



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 884 456 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.12.1998 Patentblatt 1998/51

(51) Int. Cl.⁶: F01N 1/24

(21) Anmeldenummer: 98110063.9

(22) Anmeldetag: 03.06.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 13.06.1997 DE 19725003

(71) Anmelder:
Philippron, Jean-Claude
3550 Heusden-Zolder (BE)

(72) Erfinder:
Philippron, Jean-Claude
3550 Heusden-Zolder (BE)

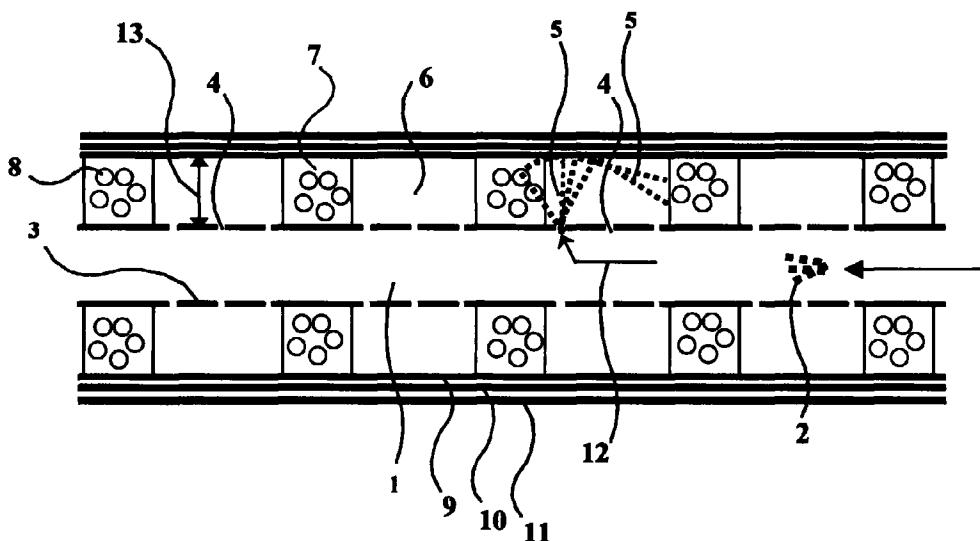
(74) Vertreter: Breymann, Dieter
Rechtsanwälte,
Breymann & Breymann,
Yorckstrasse 12
41061 Mönchengladbach (DE)

(54) Schalldämpfer

(57) Die Erfindung betrifft einen Schalldämpfer, welcher einen rohrförmigen Hohlkörper (1) zur Durchleitung eines Mediums (2) in seinem Inneren mit Auslässen (4), vorzugsweise Löchern oder Schlitzten, sowie einen, den rohrförmigen Hohlkörper (1) umfassenden Mantel mit hinter den jeweiligen Auslässen (4) des rohrförmigen Hohlkörpers (1) angeordneten, gegeneinander und nach außen hin abgeschlossenen

Hohlräumen (6) aufweist, der sich dadurch auszeichnet, daß die Abschlußwände der Hohlräume gegeneinander (7) aus einem faserverstärktem, vorzugsweise glasfaserverstärktem Kunststoff gefertigt sind und daß der faserverstärkte Kunststoff zusätzlich Kugeln (8), vorzugsweise Glaskugeln enthält.

FIG. 1



EP 0 884 456 A2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schalldämpfer für die Pistolen von Strahlanlagen, wie etwa Sandstrahlanlagen, Kugelstrahlanlagen oder auch Trockeneisstrahlanlagen.

Bei der Verwendung sogenannter Strahlanlagen wird ein teilchenförmig vorliegendes Material, wie etwa Sand oder auch Eispartikel stark beschleunigt und dann durch eine Austrittsdüse, üblicherweise an einer Handpistole hinausgeschleudert. Die Beschleunigung kann dabei mittels einer schnell strömenden Gases, vorzugsweise Luft erfolgen.

Das austretende Material wird dann von dem jeweiligen Verwender auf ein Werkstück oder eine Werkfläche, etwa eine Wand gerichtet, um diese zu bearbeiten. Bei der Bearbeitung handelt es sich meist um eine Reinigung bzw. das Entfernen einer Oberflächenschicht auf dem Werkstück bzw. der Werkfläche. So kann etwa mittels einer geeigneten Trockeneisstrahlanlage auch die Reinigung einer empfindlichen Fassadenwand von Graffiti Schmierereien erfolgen, da derartige Verfahren nicht abrasiv wirken. Auch können in Produktionsanlagen empfindliche technische Geräte hiermit auf einfache Art und Weise gesäubert werden. Darüber hinaus bestehen weitere vielfältige Einsatzgebiete dieser Anlagen.

