



(11) **EP 2 082 138 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**04.08.2010 Patentblatt 2010/31**

(51) Int Cl.:  
**F15B 21/04<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **08707762.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2008/001260**

(22) Anmeldetag: **19.02.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2008/110252 (18.09.2008 Gazette 2008/38)**

(54) **DRUCKLUFT-SCHALLDÄMPFER FÜR PNEUMATISCHE ANWENDUNGEN**

PRESSURIZED AIR MUFFLER FOR PNEUMATIC APPLICATIONS

AMORTISSEUR SONORE A AIR COMPRIME DESTINE A DES APPLICATIONS PNEUMATIQUES

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **09.03.2007 DE 102007011455**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**29.07.2009 Patentblatt 2009/31**

(73) Patentinhaber: **FESTO AG & Co. KG**  
**73734 Esslingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **NEEF, Bodo**  
**73765 Neuhausen (DE)**

• **BAUMANN, Frank**  
**73269 Hochdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Abel, Martin**  
**Patentanwälte**  
**Magenbauer & Kollegen**  
**Plochinger Strasse 109**  
**73730 Esslingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 794 324** **DE-A1- 3 111 383**  
**DE-A1- 3 130 292** **DE-A1- 10 011 023**  
**DE-A1- 19 825 151** **DE-U1- 20 205 068**  
**DE-U1-202004 005 746** **FR-A- 2 275 645**  
**JP-A- 2005 344 640**

**EP 2 082 138 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Druckluft-Schalldämpfer für pneumatische Anwendungen, mit einer Schallabsorptionseinrichtung, die von einem Luftführungskanal durchsetzt ist, der von einem Längenabschnitt eines hindernisfrei zwischen einem Lufteinlass und einem zur Atmosphäre ausmündenden Luftauslass verlaufenden Luftdurchtrittskanal gebildet ist.

**[0002]** Ein aus der DE 20205068 U1 bekannter Druckluft-Schalldämpfer dieser Art enthält eine aus einem porösen Material bestehende Schallabsorptionseinrichtung, die von einem Luftdurchtrittskanal durchsetzt ist, der über eine stirnseitige Luftaustrittsöffnung zur Atmosphäre ausmündet. Im Betrieb ist der Druckluft-Schalldämpfer an ein pneumatisches Gerät angeschlossen, beispielsweise an den Ausgang einer Ejektoreinrichtung, wobei er eine Dämpfung des Ausströmgeräusches der Druckluft bewirkt. Die schalldämpfende Wirkung basiert überwiegend auf einer Absorption der Schallenergie in der Schallabsorptionseinrichtung. Der durchgängige Luftdurchtrittskanal erlaubt einen ungehinderten Durchtritt der Druckluft und verhindert somit eine Verschmutzung des Schalldämpfmateri- als. In der Druckluft enthaltene Verunreinigungen werden durch den Luftführungskanal hindurch zur Atmosphäre ausgestoßen.

**[0003]** Problematisch ist der Einsatz des bekannten Druckluft-Schalldämpfers allerdings in Verbindung mit hohem Druckluftdurchfluss. Die sich hier ergebenden hohen Strömungsgeschwindigkeiten können ein relativ lautes Pfeifgeräusch hervorrufen. Deshalb eignet sich der bekannte Druckluft-Schalldämpfer vorwiegend für Anwendungen mit moderaten Strömungsgeschwindigkeiten.

**[0004]** In der DE 20 2004 005 746 U1 hat man bereits versucht, diesem Problem durch eine Verlängerung des Schalldämpfers entgegenzuwirken. Hierzu kann an ein Grundmodul eine beliebige Anzahl von Ergänzungsmodulen angesetzt werden. Dies führt allerdings zu relativ großen Baulängen, die nicht bei allen Anwendungen tolerierbar sind.

**[0005]** Bei einem aus der DE 31 11 383 A1 bekannten Schalldämpfer hat man der Schallabsorptionseinrichtung eine Prallplatte vorgelagert, um stromauf der Schallabsorptionseinrichtung eine Expansionskammer zu schaffen, die eine anfängliche Schalldämpfungsstufe bewirkt. Hier besteht allerdings eine erhöhte Verschmutzungsgefahr für die Schallabsorptionseinrichtung, da diese aus einem dichtgepackten Schalldämpfmateri- als besteht, das der Druckluft keinen speziellen Luftführungskanal zur Verfügung stellt.

**[0006]** Die DE 100 11 023 A1 offenbart einen Schalldämpfer, der über keinerlei Schalldämm- oder Absorptionsmaterial verfügt. Die Schalldämpfung basiert hier darauf, dass die Druckluft mehrfach umgelenkt wird und durch einen Durchlassbereich hindurch von einer Eintrittskammer in eine Austrittskammer überströmt, der zur Eintrittsöffnung seitlich versetzt ist.

**[0007]** Aus der DE 198 25 151 A1 ist ein Schalldämpfer bekannt, der durchgängig mit Dämpfungsmaterial ausgekleidet ist und zahlreiche Zwischenwände mit versetzten Öffnungen aufweist. Am Ausgang des Schalldämpfers befindet sich als Hindernis im Luftführungskanal ein poröses Filtermaterial, das im Laufe der Zeit verschmutzen und die Leistung des Schalldämpfers herabsetzen kann.

**[0008]** Ein aus der DE 31 30 292 C2 bekannter Schalldämpfer ist stirnseitig komplett verschlossen und enthält einen hülsenförmigen Dämpfereinsatz, durch den die Druckluft hindurchtritt. Auch hier wird die Leistung allmählich abnehmen, weil der Dämpfereinsatz wie ein Filter wirkt und durch in der Druckluft mitgeführte Verunreinigungen verschmutzen kann.

**[0009]** Eine Aufgabe der Erfindung besteht somit darin, einen trotz moderater Baulänge auch bei hohen Strömungsraten der Druckluft eine wirksame Schalldämpfung hervorrufenden Druckluft-Schalldämpfer zu schaffen.

**[0010]** Zur Lösung dieser Aufgabe sind bei einem Druckluft-Schalldämpfer der eingangs genannten Art zusätzliche Schalldämpfungsmittel vorhanden, die eine sich luftauslassseitig an die Schallabsorptionseinrichtung anschließende, einen größeren Querschnitt als die Luftaustrittsöffnung des Luftführungskanals aufweisende Expansionskammer aufweisen, deren der Luftaustrittsöffnung gegenüberliegende Abschlusswand von mindestens einem überlappungsfrei seitlich versetzt zu der Luftaustrittsöffnung angeordneten Luftauslasskanal durchsetzt ist und eine der Expansionskammer zugewandte Schallabsorptionsschicht sowie eine die Schallabsorptionsschicht an ihrer der Expansionskammer abgewandten Rückseite flankierende Schallreflexionsschicht aufweist.

**[0011]** In der dem Luftaustrittskanal nachgeordneten Expansionskammer kann eine Expansion und Verwirbelung der Druckluft auftreten, was eine Herabsetzung der Strömungsgeschwindigkeit bewirkt. Die zur Luftaustrittsöffnung des Luftführungskanals quer versetzte Anordnung des mindestens einen Luftauslasskanals verhindert in diesem Zusammenhang einen geradlinigen Durchgang der Druckluft. Der durch die strömende Druckluft verursachte Schall wird außer in der den Luftführungskanal umgebenden Schallabsorptionseinrichtung auch in der zur Abschlusswand der Expansionskammer gehörenden Schallabsorptionsschicht absorbiert, wobei die dieser nachgeordnete Schallreflexionsschicht einen mehrfachen Schalldurchgang durch die Schallabsorptionsschicht hervorruft, was eine besonders wirksame Geräuschminderung verursacht. Versuche haben ergeben, dass mit dem erfindungsgemäßen Druckluft-Schalldämpfer trotz relativ kurzer Baulänge auch bei relativ hohen Strömungsgeschwindigkeiten der Druckluft eine äußerst wirksame Schalldämpfung erzielbar ist. Bei alledem ermöglicht der Schalldämpfer eine kostengünstige Herstellung.

**[0012]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ge-

hen aus den Unteransprüchen hervor.

**[0013]** Der mindestens eine Luftauslasskanal verläuft bevorzugt parallel zur Längsachse des insbesondere einen geradlinigen Verlauf aufweisenden Luftführungskanals.

**[0014]** Die beste Wirksamkeit des Schalldämpfers hat sich bei Verwendung eines einzigen, die Abschlusswand der Expansionskammer durchsetzenden Luftauslasskanals erwiesen. Gleichwohl wäre es prinzipiell möglich, beabstandet zueinander mehrere solcher zur Luftaustrittsöffnung versetzter Luftauslasskanäle in der Abschlusswand der Expansionskammer auszubilden.

**[0015]** Am besten wirksam ist die Schallabsorptionsschicht der Abschlusswand, wenn sie an ihrer der Expansionskammer zugewandten Vorderseite frei liegt, so dass die Schallwellen aus der Expansionskammer ungehindert eintreten können.

