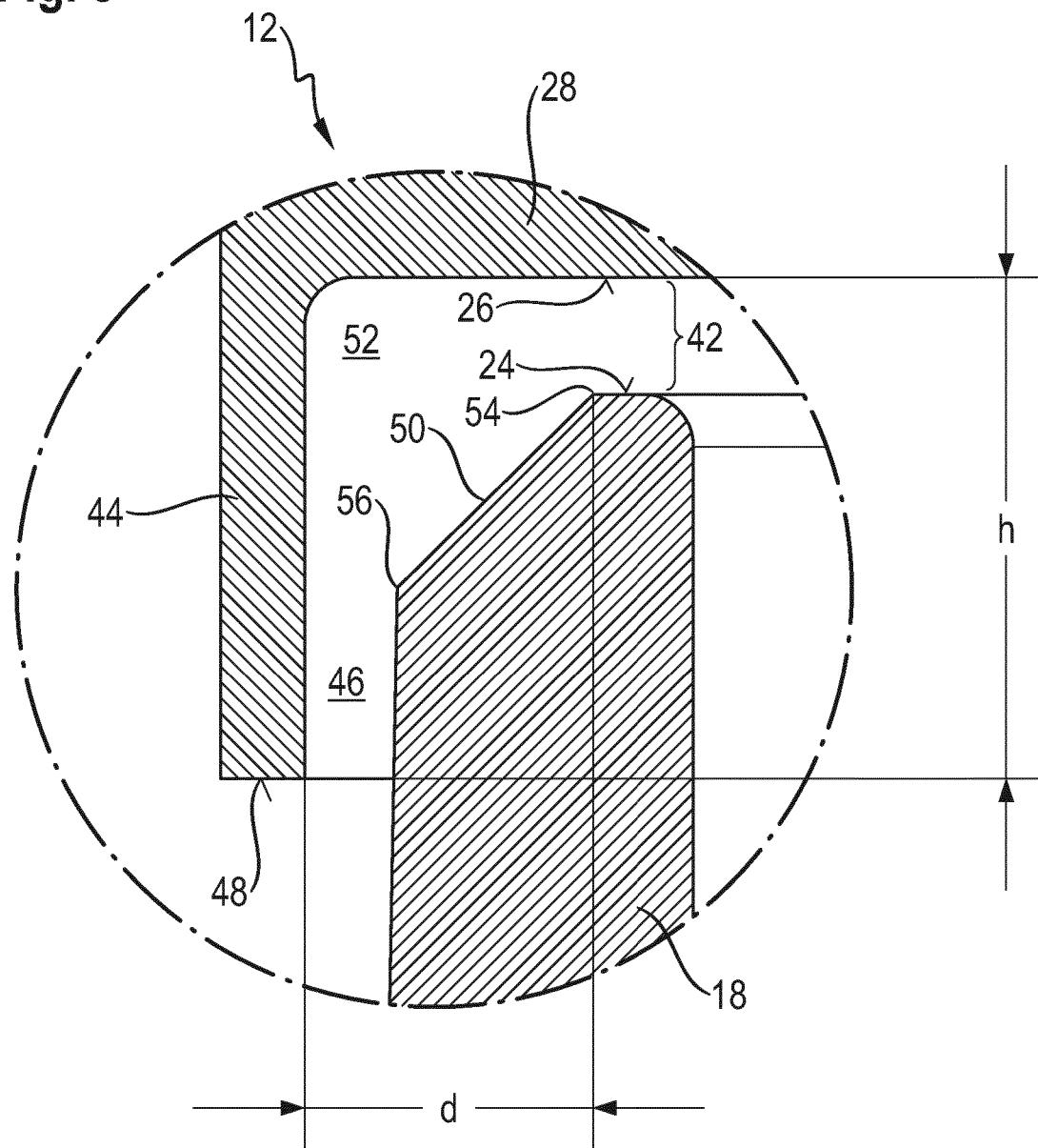
**Fig. 1**



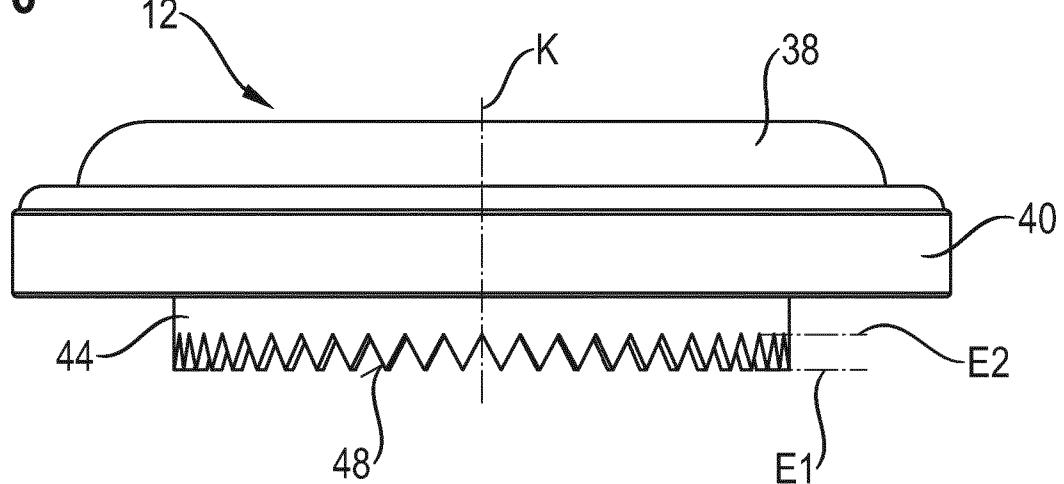
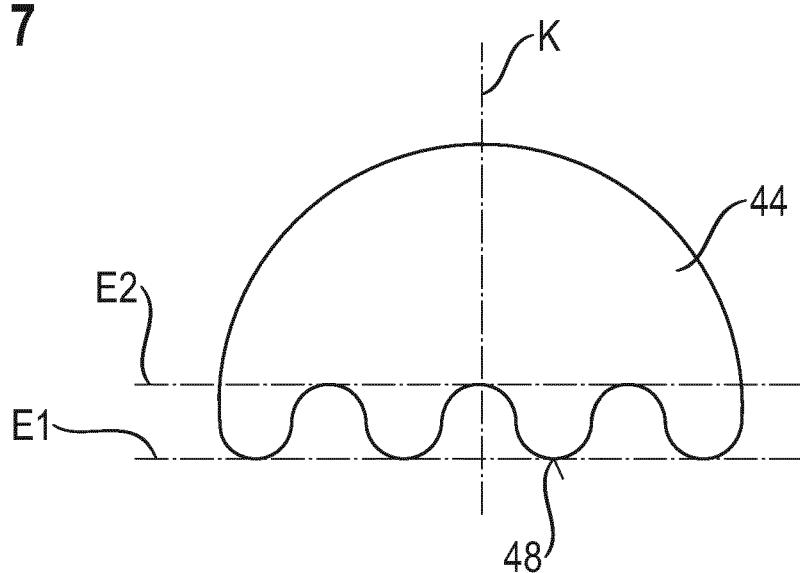
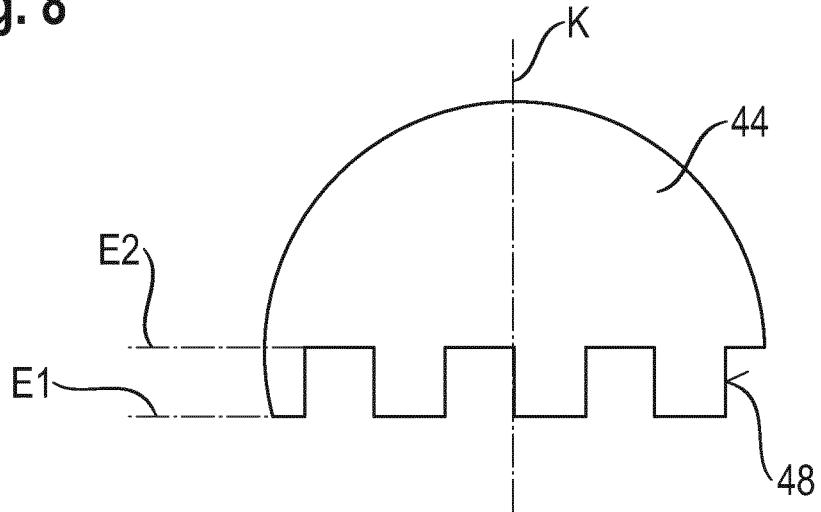
**Fig. 2**

3 / 5

**Fig. 3****Fig. 4**

**Fig. 5**

5 / 5

**Fig. 6****Fig. 7****Fig. 8**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/075952

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER				
INV.	A61M16/20	F16K7/00	A62B9/02	A62B18/10
ADD.				F16K15/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61M F16K A62B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 823 828 A (MCGINNIS GERALD E [US]) 25 April 1989 (1989-04-25)	1,6-14, 17,18
Y	figure 1 und 2	15,16
A	column 1, line 5 - line 12 column 3, line 21 - column 5, line 50 -----	2-5
X	US 3 608 574 A (BEAUSSANT RAYMOND) 28 September 1971 (1971-09-28)	1,6-18
Y	figure 1 und 5	15,16
A	column 1, line 67 - column 2, line 33 column 3, line 10 - line 27 -----	2-5
X	US 4 699 137 A (SCHROEDER GERHARDT P [US]) 13 October 1987 (1987-10-13)	1,6-14, 17,18
A	figure 2 column 2, line 20 - column 4, line 19 -----	2-5
		-/-