Neben den vielen vorteilhaften Verwendungsmöglichkeiten weisen diese Anlagen jedoch auch einen ganz entscheidenden Nachteil auf: Sie verursachen im Betrieb ungeheuren Lärm. Dieser kann durchaus Werte von über 110dB (A) annehmen. Es ist daher unbedingt notwendig für den Einsatz dieser Geräte geeignete Lärmschutzmaßnahmen vorzusehen.

Nach dem Stand der Technik sind hier verschiedene Maßnahmen bekannt:

Es können etwa Lärmschutzwände aus schallschluckendem Material verwendet werden, die um die einzelnen Anlagen herum aufgebaut sind. Diese Schutzwände weisen jedoch den Nachteil auf, daß sie den eigentlichen Bediener der jeweiligen Maschine selbst nicht schützen und dieser somit zur Vermeidung irreparabler gesundheitlicher Schäden bei Einsatz nur dieser Lärmschutzmaßnahme auch weiterhin einen Schallschutz unmittelbar auf den Ohren tragen muß. Zum anderen wird durch diese Maßnahmen auch nicht die Dämpfung erreicht, wie sie bei einer solch enormen Lärmentwicklung wünschenswert wäre.

Daher wurden bereits Schalldämpfer für Strahlanlagen entwickelt, die eine Reduktion des Schalldruckpegels erlauben. Air Liquide GmbH, Düsseldorf hat beispielsweise einen solchen Sound-Absorber entwickelt, dessen Lärmreduktionswirkung auf seiner besonderen geometrischen Ausformung beruht. Mit einem derartigen Schalldämpfer lassen sich Minderungen des Lärmpegels von etwa 9 dB (A) erzielen. Dies ist in vielen Fällen aber immer noch nicht ausreichend, da beispielsweise bei einer typischen Lärmentwicklung von

112 dB (A) an der Pistole einer Strahlanlage hiermit lediglich eine Reduktion auf etwa 103 dB (A) möglich ist, was immer noch einer ganz erheblichen Lärmentwicklung entspricht.

5 In der Technik der Schalldämpfung sind sogenannte Helmholtzresonatoren bekannt, bei denen, die in einem Loch (oder Schlitz) stehende Luft durch die Schallwellen zur Schwingung angeregt wird. Auf diesen in der Lochlaibung schwingenden Luftkolben wirkt ein dahinter liegender angeschlossener Lufthohlraum als Feder.

10 Derartige Helmholtzresonatoren haben jedoch den Nachteil, daß sie ihre wesentliche Wirkung nur bei einer ganz bestimmten Frequenz, nämlich der Resonanzfrequenz f_0 erreichen, mit

$$f_0 = \frac{a}{200 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon}{d \cdot l}} \text{ Hz}$$

20 wobei a die Schallgeschwindigkeit,
 d die Hohlraumdicke,
 l die Wanddicke der Lochplatte (Lochlänge),
und
 ε das Verhältnis der Summe der Lochflächen
zur Gesamtfläche

angeben. Betreffend des Verständnisses der hier wiegegebenen Größen wird auf die Figur 1 verwiesen.

30 Es ist bekannt, daß dabei durch eine Hohlraumauskleidung mit Schallschluckstoffen die Dämpfung und Frequenzbreite eines solchen Helmholtzresonators grundsätzlich verbessert werden kann.

35 Ein solche Art der Auskleidung ist etwa aus der deutschen Gebrauchsmusterschrift DE 19 82 739 U1, sowie aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 195 17 364 A1 bekannt.

40 Die Auskleidung mit herkömmlicherweise bekannten Schalldämmstoffen (z.B. Seegras, Kork, Grasfasern, Mineralwolle) oder Schallschluckstoffen (z.B. Watte, Filz, Holzfaserelmente) führt dabei jedoch im Falle der angestrebten Dämpfung des von Strahlanlagen emittierten Schallspektrums zu keinem befriedigenden Ergebnis. Auch ist die Auskleidung mit diesen Materialien arbeitsaufwendig und schwierig zu bewerkstelligen. Des Weiteren neigen diese Stoffe im Falle ihrer Verwendung in Strahlanlagen bei feuchtem Strahlgut zur Aufnahme der Feuchtigkeit und infolge dessen im Laufe der Zeit zum Verklumpen und Verrotten, was ihre Dämm- bzw. Schluckwirkungen beeinträchtigt oder sogar aufhebt.