**[0016]** Für die Schallreflexionsschicht sind unterschiedliche Gestaltungen vorstellbar. Sie kann abgesehen von dem mindestens einen Luftauslasskanal vollständig geschlossen sein. Aber auch bei einer in weiteren Zonen luftdurchlässigen und mithin auch schalldurchlässigen Ausgestaltung stellt sich noch ein wirksames Reflexionsverhalten ein. Beispielsweise wäre es denkbar, die Schallreflexionsschicht in Gestalt einer feinen Gitterstruktur auszuführen. Ungeachtet eventueller Durchbrechungen in der Schallreflexionsschicht hat es sich allerdings als zweckmäßig erwiesen, zumindest den der Luftaustrittsöffnung des Luftführungskanals gegenüberliegenden Bereich geschlossen auszubilden. Hierbei handelt es sich insbesondere um den mittigen Bereich der Schallreflexionsschicht.

**[0017]** In Verbindung mit einer mittig in die Expansionskammer einmündenden Luftaustrittsöffnung ist es von Vorteil, wenn der die Abschlusswand durchsetzende mindestens eine Luftauslasskanal im äußeren Randbereich in die Expansionskammer einmündet.

**[0018]** In Verbindung mit der der Schallabsorptionseinrichtung nachgeordneten Expansionskammer hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn der in die Expansionskammer einmündende ausgangsseitige Kanalabschnitt des Luftführungskanals kürzer ist und einen kleineren Querschnitt aufweist als ein sich stromauf anschließender eingangsseitiger Kanalabschnitt. Verunreinigungen werden hierbei besonders wirksam ausgestoßen, wenn zwischen den beiden Kanalabschnitten ein sich allmählich verjüngender konischer Übergangabschnitt ausgebildet ist.

**[0019]** Für die Schallabsorptionseinrichtung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, den Außenumfang zumindest teilweise nicht abzudecken, sodass Anteile der in den Luftführungskanal eintretenden Druckluft radial durch die Schallabsorptionseinrichtung hindurch zur Umgebung austreten können. Die Schallabsorptionseinrichtung kann komplett unabgedeckt ausgebildet oder beispielsweise von einem mechanische Beeinträchtigungen verhindernden Gehäuse käfigartig umschlossen sein.

**[0020]** Die Schallabsorptionsschicht und die Schallreflexionsschicht können stoffschlüssig miteinander verbunden sein, beispielsweise durch Verkleben oder gegenseitiges Anformen bei ihrer Herstellung. Daneben besteht die vorteilhafte Möglichkeit einer Realisierung in Gestalt zweier eigenständiger Wandelemente der Abschlusswand, die insbesondere mit gegenseitigem Kontakt unmittelbar aufeinanderfolgend angeordnet sind. Eine plattenförmige Gestaltung bietet sich hier besonders an, insbesondere scheibenartig mit kreisförmiger Außenkontur.

**[0021]** Der Druckluft-Schalldämpfer kann modular ausgebildet sein, was unter Umständen auch eine Nachrüstung bestehender, konventioneller Schalldämpfer ermöglicht. Die Expansionskammer mit der Abschlusswand sind Bestandteil eines Ergänzungsmoduls, das an ein die Schallabsorptionseinrichtung enthaltendes Grundmodul ansetzbar oder angesetzt ist. Die Befestigung kann beispielsweise durch eine Schraubverbindung oder vorzugsweise eine Rastverbindung bewirkt werden.

**[0022]** Ein besonders einfach realisierbares Ergänzungsmodul enthält zwei unter Bildung einer Traghülse längsseits aneinandergesetzte Schalenelemente, in denen ein die Schallabsorptionsschicht bildendes plattenförmiges Schallabsorptionselement in dazu bestimmten Aufnahmen gehalten ist. Auch die Schallreflexionsschicht kann in dieser Weise installiert sein, setzt sich jedoch vorzugsweise aus schottartig nach radial innen ragenden, mit den Schalenelementen integralen Wandabschnitten zusammen, die sich zu der Reflexionsschicht ergänzen. Für den sicheren Zusammenhalt der Traghülse kann eine darübergesteckte Befestigungshülse vorgesehen sein, über die zweckmäßigerweise auch die Befestigung am Grundmodul stattfindet.

**[0023]** Die zusätzlichen Schalldämpfungsmittel können zur Verwirklichung einer mehrstufigen Schalldämpfung ausgeführt sein. Hierbei kann sich als weitere Stufe an die Abschlusswand der Expansionskammer eine weitere Expansionskammer anschließen, die von einer weiteren Abschlusswand begrenzt ist, welche durch mindestens einen zu dem Luftauslasskanal versetzten weiteren Luftauslasskanal durchsetzt ist. Die weitere Abschlusswand enthält eine für den in die weitere Expansionskammer eindringenden Schall zugängliche Schallabsorptionsschicht. Bei Bedarf können mehrere solcher weiterer Schalldämpfeinheiten hintereinandergeschaltet werden, wobei allerdings Versuche gezeigt haben, dass mit nur einer weiteren Schalldämpfeinheit ein bestmöglicher Kompromiss zwischen Schalldämpfung und Baulänge des Schalldämpfers erzielt wird.

**[0024]** Zweckmäßigerweise sind sämtliche Schalldämpfeinheiten der zusätzlichen Schalldämpfungsmittel in ein und demselben Ergänzungsmodul zusammengefasst. Gleichwohl ist aber auch ein modularer Aufbau denkbar, indem mehrere jeweils mindestens eine Schalldämpfeinheit umfassende Ergänzungsmodule vorhanden sind, die in beliebiger Anzahl aneinandergereiht wer-

den können.

**[0025]** Der Druckluft-Schalldämpfer führt trotz der einen Luftdurchtrittskanal für die Druckluft bereitstellenden offenen Variante auch bei hohem Luftdurchsatz zu einem relativ geringen Schalldruckpegel. Hinzu kommt ein Selbstreinigungseffekt, der dadurch bedingt ist, dass Verunreinigungen wie Schmutzpartikel oder Aerosole durch den offenen Luftdurchtrittskanal hindurch an die Atmosphäre ausgestoßen werden. Universelle Einsatzmöglichkeiten sind denkbar, beispielsweise ein Schalldämpfer-Baukasten, wobei mit einer Schallabsorptionseinrichtung ausgestattete Grundmodule nach Bedarf mit Ergänzungsmodulen ausrüstbar sind. Der Schalldämpfer kann insgesamt mit verhältnismäßig kleinen Abmessungen und mit einer geringen Anzahl von Bauteilen verwirklicht werden.

**[0026]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Figur 1 eine Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckluft-Schalldämpfers,

Figur 2 eine Stirnansicht des Druckluft-Schalldämpfers mit Blickrichtung gemäß Pfeil II aus Figur 1,

Figur 3 einen Längsschnitt durch den Druckluft-Schalldämpfer gemäß Schnittlinie III-III aus Figur 2,

Figur 4 den Druckluft-Schalldämpfer in einer Explosionsdarstellung, wobei eine bevorzugt zum Einsatz kommende Traghülse eines Ergänzungsmoduls sowohl im zusammengebauten als auch im noch getrennten Zustand gezeigt ist,

Figur 5 die Anordnung aus Figur 4 aus einem anderen Blickwinkel und

Figur 6 ein Schalenelement der Traghülse in einer perspektivischen Einzeldarstellung.

**[0027]** In der Zeichnung ist strichpunktiert ein Abschnitt eines pneumatischen Gerätes 1 angedeutet, das bei seinem Betrieb von Druckluft durchströmt wird, die das Gerät über einen Auslasskanal 2 verlässt. Bei dem pneumatischen Gerät 1 kann es sich beispielsweise um ein Ventil, um eine zur Erzeugung von Unterdruck einsetzbare Ejektoranlage oder um einen pneumatischen Antrieb handeln. Diese Aufzählung ist nicht als abschließend zu verstehen.

**[0028]** Um das Geräusch der durch den Auslasskanal 2 ausströmenden Druckluft zu dämpfen, ist an den Endabschnitt des Auslasskanals 2 ein erfindungsgemäßer Druckluft-Schalldämpfer 3 angeschlossen. Dieser weist an einem Ende einen Befestigungsabschnitt 4 auf, der

insbesondere zur lösbaren Befestigung an dem pneumatischen Gerät 1 geeignet ist. Exemplarisch handelt es sich um einen mit einem Außengewinde versehenen Gewindeabschnitt, der in den Auslasskanal 2 lösbar eingeschraubt werden kann.

**[0029]** Der im Folgenden aus Gründen der Vereinfachung nur als "Schalldämpfer" bezeichnete Druckluft-Schalldämpfer 3 verfügt über eine längliche Gestalt, wobei er an seiner einen Stirnseite - im Bereich des Befestigungsabschnittes 4 - einen Lufteinlass 5 aufweist und an der entgegengesetzten Stirnseite einen Luftauslass 6. Seine äußere Gestalt ist zweckmäßigerweise im Wesentlichen zylindrisch.