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
3 January 2018	08/02/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Cecchini, Stefano

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2017/075952
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/028938 A2 (EMERGENCY PULMONARY CARE B V [NL]; LUGTIGHEID GERARDUS WILHELMUS [NL]) 5 March 2009 (2009-03-05) figures 5 und 10-12 page 11, line 6 - line 21 page 14, line 3 - page 17, line 26 -----	1,6-14, 17,18
A	page 11, line 6 - line 21 page 14, line 3 - page 17, line 26 -----	2-5
X	WO 2015/136407 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 17 September 2015 (2015-09-17) figure 3 und 5 paragraph [0029] - paragraph [0033] -----	1,6-14, 17,18
A	figure 3 und 5 paragraph [0029] - paragraph [0033] -----	2-5
X	EP 0 669 141 A2 (ADAHAN CARMELI [IL]) 30 August 1995 (1995-08-30) figure 3 column 6, line 11 - column 8, line 24 -----	1,6-14, 17,18
A	figure 3 column 6, line 11 - column 8, line 24 -----	2-5
X	US 4 611 591 A (INUI KOICHI [JP] ET AL) 16 September 1986 (1986-09-16) figure 1 column 2, line 52 - line 68 -----	1,6-14, 17,18
A	figure 1 column 2, line 52 - line 68 -----	2-5
X	WO 99/59517 A1 (PULMONETIC SYSTEMS INC [US]) 25 November 1999 (1999-11-25) figure 1a und 5 page 3, line 10 - line 16 -----	1,6-14, 17,18
A	figure 1a und 5 page 3, line 10 - line 16 -----	2-5
X	US 5 704 348 A (DREWS RALF [DE]) 6 January 1998 (1998-01-06) figure 1 column 2, line 29 - line 47 -----	1,6-14, 17,18
A	figure 1 column 2, line 29 - line 47 -----	2-5
X	US 4 406 302 A (OLESEN RUSSELL [US]) 27 September 1983 (1983-09-27) figure 6 column 6, line 18 - column 7, line 4 -----	1,6-14, 17,18
A	figure 6 column 6, line 18 - column 7, line 4 -----	2-5
X	EP 0 158 553 A1 (INTERTECHNIQUE SA [FR]) 16 October 1985 (1985-10-16) figure 1 und 2 page 3, line 20 - page 5, line 16 -----	1,6-14, 17,18
A	figure 1 und 2 page 3, line 20 - page 5, line 16 -----	2-5
X	WO 98/41274 A1 (NELLCOR PURITAN BENNETT INC [US]) 24 September 1998 (1998-09-24) figure 1 page 8, line 1 - line 33 -----	1,6-14, 17,18
A	figure 1 page 8, line 1 - line 33 -----	2-5
X	EP 0 144 501 A2 (DRAEGERWERK AG [DE]) 19 June 1985 (1985-06-19) figure 1 page 4, line 24 - page 6, line 8 -----	1,6-14, 17,18
A	figure 1 page 4, line 24 - page 6, line 8 -----	2-5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/075952