45 50 Auch führten Experimente mit Aluminium oder auch PVC als Trennwand zwischen den Hohlräumen oder auch zu deren Auskleidung nicht zur gewünschten verbesserten Schalldämpfung. Auch eine Verwendung von bekannten Kunststoff-Vollverbundstoffen, wie etwa GFK erwies sich letztlich hierzu als ungeeignet.

55 Somit führen die nach dem Stand der Technik

bekannten Schalldämpfer, sowie die hierzu bekannten Abwandlungen zur Verbesserung der Dämpfungseigenschaften nicht zu der angestrebten Lärmreduktion von Strahlanlagen in dem gewünschten Ausmaß.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen Schalldämpfer anzugeben, welcher so ausgestaltet ist, daß er eine maßgebliche Reduktion des Lärmpegels von Strahlanlagen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch einen Schalldämpfer, welcher, einen rohrförmigen Hohlkörper zur Durchleitung eines Mediums in seinem Inneren mit Auslässen, vorzugsweise Löchern oder Schlitzen, sowie einen den rohrförmigen Hohlkörper umfassenden Mantel mit hinter den jeweiligen Auslässen des rohrförmigen Hohlkörpers angeordneten, gegeneinander und nach außen hin abgeschlossenen Hohlräumen aufweist gelöst, der sich dadurch auszeichnet, daß die Abschlußwände der Hohlräume gegeneinander aus einem faserverstärktem Kunststoff gefertigt sind, wobei als Fasern alle technisch zur Verstärkung geeigneten Fasern, wie etwa Glasfasern, Carbonfasern, Aramidfasern oder auch Kevlarfasern verwendet werden können und der faserverstärkte Kunststoff dabei zusätzlich Kugeln, vorzugsweise Glaskugeln enthält, wobei diese in einer besonders bevorzugten Ausführungsform nach der vorliegenden Erfindung als Hohlkugeln ausgebildet sind. Es wurde in Experimenten gefunden, daß ein derartiges Material, nämlich ein unter Verwendung von Hohlkugeln, insbesondere Glashohlkugeln hergestellter Stoff besonders gute Schalldämpfungseigenschaften aufweist und besonders geeignet ist, in dem nach dem Helmholtzresonator-Prinzip arbeitenden Schalldämpfer als schallschluckendes Auskleidungsmaterial oder auch selbst als Trennmaterial der Hohlräume untereinander zu wirken.

Anstatt von Glaskugeln können auch Kugeln anderen Materials, insbesondere auch Hohlkugeln beliebigen Materials Verwendung finden.

Dabei können die Kugeln einen Durchmesser zwischen 0,5 mm und 1,5 mm, vorzugsweise 0,5 - 0,8 mm aufweisen.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform beträgt ihr Durchmesser vorzugsweise 0,1 mm bis 0,5 mm.

Auch können die Hohlkugeln mit einem schalldämmenden Gas, vorzugsweise mit Schwefelhexafluorid gefüllt sein.

Sie können aber auch in ihrem Inneren ein Vakuum aufweisen.

Vorzugsweise beträgt der Anteil der Kugeln in dem faserverstärkten Kunststoff zwischen 75 Volumen % und 95 Volumen %, wobei hier einer Ausführungsform mit etwa 85 Volumen % der besondere Vorzug gilt.

Der Schalldämpfer kann auf das emittierte Spektrum abgeglichen werden, indem man mißt, bei welcher Frequenz der Schalldruckpegel ein Maximum aufweist, wobei hier als Maximum auch das vom Menschen subjektiv wahrgenommene Maximum verstanden werden

kann. Sodann wird der Schalldämpfer von seinen Abmessungen in einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung so ausgelegt, daß die Hohlräume hinter den Auslässen so bemessen sind, daß sie in etwa der Bedingung

$$f_0 = \frac{a}{200 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon}{d \cdot l}} \text{ Hz}$$