**[0030]** Durch den Schalldämpfer 3 hindurch verläuft zwischen dem Lufteinlass 5 und dem Luftauslass 6 ein Luftdurchtrittskanal 7. Die im Betrieb des pneumatischen Gerätes 1 auslassseitig anfallende Druckluft tritt über den Lufteinlass 5 in den Schalldämpfer 3 ein, durchströmt anschließend hindernisfrei den Luftdurchtrittskanal 7 und verlässt den Schalldämpfer schließlich zum größten Teil wieder über den Luftauslass 6.

**[0031]** Der Schalldämpfer 3 ist modular aufgebaut. Er verfügt über einen Lufteinlass 5 aufweisendes Grundmodul 8 und ein an der dem Befestigungsabschnitt 4 entgegengesetzten Stirnseite daran, insbesondere lösbar, angesetztes, den Luftauslass 6 aufweisendes Ergänzungsmodul 9. Das Grundmodul 8 ist mit ersten Schalldämpfungsmitteln 12 ausgestattet, das Ergänzungsmodul 9 enthält den ersten Schalldämpfungsmitteln 12 wirkungsmäßig nachgeschaltete zusätzliche zweite Schalldämpfungsmittel 13.

**[0032]** Die ersten Schalldämpfungsmittel 12 des Grundmoduls 8 bestehen aus einer beispielsweise patronenförmigen Schallabsorptionseinrichtung 14. Hierbei handelt es sich um ein längliches Gebilde, das aus einem schallabsorbierenden Material besteht, insbesondere aus einem luftdurchlässigen porösen Material, beispielsweise ein Sintermaterial. Allerdings wird nicht das gesamte Volumen der Schallabsorptionseinrichtung 14 von diesem schallabsorbierenden Material eingenommen. Es ist vielmehr so, dass die Schallabsorptionseinrichtung 14 in Richtung ihrer Längsachse linear von einem einen Längenschnitt des Luftdurchtrittskanals 7 bildenden Luftführungskanal 15 durchsetzt ist, der von der Druckluft durchströmt werden kann und um den herum sich eine aus schallabsorbierendem Material bestehende und zugleich luftdurchlässige Wandung erstreckt.

**[0033]** Der Luftführungskanal 15 besitzt eine dem Lufteinlass 5 zugewandte und mit diesem koaxial fluchtende Lufteintrittsöffnung 16. Ihr entgegengesetzt endet der Luftführungskanal 15 mit einer axial orientierten, bevorzugt mittig in der Querschnittsfläche der Schallabsorptionseinrichtung 14 angeordneten Luftaustrittsöffnung 17.

**[0034]** Die über den Lufteinlass 5 eintretende Druckluft kann die Schallabsorptionseinrichtung 14 axial ungehindert durchströmen. Ein gewisser Anteil der Druckluft tritt allerdings auch umfangsseitig radial aus der Schallabsorptionseinrichtung 14 zur Atmosphäre aus, nachdem

sie deren umfangsseitige, poröse Wandung durchströmt hat. Dies hängt damit zusammen, dass die Schallabsorptionseinrichtung 14 an ihrem Außenumfang 18 zumindest teilweise ungedeckt ist und freie Verbindung zur Atmosphäre hat. Um dies zu realisieren, könnte die Schallabsorptionseinrichtung 14 bei ausreichender Festigkeit am Außenumfang insgesamt abdeckungslos ausgebildet sein. Bevorzugt ist sie allerdings von einem käfigartig strukturierten Hülsenabschnitt 22 eines Grundmodulgehäuses 23 umschlossen, das auch den Befestigungsabschnitt 4 aufweist. Sie kann insbesondere nach Art einer Patrone von der dem Befestigungsabschnitt 4 entgegengesetzten offenen Stirnseite her in den Hülsenabschnitt 22 eingesteckt sein. Der Hülsenabschnitt 22 verfügt über eine Vielzahl um den Außenumfang 18 der Schallabsorptionseinrichtung 14 herum verteilt angeordneter fensterartiger Durchbrechungen 24, die einen Luftaustritt gestatten.

**[0035]** Aus der Druckluftströmung durch den Luftführungskanal 15 hindurch resultierende Schallwellen treten in die Wand der Schallabsorptionseinrichtung 14 ein und werden darin partiell absorbiert. Da die Schallabsorptionseinrichtung 14 nicht in einem geschlossenen Raum untergebracht ist, werden die in das Schallabsorptionsmaterial eindringenden Schallwellen kaum reflektiert und können durch die infolge der fensterartigen Durchbrechungen 24 ungedeckten Bereiche des Außenumfangs 18 zur Umgebung austreten.

**[0036]** Der Luftführungskanal 15 verfügt zweckmäßigerweise über einen sich in der Richtung der gemäß Pfeilen 25 strömenden Druckluft verringernden Querschnitt. Der Luftführungskanal 15 enthält einen von der Lufteintrittsöffnung 16 ausgehenden eingangsseitigen Kanalabschnitt 26 relativ großen Querschnittes, an den sich koaxial ein bis zur Luftaustrittsöffnung 17 verlaufender ausgangsseitiger Kanalabschnitt 27 anschließt, der einen wesentlich geringeren Querschnitt als der eingangsseitige Kanalabschnitt 26 aufweist. Er fällt zweckmäßigerweise auch wesentlich kürzer aus als der eingangsseitige Kanalabschnitt 26.

**[0037]** Ungeachtet dieser Durchmesserabstufung besitzt der Luftführungskanal 15 einen geradlinigen Verlauf, wobei seine Längsachse 28 mit der Längsachse der Schallabsorptionseinrichtung 14 zusammenfällt.

**[0038]** Um im Übergangsbereich zwischen den beiden Kanalabschnitten 26, 27 eine Ablagerung von Verschmutzung zu vermeiden, kann der Luftführungskanal 15 dort einen strichpunktiert angedeuteten konischen Übergangsabschnitt 32 aufweisen.

**[0039]** Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Schallabsorptionseinrichtung 14 becherähnlich gestaltet. Sie enthält eine den eingangsseitigen Kanalabschnitt 26 umschließende, im Wesentlichen hohlzylindrische Seitenwand und einen sich daran anschließenden, von dem ausgangsseitigen Kanalabschnitt 27 durchsetzten Boden.

**[0040]** Der Schalldämpfer 3 ist auch schon ohne das mit den zweiten Schalldämpfungsmitteln 13 ausgestattete Er-

gänzungsmodul 9 wirksam. Wegen des bei hohem Durchsatz auftretenden Ausströmergeräusches der an der Luftaustrittsöffnung 17 austretenden Druckluft empfiehlt sich der alleinige Einsatz des Grundmoduls 8 allerdings nur für Anwendungen mit geringerem bis mittlerem Luftdurchsatz.

**[0041]** Die zweiten Schalldämpfungsmittel 13 enthalten beim Ausführungsbeispiel zwei in dem Ergänzungsmodul 9 zusammengefasste, in Richtung der Längsachse 28 hintereinander angeordnete erste und zweite Schalldämpfungseinheiten 33, 34. Hierbei ist die zweite Schalldämpfungseinrichtung 34 optional, kann aber bei Bedarf auch noch um eine oder mehrere gleichartiger Schalldämpfungseinheiten ergänzt werden.

**[0042]** Die erste Schalldämpfungseinheit 33 enthält eine mehrschichtige erste Abschlusswand 35, die der die Luftaustrittsöffnung 17 aufweisenden Stirnfläche 36 der Schallabsorptionseinrichtung 14 mit geringem Abstand gegenüberliegt, sodass dazwischen eine in Richtung der Längsachse 28 eine nur geringe Höhe aufweisende erste Expansionskammer 37 definiert ist. Der Querschnitt der ersten Expansionskammer 37 quer zu der Längsachse 28 ist wesentlich größer als derjenige der Luftaustrittsöffnung 17, wobei sie zweckmäßigerweise einen kreisförmigen Umriss aufweist. Sie ist koaxial zu der Luftaustrittsöffnung 17 angeordnet, sodass Letztere mittig in die erste Expansionskammer 37 einmündet.

**[0043]** Ein einziger erster Luftauslasskanal 38 durchsetzt die erste Abschlusswand 35, und zwar derart quer zu der Längsachse 28 seitlich versetzt zu der Luftaustrittsöffnung 17, dass er sich mit dieser, in Richtung der Längsachse 28 betrachtet, nicht überlappt. Zweckmäßigerweise ist der erste Luftaustrittskanal zu der Luftaustrittsöffnung 17 beabstandet, wobei der Abstand ein Mehrfaches des Kanaldurchmessers betragen kann.

**[0044]** Bevorzugt ist der erste Luftauslasskanal 38 so angeordnet, dass er im radial außen liegenden Randbereich der ersten Expansionskammer 37 von dieser abgeht.