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4823828	A	25-04-1989	NONE		
US 3608574	A	28-09-1971	DE 1814300 A1 FR 1557809 A GB 1214907 A US 3608574 A		25-09-1969 21-02-1969 09-12-1970 28-09-1971
US 4699137	A	13-10-1987	NONE		
WO 2009028938	A2	05-03-2009	BR PI0816135 A2 CA 2697362 A1 CN 101836021 A EP 2191179 A2 JP 2010537148 A KR 20100087079 A NL 1034284 C2 RU 2010111148 A US 2011168180 A1 WO 2009028938 A2		24-02-2015 05-03-2009 15-09-2010 02-06-2010 02-12-2010 03-08-2010 25-02-2009 27-09-2011 14-07-2011 05-03-2009
WO 2015136407	A1	17-09-2015	CN 106102813 A EP 3116578 A1 JP 2017506964 A US 2017014594 A1 WO 2015136407 A1		09-11-2016 18-01-2017 16-03-2017 19-01-2017 17-09-2015
EP 0669141	A2	30-08-1995	CA 2143161 A1 CN 1118699 A DE 69529005 D1 DE 69529005 T2 EP 0669141 A2 JP 4456143 B2 JP H08317979 A JP 2005199080 A JP 2007330821 A US 5484270 A US 5683232 A US 6073630 A		29-08-1995 20-03-1996 16-01-2003 21-08-2003 30-08-1995 28-04-2010 03-12-1996 28-07-2005 27-12-2007 16-01-1996 04-11-1997 13-06-2000
US 4611591	A	16-09-1986	NONE		
WO 9959517	A1	25-11-1999	AT 419824 T AT 517602 T BR 9910456 A CY 1112380 T1 DK 2044921 T3 EP 1077666 A1 EP 2044921 A1 ES 2367351 T3 JP 4087562 B2 JP 2002515297 A PT 2044921 E US 6102038 A WO 9959517 A1		15-01-2009 15-08-2011 04-09-2001 09-12-2015 29-08-2011 28-02-2001 08-04-2009 02-11-2011 21-05-2008 28-05-2002 27-09-2011 15-08-2000 25-11-1999
US 5704348	A	06-01-1998	DE 19611556 C1 US 5704348 A		28-05-1997 06-01-1998

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/075952

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
US 4406302	A 27-09-1983	JP S5829466 A	MX 157286 A	US 4406302 A	21-02-1983 11-11-1988 27-09-1983
EP 0158553	A1 16-10-1985	DE 3562557 D1	EP 0158553 A1	FR 2563739 A1	16-06-1988 16-10-1985 08-11-1985
WO 9841274	A1 24-09-1998	AT 252930 T	AU 6440498 A	CA 2284082 A1	15-11-2003 12-10-1998 24-09-1998
		DE 69819310 D1	DE 69819310 T2	JP 4336823 B2	04-12-2003 22-07-2004 30-09-2009
		JP 2001525690 A	US 5771884 A	WO 9841274 A1	11-12-2001 30-06-1998 24-09-1998
EP 0144501	A2 19-06-1985	DE 3341711 A1	EP 0144501 A2	JP S6341587 B2	30-05-1985 19-06-1985 17-08-1988
		JP S60119961 A	US 4694825 A		27-06-1985 22-09-1987

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/075952

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. A61M16/20	F16K7/00	A62B9/02	A62B18/10	F16K15/14
ADD.				

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

A61M F16K A62B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 823 828 A (MCGINNIS GERALD E [US]) 25. April 1989 (1989-04-25)	1,6-14, 17,18
Y	Abbildung 1 und 2	15,16
A	Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 12 Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 5, Zeile 50 -----	2-5
X	US 3 608 574 A (BEAUSSANT RAYMOND) 28. September 1971 (1971-09-28)	1,6-18
Y	Abbildung 1 und 5	15,16
A	Spalte 1, Zeile 67 - Spalte 2, Zeile 33 Spalte 3, Zeile 10 - Zeile 27 -----	2-5
X	US 4 699 137 A (SCHROEDER GERHARDT P [US]) 13. Oktober 1987 (1987-10-13)	1,6-14, 17,18
A	Abbildung 2 Spalte 2, Zeile 20 - Spalte 4, Zeile 19 -----	2-5
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
3. Januar 2018	08/02/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Cecchini, Stefano
--	--

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/075952

**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/028938 A2 (EMERGENCY PULMONARY CARE B V [NL]; LUGTIGHEID GERARDUS WILHELMUS [NL]) 5. März 2009 (2009-03-05)	1,6-14, 17,18
A	Abbildungen 5 und 10-12 Seite 11, Zeile 6 - Zeile 21 Seite 14, Zeile 3 - Seite 17, Zeile 26 -----	2-5
X	WO 2015/136407 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 17. September 2015 (2015-09-17)	1,6-14, 17,18
A	Abbildung 3 und 5 Absatz [0029] - Absatz [0033] -----	2-5
X	EP 0 669 141 A2 (ADAHAN CARMELI [IL]) 30. August 1995 (1995-08-30)	1,6-14, 17,18
A	Abbildung 3 Spalte 6, Zeile 11 - Spalte 8, Zeile 24 -----	2-5
X	US 4 611 591 A (INUI KOICHI [JP] ET AL) 16. September 1986 (1986-09-16)	1,6-14, 17,18
A	Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 52 - Zeile 68 -----	2-5
X	WO 99/59517 A1 (PULMONETIC SYSTEMS INC [US]) 25. November 1999 (1999-11-25)	1,6-14, 17,18
A	Abbildung 1a und 5 Seite 3, Zeile 10 - Zeile 16 -----	2-5
X	US 5 704 348 A (DREWS RALF [DE]) 6. Januar 1998 (1998-01-06)	1,6-14, 17,18
A	Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 29 - Zeile 47 -----	2-5
X	US 4 406 302 A (OLESEN RUSSELL [US]) 27. September 1983 (1983-09-27)	1,6-14, 17,18
A	Abbildung 6 Spalte 6, Zeile 18 - Spalte 7, Zeile 4 -----	2-5
X	EP 0 158 553 A1 (INTERTECHNIQUE SA [FR]) 16. Oktober 1985 (1985-10-16)	1,6-14, 17,18
A	Abbildung 1 und 2 Seite 3, Zeile 20 - Seite 5, Zeile 16 -----	2-5
X	WO 98/41274 A1 (NELLCOR PURITAN BENNETT INC [US]) 24. September 1998 (1998-09-24)	1,6-14, 17,18
A	Abbildung 1 Seite 8, Zeile 1 - Zeile 33 -----	2-5
X	EP 0 144 501 A2 (DRAEGERWERK AG [DE]) 19. Juni 1985 (1985-06-19)	1,6-14, 17,18
A	Abbildung 1 Seite 4, Zeile 24 - Seite 6, Zeile 8 -----	2-5