genügen, wobei

- f_0 die Frequenz ist, bei der der Schalldruckpegel des durchströmenden Mediums in einem geschlossenen, aber ansonsten dem rohrförmigen Körper gleichartigen Körper sein Maximum aufweist, und
- d die Hohlräumdicke,
- l die Wanddicke des rohrförmigen Hohlkörpers, sowie
- ε das Verhältnis der Summe der Lochflächen zur Gesamtfläche der Wandung des rohrförmigen Hohlkörpers

angeben.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform von Schalldämpfern sind diese erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume hinter den Auslässen so bemessen sind, daß für jede Frequenz einer zuvor ausgewählten Anzahl n von Frequenzen f_0 bis f_n , die von dem durchströmenden Medium in einem geschlossenen, aber ansonsten dem rohrförmigen Körper gleichartigen Körper emittiert werden, mindestens je ein Hohlräum vorhanden ist, der in etwa der Bedingung

$$f_i = \frac{a}{200 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon_i}{d_i \cdot l_i}} \text{ Hz} \quad \text{mit } i = 1, \dots, n$$

genügt, wobei

- f_i eine Frequenz aus der ausgewählten Anzahl von n Frequenzen ist, die von dem, einen geschlossenen aber ansonsten dem rohrförmigen Körper gleichartigen Körper durchströmenden Medium emittiert werden, und
- a die Schallgeschwindigkeit,
- d_i die Hohlräumdicke des so bemessenen Hohlräums,
- l_i die Wanddicke des rohrförmigen Hohlkörpers im Bereich des so bemessenen Hohlräums, sowie
- ε_i das Verhältnis der Summe der Lochflächen zur Gesamtfläche der Wandung des rohrförmigen Hohlkörpers im Bereich des so bemessenen Hohlräumes angeben. Diese Ausführungsform ermöglicht es den Schalldämpfer auf ein ganzes Spektrum verschiedener Frequenzen auszulegen. Vorzugsweise werden hierzu die Frequen-

zen ausgewählt, die einen besonders hohen Pegel aufweisen. Für jede dieser Frequenzen ist dann im Schalldämpfer mindestens einer, vorzugsweise jedoch mehrere der o.a. Bedingung entsprechende Hohlräume vorgesehen, die dann die jeweilige Frequenz dämpfen. In Kombination mit den erfindungsgemäßen Hohlräumtrenn- bzw. Schallschluckmaterialien, die den Frequenzbereich der gedämpft wird, wie auch die Dämpfung selbst verbreitern wird bei dieser Ausführungsform eine besonders gute Wirkung erzielt.

Desweiteren wird der Außenabschluß des Hohlkörpermantels bei Schalldämpfern nach der vorliegenden Erfindung vorzugsweise aus einem faserverstärkten Kunststoff gebildet.

Weiterhin kann ein weiterer Mantel aus Blei vorgesehen sein, der außerhalb des Hohlkörpermantels angeordnet ist. Dieser kann dabei eine Dicke von 0,5 mm bis 2 mm, vorzugsweise 1 mm aufweisen.

Auch kann ein weiterer Mantel aus Gummi vorgesehen sein, der gleichfalls außerhalb des Hohlkörpermantels angeordnet ist. Dieser Mantel aus Gummi kann dabei 0,5 mm bis 1 mm, vorzugsweise 0,8 mm stark sein.

Die Wandung des rohrförmigen Hohlkörpers wird vorzugsweise in PVC ausgeführt.

Die Dicke seiner Wandung beträgt in einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung 0,8 mm bis 2 mm, in einer besonders bevorzugten Ausführungsform 1,2 mm.

Eine weitere besonders bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung des rohrförmigen Hohlkörpers aus PVC gefertigt ist und außerhalb des Hohlkörpermantels zunächst ein weiterer Mantel aus Blei vorgesehen und dann, diesen umgebend wiederum ein weiterer Mantel aus Gummi vorhanden ist.

Dabei beträgt die Dicke der Wandung des rohrförmigen Hohlkörpers vorzugsweise zwischen 0,8 mm und 2 mm, die des weiteren Bleimantels 0,5 mm bis 2 mm und die des Mantels aus Gummi 0,5 mm bis 1 mm. Mit einer derartigen Ausführungsform wurden Schalldämpfungsergebnisse von bis zu 17 dB (A) bei einem Luftdruck von 7 bar erzielt, was allen bisherigen bekannten Vorrichtungen zur Dämpfung von Strahllanlagen weit überlegen ist.