**[0045]** Die erste Expansionskammer 37 gehört zusammen mit der ersten Abschlusswand 35 zu der ersten Schalldämpfungseinheit 33.

**[0046]** An die erste Abschlusswand 35 schließt sich in Richtung der Längsachse 28 über eine zweite Expansionskammer 42 eine zweite Abschlusswand 43 an. Auch die zweite Expansionskammer 42 besitzt eine nur geringe axiale Höhe. Die zweite Abschlusswand 43 ist von einem zu dem ersten Luftauslasskanal 38 parallelen zweiten Luftauslasskanal 44 durchsetzt, der quer zu der Längsachse 28 seitlich versetzt zu dem ersten Luftauslasskanal 38 angeordnet ist und sich mit Letzterem nicht quer überlappt. Zweckmäßigerweise sind die beiden Luftauslasskanäle 38, 44 in sich diametral gegenüberliegenden Bereichen angeordnet. Die der zweiten Expansionskammer 42 entgegengesetzte Kanalmündung des zweiten Luftauslasskanals 44 an der von der ersten Abschlusswand 35 abgewandten äußeren Stirnfläche 45 der zweiten Abschlusswand 43 bildet den oben erwähn-

ten Luftauslass 6.

**[0047]** Somit setzt sich der Luftdurchtrittskanal 7 zusätzlich zu dem Luftführungskanal 15 noch aus den beiden Expansionskammern 37, 42 und den beiden Luftauslasskanälen 38, 44 zusammen. Bei Hindurchströmen durch die beiden Schalldämpfeinheiten 33, 34 der zweiten Schalldämpfungsmittel 13 bildet sich eine labyrinthartige Strömung der Druckluft aus.

**[0048]** Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform ist die erste Abschlusswand 35 von mehreren quer zur Längsachse 28 beabstandeten ersten Luftauslasskanälen 38 durchsetzt, die dann alle so angeordnet sind, dass sich keine Überdeckung mit der Luftaustrittsöffnung 17 ergibt. Ist die zweite Abschlusswand 43 von mehreren zweiten Luftauslasskanälen 44 durchsetzt, sind diese so angeordnet, dass sich keine Überdeckung mit dem oder den ersten Luftauslasskanälen 38 der ersten Abschlusswand 35 ergibt.

**[0049]** Die erste Abschlusswand 35 hat einen mehrschichtigen Aufbau. Sie enthält eine die erste Expansionskammer 37 unmittelbar begrenzende erste Schallabsorptionsschicht 46, die sich mit Ausnahme des ersten Luftauslasskanals 38 über den gesamten Querschnitt der ersten Expansionskammer 37 erstreckt. Sie besteht aus einem schallabsorbierenden Material, insbesondere aus einem porösen Material, beispielsweise ein Sintermaterial.

**[0050]** Als weitere Schicht ist eine an der ersten Expansionskammer 37 entgegengesetzten Rückseite der ersten Schallabsorptionsschicht 46 angeordnete erste Schallreflexionsschicht 47 vorhanden, die über schallreflektierende Eigenschaften verfügt. Beispielhaft besteht sie aus einem gasdichten Kunststoffmaterial.

**[0051]** Schallwellen der in die erste Expansionskammer 37 einströmenden Druckluft dringen in die erste Schallabsorptionsschicht 46 ein und werden dort teilweise absorbiert. An der ersten Schallreflexionsschicht 47 findet eine Reflexion der Schallwellen statt, sodass sie in die erste Schallabsorptionsschicht 46 zurückgeworfen werden. Auf diese Weise tritt eine wirksame Reduzierung des Schallpegels ein.

**[0052]** Indem die erste Expansionskammer 37 gegenüberliegend der ersten Schallabsorptionsschicht 46 unmittelbar von der Schallabsorptionseinrichtung 14 begrenzt ist, können von der Schallreflexionsschicht 47 reflektierte Schallwellen auch in deren schallabsorbierende Wandung eindringen, um eine weitere Absorption zu erfahren. Die schalldämpfende Wirkung wird dadurch nochmals verstärkt.

**[0053]** Um die Reflexionswirkung hervorzurufen, braucht die erste Schallreflexionsschicht 47 nicht vollständig durchbrechungslos ausgebildet zu sein. Exemplarisch ist die erste Schallreflexionsschicht 47 zusätzlich zu dem ersten Luftauslasskanal 38 auch noch von einer Mehrzahl weiterer Durchbrechungen 48 durchsetzt, denen keine Durchbrechung der ersten Schallabsorptionsschicht 46 zugeordnet ist. Sie liegen jedoch außerhalb des Zentrums der ersten Abschlusswand 35. Als

vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die erste Schallreflexionsschicht 47 zumindest in dem der Luftaustrittsöffnung 17 des Luftführungskanals 15 axial gegenüberliegenden Bereich geschlossen ausgebildet ist. Dieser geschlossene Bereich ist bei 52 kenntlich gemacht.

**[0054]** Die zweite Abschlusswand 43 enthält eine in ihrer Gestaltung zweckmäßigerweise mit derjenigen der ersten Schallabsorptionsschicht 46 übereinstimmende zweite Schallabsorptionsschicht 53. Prinzipiell könnte die zweite Abschlusswand 43 aus ausschließlich der zweiten Schallabsorptionsschicht 53 bestehen. Aus noch zu erläuternden konstruktiven Gründen ist ihr beim Ausführungsbeispiel allerdings an der zweiten Expansionskammer 42 zugewandten Seite eine schallreflektierende Zusatzschicht 54 vorgelagert. Damit die zweite Schallabsorptionsschicht 53 in dem gewünschten Maße wirksam werden kann, ist die schallreflektierende Zusatzschicht 54 von einer Mehrzahl von Durchbrechungen 55 durchsetzt, die eine freie Verbindung zwischen der zweiten Expansionskammer 42 und der zweiten Schallabsorptionsschicht 53 schaffen.

**[0055]** Zweckmäßigerweise sind die Schichten 46, 47 sowie 53, 54 einer jeweiligen Abschlusswand 35, 43 als eigenständige Wandelemente ausgebildet, die aneinandergesetzt sind und durch geeignete Mittel in Berührung gehalten werden. Hiervon abweichend könnten die Schichten aber auch jeweils unmittelbar fest miteinander verbunden sein, beispielsweise durch Verkleben oder Verschweißen.

**[0056]** Bevorzugt weist das Ergänzungsmodul 9 eine Traghülse 56 auf, die die diversen Schichten 46, 47, 53, 54 trägt. Diese Traghülse 56 besteht beim Ausführungsbeispiel aus zwei kreisbogenförmig gekrümmten Schalenelementen 57a, 57b mit einer Umfangserstreckung von jeweils 180°, die mit ihren offenen Seiten voraus gemäß Pfeilen 58 längsseits aneinandergesetzt sind und zwischen sich die diversen Schichten 46, 47, 53, 54 aufnehmen. Die die vorgenannten Schichten enthaltende Traghülse 56 wird zur Lagesicherung ihrer Schalenelemente 57a, 57b koaxial in eine Befestigungshülse 62 eingesteckt, was durch Pfeil 63 verdeutlicht ist. Diese ebenfalls zu dem Ergänzungsmodul 9 gehörende Befestigungshülse 62 ist koaxial an das Grundmodul 9 ansetzbar und kann daran bevorzugt durch Rastverbindungs- mittel 64 in insbesondere lösbarer Weise fixiert werden.

**[0057]** Beispielhaft beinhalten die Rastverbindungs- mittel 64 mehrere von dem käfigartigen Hülsenabschnitt 22 axial wegragende, quer zu der Längsachse 28 federlastisch biegbare Haltearme 64a, die in eine Ringnut 64b am Innenumfang der Befestigungshülse 62 einrasten können.

**[0058]** Die Lagesicherung der Traghülse 56 in der einen Richtung übernimmt die Schallabsorptionseinrichtung 14, an der die Traghülse 56 bei angesetztem Ergänzungsmodul 9 anliegt. Für die Lagesicherung in entgegengesetzter Richtung ist beispielhaft ein Sicherungsring 65 zuständig, der im Anschluss an die Traghülse 56 in die Befestigungshülse 62 einsetzbar ist.

**[0059]** An den Innenflächen der Schalenelemente 57a, 57b sind Aufnahmen 66 ausgebildet, insbesondere in Gestalt nutartiger Vertiefungen, in die die bevorzugt plattenförmig ausgebildeten ersten und zweiten Schallabsorptionsschichten 46, 53 mit ihrem äußeren Randabschnitt eingesetzt sind. Verdrehungsmittel 67, insbesondere in Gestalt zueinander komplementärer Abflachungen in den Aufnahmen 66 und am Außenumfang der plattenförmigen Schallabsorptionsschichten 46, 53, gewährleisten eine feste winkelmäßige Ausrichtung zwischen den Schallabsorptionsschichten 46, 53, sodass die Luftauslasskanäle 38, 44 stets den gewünschten gegenseitigen Abstand einhalten.