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/075952

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4823828	A	25-04-1989	KEINE		
US 3608574	A	28-09-1971	DE 1814300 A1 FR 1557809 A GB 1214907 A US 3608574 A		25-09-1969 21-02-1969 09-12-1970 28-09-1971
US 4699137	A	13-10-1987	KEINE		
WO 2009028938	A2	05-03-2009	BR PI0816135 A2 CA 2697362 A1 CN 101836021 A EP 2191179 A2 JP 2010537148 A KR 20100087079 A NL 1034284 C2 RU 2010111148 A US 2011168180 A1 WO 2009028938 A2		24-02-2015 05-03-2009 15-09-2010 02-06-2010 02-12-2010 03-08-2010 25-02-2009 27-09-2011 14-07-2011 05-03-2009
WO 2015136407	A1	17-09-2015	CN 106102813 A EP 3116578 A1 JP 2017506964 A US 2017014594 A1 WO 2015136407 A1		09-11-2016 18-01-2017 16-03-2017 19-01-2017 17-09-2015
EP 0669141	A2	30-08-1995	CA 2143161 A1 CN 1118699 A DE 69529005 D1 DE 69529005 T2 EP 0669141 A2 JP 4456143 B2 JP H08317979 A JP 2005199080 A JP 2007330821 A US 5484270 A US 5683232 A US 6073630 A		29-08-1995 20-03-1996 16-01-2003 21-08-2003 30-08-1995 28-04-2010 03-12-1996 28-07-2005 27-12-2007 16-01-1996 04-11-1997 13-06-2000
US 4611591	A	16-09-1986	KEINE		
WO 9959517	A1	25-11-1999	AT 419824 T AT 517602 T BR 9910456 A CY 1112380 T1 DK 2044921 T3 EP 1077666 A1 EP 2044921 A1 ES 2367351 T3 JP 4087562 B2 JP 2002515297 A PT 2044921 E US 6102038 A WO 9959517 A1		15-01-2009 15-08-2011 04-09-2001 09-12-2015 29-08-2011 28-02-2001 08-04-2009 02-11-2011 21-05-2008 28-05-2002 27-09-2011 15-08-2000 25-11-1999
US 5704348	A	06-01-1998	DE 19611556 C1 US 5704348 A		28-05-1997 06-01-1998

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/075952

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4406302	A	27-09-1983	JP	S5829466 A		21-02-1983
			MX	157286 A		11-11-1988
			US	4406302 A		27-09-1983
<hr/>						
EP 0158553	A1	16-10-1985	DE	3562557 D1		16-06-1988
			EP	0158553 A1		16-10-1985
			FR	2563739 A1		08-11-1985
			US	4616646 A		14-10-1986
<hr/>						
WO 9841274	A1	24-09-1998	AT	252930 T		15-11-2003
			AU	6440498 A		12-10-1998
			CA	2284082 A1		24-09-1998
			DE	69819310 D1		04-12-2003
			DE	69819310 T2		22-07-2004
			EP	0968024 A1		05-01-2000
			JP	4336823 B2		30-09-2009
			JP	2001525690 A		11-12-2001
			US	5771884 A		30-06-1998
			WO	9841274 A1		24-09-1998
<hr/>						
EP 0144501	A2	19-06-1985	DE	3341711 A1		30-05-1985
			EP	0144501 A2		19-06-1985
			JP	S6341587 B2		17-08-1988
			JP	S60119961 A		27-06-1985
			US	4694825 A		22-09-1987