**[0060]** Von den Innenseiten der beiden Schalenelemente 57a, 57b ragen auf gleicher axialer Höhe je zwei dünnwandige Wandabschnitte 68a, 68b schottartig nach radial innen. Sie ergänzen sich im zusammengesetzten Zustand der Traghülse 56 zu der ersten Schallreflexionsschicht 47 und der schallreflektierenden Zusatzschicht 54. Aufgrund der in den Wandabschnitten 68a, 68b ausgebildeten Durchbrechungen 48, 55 ergibt sich ein symmetrischer Aufbau der Traghülse 56, sodass ihre Orientierung bei der Montage am Grundmodul 8 beliebig ist, was Verwechslungen ausschließt.

**[0061]** Ist das Ergänzungsmodul 9 lediglich mit der ersten Schalldämpfeinheit 33 ausgestattet, kann eine entsprechend verkürzte Traghülse 56 verwendet werden, die dann auch nur Wandabschnitte 68a, 68b zur Bildung der ersten Schallreflexionsschicht 47 aufweisen muss.

**[0062]** Zu den Abschlusswänden 35, 43 ist noch nachzutragen, dass deren Hauptausdehnungsebene rechtwinkelig zu der Längsachse 28 verläuft. Die Expansionskammern 37, 42 sind am radial orientierten Außenumfang nicht mit schallabsorbierendem Material versehen, sondern zweckmäßigerweise von einer schallreflektierenden Wand begrenzt, die beispielhaft von der Traghülse 56 gebildet ist.

**[0063]** Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Luftdurchtrittskanal 7 insgesamt zwar nicht linear verläuft, sondern innerhalb der zweiten Schalldämpfmittel 13 mehrmals seine Richtung ändert, gleichwohl jedoch in seinem Verlauf keine Strömungshindernisse wie zum Beispiel poröses Material oder sonstiges Filtermaterial vorhanden sind, sodass die Gefahr eines Verstopfens weitestgehend ausgeschlossen ist. Dadurch erfüllt der Schalldämpfer 3 hohe Sicherheitsanforderungen. Durch Verschmutzung hervorgerufene Rückstaus der Druckluft, die Fehlfunktionen in angeschlossenen pneumatischen Geräten auslösen könnten, werden zuverlässig vermieden.

## Patentansprüche

1. Druckluft-Schalldämpfer für pneumatische Anwendungen, mit einer schallabsorbierenden Wandung aufweisenden Schallabsorptionseinrichtung (14), die von einem Luftführungskanal (15) durch-

setzt ist, der von einem Längenabschnitt eines hindernisfrei zwischen einem Lufteinlass (5) und einem zur Atmosphäre ausmündenden Luftauslass (6) verlaufenden Luftdurchtrittskanal (7) gebildet ist, wobei zusätzliche Schalldämpfmittel (13) vorhanden sind, die eine sich luftauslassseitig an die Schallabsorptionseinrichtung (14) anschließende, einen größeren Querschnitt als die Luftaustrittsöffnung (17) des Luftführungskanals (15) aufweisende Expansionskammer (37) aufweisen, deren der Luftaustrittsöffnung (17) gegenüberliegende Abschlusswand (35) von mindestens einem überlappungsfrei seitlich versetzt zu der Luftaustrittsöffnung (17) angeordneten Luftauslasskanal (38) durchsetzt ist und eine der Expansionskammer (37) zugewandte, an ihrer der Expansionskammer (37) zugewandten Vorderseite ungedeckte Schallabsorptionsschicht (46) sowie eine die Schallabsorptionsschicht (46) an ihrer der Expansionskammer (37) abgewandten Rückseite flankierende Schallreflexionsschicht (47) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Expansionskammer (37) an der der Abschlusswand (35) axial gegenüberliegenden Seite unmittelbar von der schallabsorbierenden Wandung der Schallabsorptionseinrichtung (14) begrenzt ist, derart, dass von der Schallreflexionsschicht (47) reflektierter Schall stirnseitig in das schallabsorbierende Material der Schallabsorptionseinrichtung (14) eindringen kann.

2. Druckluft-Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Luftführungskanal (15) durchgängig einen geradlinigen Verlauf besitzt, wobei der mindestens eine Luftauslasskanal (38) zweckmäßigerweise parallel zur Längsachse (28) des Luftführungskanals (15) verläuft.

3. Druckluft-Schalldämpfer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schallreflexionsschicht (47) zumindest in dem der Luftaustrittsöffnung (17) des Luftführungskanals (15) axial gegenüberliegenden Bereich geschlossen ausgebildet ist.

4. Druckluft-Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftaustrittsöffnung (17) querschnittsmittig in die Expansionskammer (37) einmündet.

5. Druckluft-Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Luftauslasskanal (38) im äußeren Randbereich der Expansionskammer (37) von dieser abgeht.

6. Druckluft-Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Luftführungskanal (15) einen von einer Lufteintrittsöffnung (16) ausgehenden eingangsseitigen Kanalab-

- schnitt (26) und einen sich daran anschließenden, zu der Luftaustrittsöffnung (17) führenden ausgangsseitigen Kanalabschnitt (27) aufweist, wobei der ausgangsseitige Kanalabschnitt (27) kürzer und mit kleinerem Querschnitt als der eingangsseitige Kanalabschnitt (26) ausgebildet ist, wobei zweckmäßigerweise zwischen dem eingangsseitigen Kanalabschnitt (26) und dem ausgangsseitigen Kanalabschnitt (27) ein konischer Übergangsabschnitt (32) vorgesehen ist.
7. Druckluft-Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schallabsorptionseinrichtung (14) an ihrem Außenumfang zumindest teilweise derart unabgedeckt ausgeführt ist, dass ein Ausströmen von der schallabsorbierenden Wandung der Schallabsorptionseinrichtung (14) durchdringender Druckluft zur Atmosphäre möglich ist.
8. Druckluft-Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schallabsorptionsschicht (46) und die dieser benachbarte Schallreflexionsschicht (47) als zwei eigenständige Wandelemente der Abschlusswand (35) ausgebildet sind.
9. Druckluft-Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzlichen Schalldämpfungsmittel (13) Bestandteil eines Ergänzungsmoduls (9) sind, das an ein die Schallabsorptionseinrichtung (14) enthaltendes Grundmodul (8) ansetzbar oder angesetzt ist, wobei es zweckmäßigerweise durch Rastverbindungsmittel (64) an dem Grundmodul (8) fixiert ist.
10. Druckluft-Schalldämpfer nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ergänzungsmodul (9) zwei unter Bildung einer Traghülse (56) längsseits aneinandergesetzte Schalenelemente (57a, 57b) aufweist, in denen Aufnahmen (66) für ein die Schallabsorptionsschicht (46) bildendes plattenförmiges Schallabsorptionselement ausgebildet sind und die zweckmäßigerweise an ihren einander zugewandten Innenseiten schottartig nach innen ragende Wandabschnitte (68a, 68b) aufweisen, die sich bei zusammengesetzter Traghülse (56) zu der Schallreflexionsschicht (47) ergänzen, wobei die Traghülse (56) zweckmäßigerweise in eine Befestigungshülse (62) eingesteckt ist, über die das Ergänzungsmodul (9) an dem Grundmodul (8) fixiert ist.
11. Druckluft-Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzlichen Schalldämpfungsmittel (13) eine sich an der der Schallabsorptionseinrichtung (14) entgegengesetzten Seite an die die Expansionskammer (37) und die Abschlusswand (35) enthaltende Schalldämpfungseinheit (33) anschließende weitere Schalldämpfungseinheit (34) aufweisen, die eine mit dem Luftauslasskanal (38) kommunizierende weitere Expansionskammer (42) umfasst, die an der der Abschlusswand (35) der Schalldämpfungseinheit (33) gegenüberliegenden Seite von einer weiteren Schallabsorptionsschicht (53) aufweisenden weiteren Abschlusswand (43) begrenzt ist, die von mindestens einem überlappungsfrei seitlich versetzt zu dem Luftauslasskanal (38) verlaufenden weiteren Luftauslasskanal (44) durchsetzt ist, wobei zweckmäßigerweise mehrere weitere Schalldämpfungseinheiten (34) hintereinandergeschaltet sind.
12. Druckluft-Schalldämpfer nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der weiteren Schallabsorptionsschicht (53) an der der weiteren Expansionskammer (42) zugewandten Seite eine bereichsweise durchbrochene, in den undurchbrochenen Bereichen schallreflektierend ausgebildete Zusatzschicht (54) vorgelagert ist.
13. Druckluft-Schalldämpfer nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Schalldämpfungseinheiten (33, 34) gemeinsame Bestandteile eines Ergänzungsmoduls (9) sind.
14. Druckluft-Schalldämpfer nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine aus zwei längsseits aneinandergesetzten Schalenelementen (57a, 57b) bestehende Traghülse (56) als plattenförmige Schallabsorptionselemente ausgebildete Schallabsorptionsschichten (46, 53) mehrerer Schalldämpfungseinheiten (33, 34) trägt.
15. Druckluft-Schalldämpfer nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mehreren Schallabsorptionsschichten (46, 53) verdrehgesichert in der Traghülse (56) aufgenommen sind.

## Claims

1. Air silencer for pneumatic applications, comprising a sound absorbing device (14) having a sound absorbing wall, through which passes an air guiding duct (15) represented by a longitudinal section of an air through-passage (7) extending unimpeded between an air inlet (5) and an air outlet (6) to the atmosphere, wherein additional silencing means (13) are provided which comprise an expansion chamber (37) adjoining the air outlet side of the sound absorbing device (14) and having a larger cross-section than the air outlet opening (17) of the air guiding duct (15), through the end wall (35) opposite the air outlet opening (17) of which expansion chamber passes at least one air outlet passage (38) disposed without overlap and with lateral offset from the air outlet

- opening (17), the end wall comprising a sound absorbing layer (46) facing the expansion chamber (37) and being uncovered on its front which faces the expansion chamber (37) and a sound reflecting layer (47) flanking the sound absorbing layer (46) on its rear side remote from the expansion chamber (37), **characterised in that** the expansion chamber (37) is, on the side which is axially opposite the end wall (35), directly bounded by the sound absorbing wall of the sound absorbing device (14), so that sound reflected from the sound reflecting layer (47) can penetrate the end face of the sound absorbing material of the sound absorbing device (14).
2. Air silencer according to claim 1, **characterised in that** the air guiding duct (15) is straight throughout, the at least one air outlet passage (38) expediently running parallel to the longitudinal axis (28) of the air guiding duct (15).
  3. Air silencer according to claim 1 or 2, **characterised in that** the sound reflecting layer (47) is of a closed design at least in the region which is axially opposite the air outlet opening (17) of the air guiding duct (15).
  4. Air silencer according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the air outlet opening (17) terminates centrally in the cross-section of the expansion chamber (37).
  5. Air silencer according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the at least one air outlet passage (38) starts in the outer edge region of the expansion chamber (37).
  6. Air silencer according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** the air guiding duct (15) comprises an inlet-side duct section (26) starting from an air inlet opening (16) and an adjoining outlet-side duct section (27) leading to the air outlet opening (17), the outlet-side duct section (27) being shorter and having a smaller cross-section than the inlet-side duct section (26), a conical transition section (32) being expediently provided between the inlet-side duct section (26) and the outlet-side duct section (27).
  7. Air silencer according to any of claims 1 to 6, **characterised in that** the sound absorbing device (14) is at least partially uncovered on its outer circumference, so that compressed air penetrating the sound absorbing wall of the sound absorbing device (14) can be discharged to the atmosphere.
  8. Air silencer according to any of claims 1 to 7, **characterised in that** the sound absorbing layer (46) and the adjacent sound reflecting layer (47) are designed as two independent wall elements of the end wall (35).
  9. Air silencer according to any of claims 1 to 8, **characterised in that** the additional silencing means (13) are part of a supplementary module (9) which can be or is fitted to a base module (8) containing the sound absorbing device (14), wherein it is expediently attached to the base module (8) by latching means (64).
  10. Air silencer according to claim 9, **characterised in that** the supplementary module (9) comprises two shell elements (57a, 57b) longitudinally fitted to each other while forming a support sleeve (56), wherein locations (66) are formed for a plate-shaped sound absorbing element forming the sound absorbing layer (46) and which have, at their facing insides, wall sections (68a, 68b) projecting inwards in the manner of bulkheads and together forming the sound reflecting layer (47) in the assembled state of the support sleeve (56), wherein the support sleeve (56) is expediently inserted into a mounting sleeve (62) by way of which the supplementary module (9) is attached to the base module (8).
  11. Air silencer according to any of claims 1 to 10, **characterised in that** the additional silencing means (13) comprise a further silencer unit (34) which adjoins, on the side opposite the sound absorbing device (14), the silencer unit (33) containing the expansion chamber (37) and the end wall (35) and which comprises an additional expansion chamber (42) communicating with the air outlet passage (33), said further expansion chamber being, on the side opposite the end wall (35) of the silencer unit (33), bounded by a further end wall (43) with a further sound absorbing layer (53), through which passes at least one further air outlet passage (44) laterally offset without overlap from the air outlet passage (38), several further silencer units (34) being expediently connected in series.
  12. Air silencer according to claim 11, **characterised in that** a partially perforated additional layer (54) designed to reflect sound in the perforated regions is located in front of the further sound absorbing layer (53) on the side facing the additional expansion chamber (42).
  13. Air silencer according to claim 11 or 12, **characterised in that** several silencer units (33, 34) are common parts of a supplementary module (9).
  14. Air silencer according to claim 13, **characterised in that** a support sleeve (56) consisting of two shell elements (57a, 57b) longitudinally fitted to each other supports sound absorbing layers (46, 53) designed as plate-shaped sound absorbing elements of sev-

eral silencer units (33, 34).

15. Air silencer according to claim 14, **characterised in that** the several sound absorbing layers (46, 53) are non-rotatably accommodated in the support sleeve (56).

## Revendications

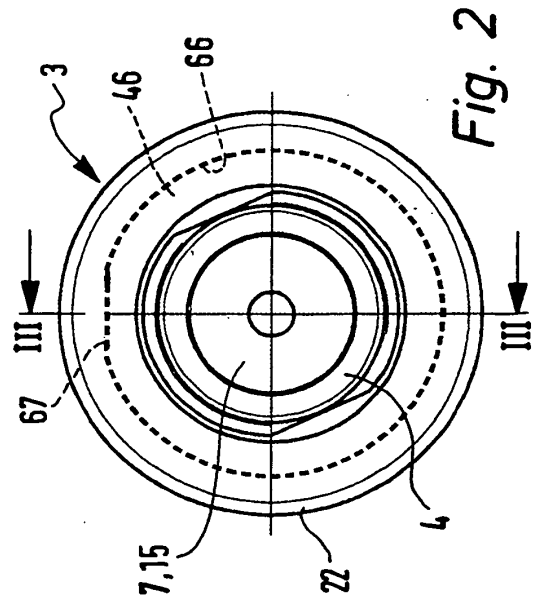
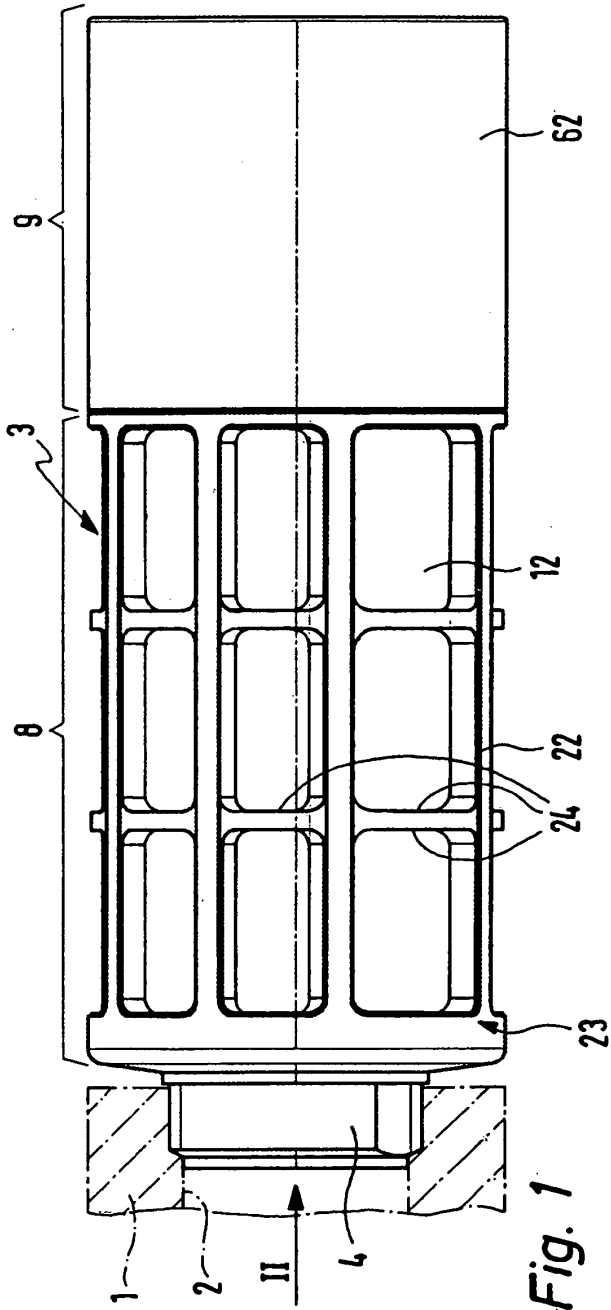
1. Amortisseur sonore à air comprimé destiné à des applications pneumatiques, avec un dispositif d'absorption sonore (14) présentant une paroi absorbant le son, qui est traversé par un canal de guidage d'air (15) qui est formé par une section longitudinale d'un canal de passage d'air (7) s'étendant sans obstacle entre une entrée d'air (5) et une évacuation d'air (6) débouchant vers l'atmosphère, des moyens d'amortissement sonore supplémentaires (13) étant présents, lesquels comprennent une chambre d'expansion (37) contiguë côté évacuation d'air au dispositif d'absorption sonore (14), présentant une section plus grande que l'ouverture de sortie d'air (17) du canal de guidage d'air (15), dont la paroi finale (35) opposée à l'ouverture de sortie d'air (17) est traversée par au moins un canal d'évacuation d'air (38) disposé sans recouvrement en décalage latéral par rapport à l'ouverture de sortie d'air (17) et présente une couche d'absorption sonore (46) tournée vers la chambre d'expansion (37), non recouverte sur son côté avant tourné vers la chambre d'expansion (37) ainsi qu'une couche de réflexion du son (47) flanquant la couche d'absorption sonore (46) sur son côté arrière éloigné de la chambre d'expansion (37), **caractérisé en ce que** la chambre d'expansion (37) est délimitée sur le côté axialement opposé à la paroi finale (35) directement par la paroi absorbant le son du dispositif d'absorption sonore (14) de telle sorte que du son réfléchi par la couche de réflexion du son (47) puisse pénétrer côté avant dans le matériau absorbant le son du dispositif d'absorption sonore (14).
2. Amortisseur sonore à air comprimé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le canal de guidage d'air (15) possède en général un tracé droit, l'au moins un canal d'évacuation d'air (38) s'étendant de manière appropriée parallèlement à l'axe longitudinal (28) du canal de guidage d'air (15).
3. Amortisseur sonore à air comprimé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la couche de réflexion du son (47) est réalisée fermée au moins dans la zone opposée axialement à l'ouverture de sortie d'air (17) du canal de guidage d'air (15).
4. Amortisseur sonore à air comprimé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'ouverture de sortie d'air (17) débouche au mi-

lieu de la section dans la chambre d'expansion (37).

5. Amortisseur sonore à air comprimé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'au moins un canal d'évacuation d'air (38) se détache dans la zone de bord extérieure de la chambre d'expansion (37) de celle-ci.
6. Amortisseur sonore à air comprimé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le canal de guidage d'air (15) présente une section de canal (26) côté entrée partant d'une ouverture d'entrée d'air (16) et une section de canal (27) côté sortie menant vers l'ouverture de sortie d'air (17), contiguë à celle-ci, la section de canal (27) côté sortie étant réalisée plus courte et avec une section plus petite que la section de canal (26) côté entrée, une section de transition (32) conique étant prévue de manière appropriée entre la section de canal (26) côté entrée et la section de canal (27) côté sortie.
7. Amortisseur sonore à air comprimé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le dispositif d'absorption sonore (14) est réalisé au moins en partie non recouvert sur sa périphérie extérieure de telle sorte qu'un échappement d'air comprimé traversant la paroi absorbant le son du dispositif d'absorption sonore (14) vers l'atmosphère soit possible.
8. Amortisseur sonore à air comprimé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la couche d'absorption sonore (46) et la couche de réflexion du son (47) contiguë à celle-ci sont réalisées comme deux éléments de paroi autonomes de la paroi finale (35).
9. Amortisseur sonore à air comprimé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les moyens d'amortissement sonore supplémentaires (13) sont des constituants d'un module complémentaire (9) qui peut être ou est mis en place sur un module de base (8) contenant le dispositif d'absorption sonore (14), celui-ci étant fixé de manière appropriée par des moyens de liaison encliquetables (64) sur le module de base (8).
10. Amortisseur sonore à air comprimé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le module complémentaire (9) présente deux éléments de coque (57a, 57b) mis en place l'un sur l'autre côté longueur en formant une douille porteuse (56), dans lesquels des logements (66) sont réalisés pour un élément d'absorption sonore en forme de plaque formant la couche d'absorption sonore (46) et qui présentent de manière appropriée sur leurs côtés intérieurs tournés l'un vers l'autre des sections de paroi (68a, 68b) s'élevant comme une cloison étanche vers l'in-

térieur, qui se complètent lorsque la douille porteuse (56) est assemblée pour former la couche de réflexion du son (47), la douille porteuse (56) étant enfichée de manière appropriée dans une douille de fixation (62), via laquelle le module complémentaire (9) est fixé sur le module de base (8). 5

11. Amortisseur sonore à air comprimé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les moyens d'amortissement sonore supplémentaires (13) présentent une autre unité d'amortissement sonore (34) contiguë à l'unité d'amortissement sonore (33) contenant la chambre d'expansion (37) et la paroi finale (35) sur le côté opposé au dispositif d'absorption sonore (14), laquelle comprend une autre chambre d'expansion (42) communiquant avec le canal d'évacuation d'air (38), qui est délimitée sur le côté opposé à la paroi finale (35) de l'unité d'amortissement sonore (33) par une autre paroi finale (43) présentant une autre couche d'absorption sonore (53), qui est traversée par au moins un autre canal d'évacuation d'air (44) s'étendant sans recouvrement en décalage latéral par rapport au canal d'évacuation d'air (38), plusieurs autres unités d'amortissement sonore (34) étant montées les unes derrière les autres de manière appropriée. 10  
15  
20  
25
12. Amortisseur sonore à air comprimé selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**une couche supplémentaire (54) réalisée dans les zones non percées de manière à réfléchir le son, percée par endroits est montée en amont de l'autre couche d'absorption sonore (53) sur le côté tourné vers l'autre chambre d'expansion (42). 30  
35
13. Amortisseur sonore à air comprimé selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** plusieurs unités d'amortissement sonore (33, 34) sont des constituants communs d'un module complémentaire (9). 40
14. Amortisseur sonore à air comprimé selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'**une douille porteuse (56) se composant de deux éléments de coque (57a, 57b) placés l'un sur l'autre côté longueur porte des couches d'absorption sonore (46, 53) réalisées comme des éléments d'absorption sonore en forme de plaque de plusieurs unités d'amortissement sonore (33, 34). 45  
50
15. Amortisseur sonore à air comprimé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les plusieurs couches d'absorption sonore (46, 53) sont logées de manière bloquée en torsion dans la douille porteuse (56). 55



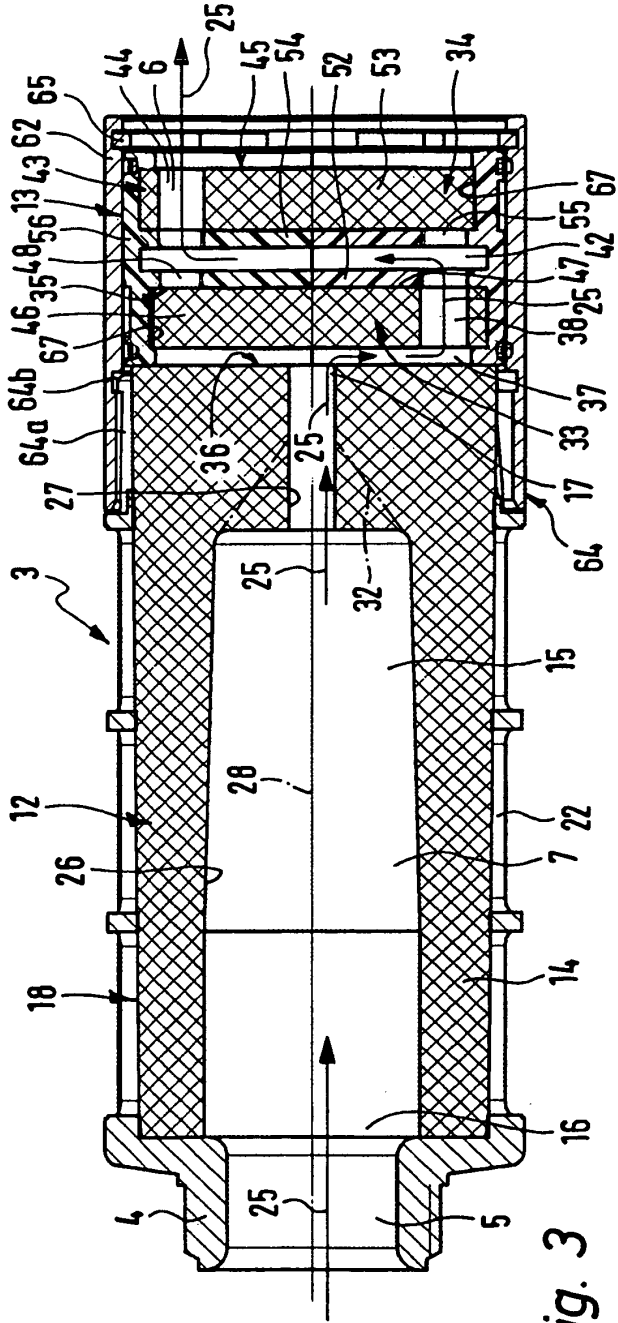


Fig. 3

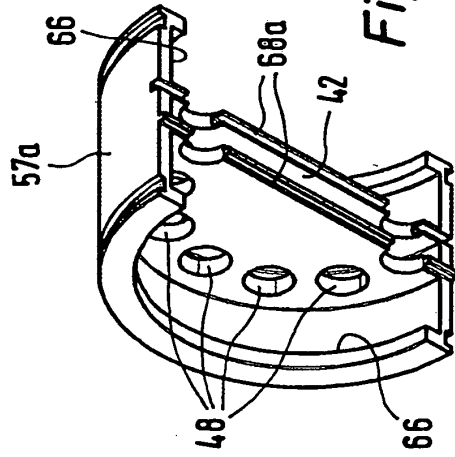


Fig. 6

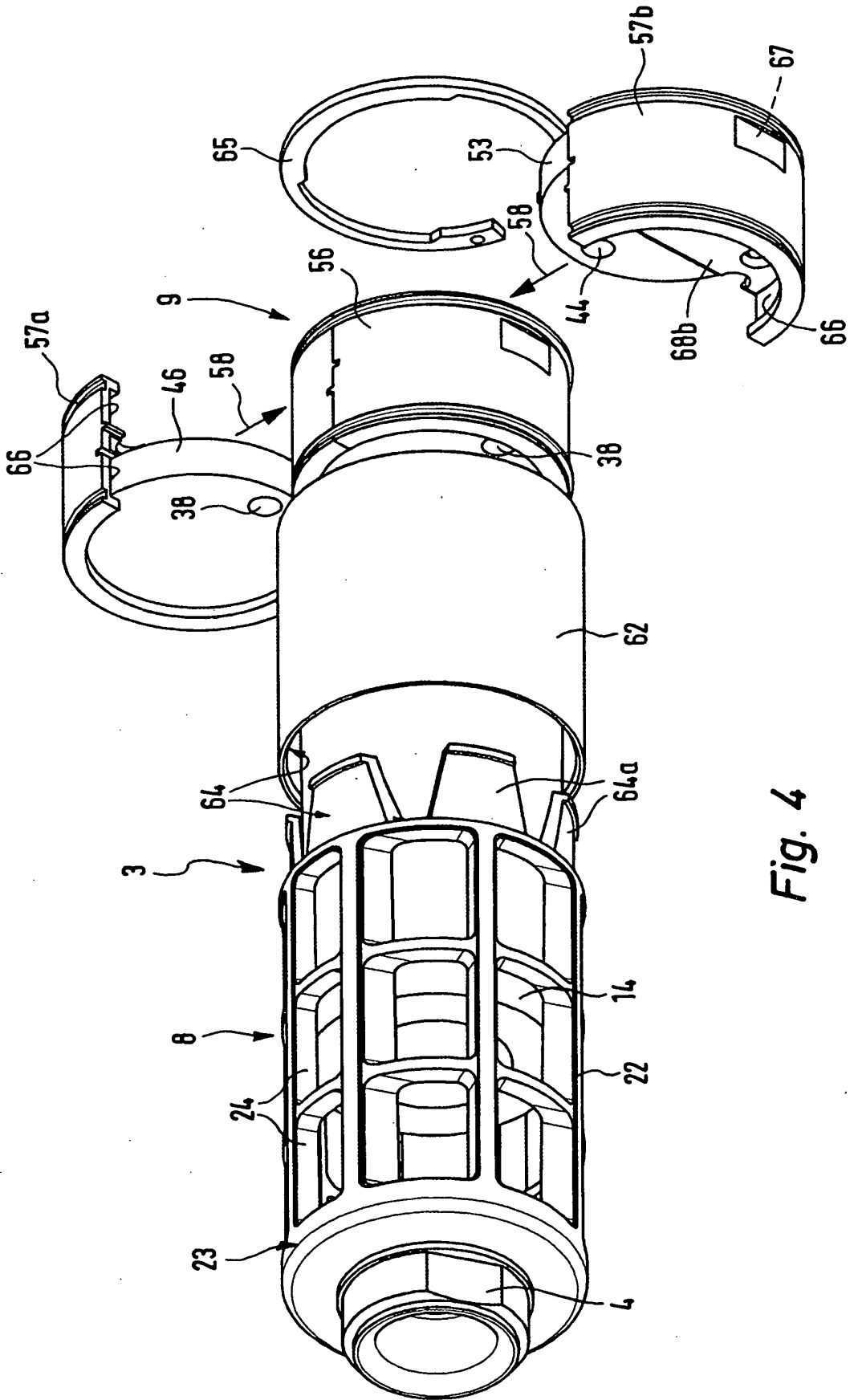


Fig. 4

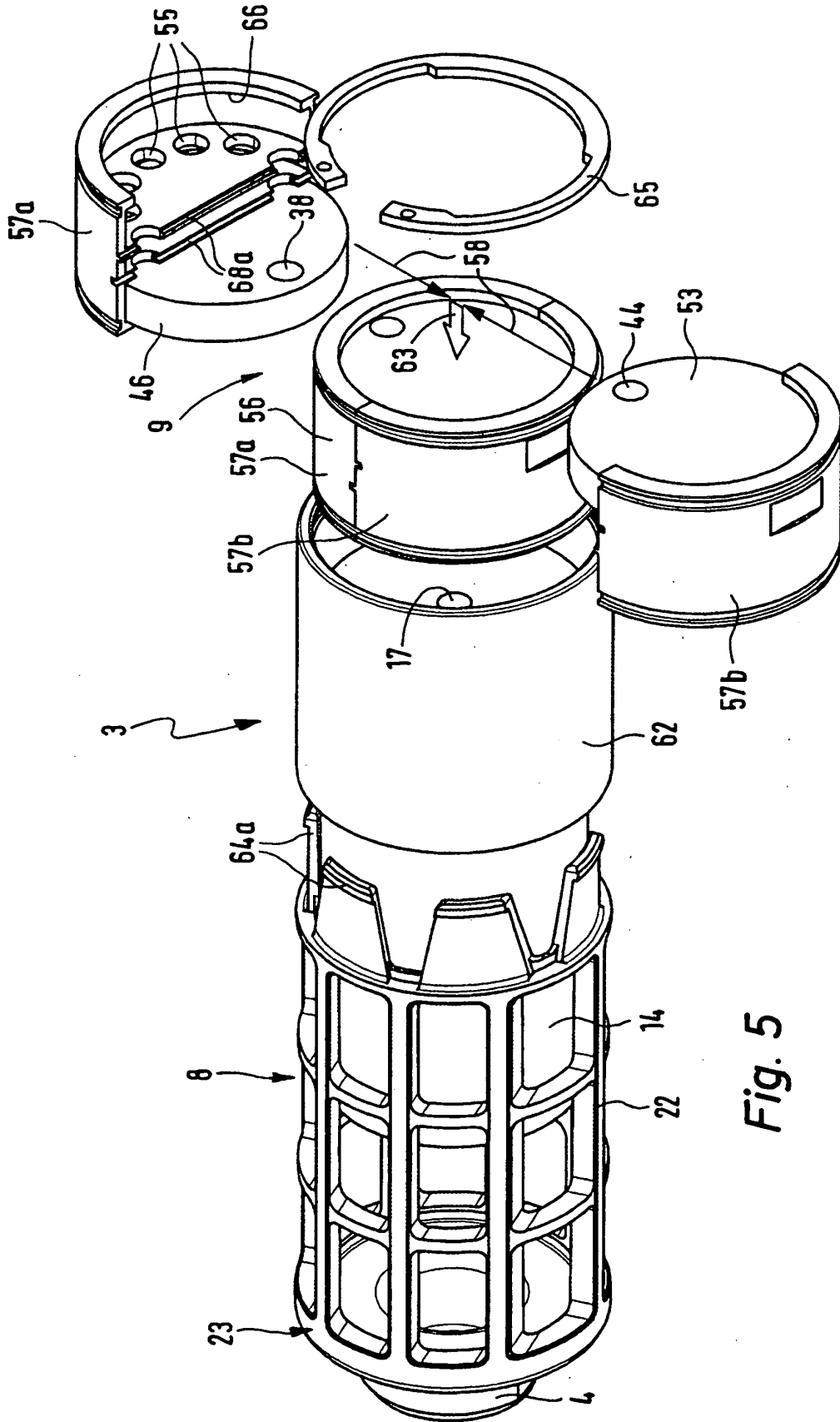


Fig. 5

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 20205068 U1 [0002]
- DE 202004005746 U1 [0004]
- DE 3111383 A1 [0005]
- DE 10011023 A1 [0006]
- DE 19825151 A1 [0007]
- DE 3130292 C2 [0008]