Durch die vorliegende Erfindung wird es möglich, Strahllanlagen auch an Orten einzusetzen, die nicht gesondert abgeschirmt werden können, wie etwa im Freien, ohne eine unzumutbare Lärmelastigung hervorzurufen.

Auch wird der, den Arbeitsschutzzvorschriften unterliegende Bediener einer solchen Anlage hierdurch erheblich entlastet. In bestimmten Fällen ist es sogar möglich den Schallpegel mit Hilfe eines Schalldämpfers nach der vorliegenden Erfindung auf ein Maß abzusen-

ken, welches ein ständiges Tragen von Gehörschutz nicht mehr erfordert, was für das jeweilige Bedienungspersonal solcher Anlagen eine erhebliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen mit sich bringt.

Ein wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, daß sie in der Lage ist, das Anwendungsbereich der Strahltechnik, insbesondere der Trockeneisstrahltechnik erheblich zu erweitern, da nun auch Anwendungsfälle in Frage kommen, die bislang aufgrund der hohen Lärmelastigung durch die Strahllanlagen ausgeschlossen waren.

Im folgenden wird ein nicht einschränkend zu verstehendes Ausführungsbeispiel eines Schalldämpfers nach der vorliegenden Erfindung anhand der Zeichnung besprochen. In dieser zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Schalldämpfers nach der vorliegenden Erfindung im Längsschnitt.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Schalldämpfers nach der vorliegenden Erfindung im Längsschnitt. In der Mitte ist der rohrförmige Hohlkörper 1 zu sehen, der von einem hier punktweise angedeuteten Strahmedium, vorzugsweise Trockeneispartikeln 2 durchströmt wird. Die Wandung 3 des Rohres 1 ist aus PVC gefertigt. Das Rohr 1 weist feine Schlitze 4 auf, durch die die Schallstrahlen 5 aus dem PVC-Rohr 1 hinaus, wie mit dem Pfeil 12 dargestellt, in die dahinterliegenden Hohlräume 6 mit der Hohlräumdicke 13 gelangen können. Hier werden sie sowohl absorbiert, wie auch reflektiert. Die Trennwände 7 sind dabei aus einem faserverstärkten, vorzugsweise glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), nämlich einer Polyestermatrix (Polyesterverbundstoff) mit Fasern gefertigt, die darüberhinaus einen Anteil von etwa 85 Volumen % von Glaskugeln 8 enthält. Der Außenabschluß 9 dieses, das PVC-Rohr 1 mit den Schlitzen 4 umgebenden Hohlkörpermantels ist als Schicht (Mantel) aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), gleichfalls einer Polyestermatrix (Polyesterverbundstoffs) mit Glasfasern, gefertigt, in der keine Kugeln 8 enthalten sind. Dieser Außenabschluß 9 des Hohlraumkörpermantels wird nun von einem Bleimantel 10 umgeben, welcher wiederum von einem weiteren Mantel aus Gummi 11 umhüllt ist.

Anstelle von Polyester kann selbstverständlich auch jeder andere als Verbundstoff geeignete Kunststoff treten, wie etwa Polyurethan oder auch sämtliche thermohärtende Bestandteile enthaltende Kunststoffe. Dies gilt selbstverständlich für alle Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Nach Messungen trägt das PVC-Rohr 3 mit etwa 90 % Reflexion, die Trennwände 7 aus dem mit etwa 85 Volumen % Glaskugeln versetzten GFK-Material mit einer ca. 75 %-tigen Absorption, der Außenabschluß 9 des Hohlraumkörpermantels aus GFK mit ungefähr 10 % Absorption und ca. 10 % Reflexion, der Bleimantel 10

mit ca. 95 % Reflexion und der äußere Mantel aus Gummi 11 mit etwa 30 % Absorption zum Gesamt-dämpfungsergebnis bei.

Patentansprüche

1. Schalldämpfer, welcher

einen rohrförmigen Hohlkörper (1) zur Durchleitung eines Mediums (2) in seinem Inneren mit

Auslässen (4), vorzugsweise Löchern oder Schlitzen, sowie

einen den rohrförmigen Hohlkörper (1) umfassenden Mantel mit

hinter den jeweiligen Auslässen (4) des rohrförmigen Hohlkörpers (1) angeordneten,

gegeneinander und nach außen hin abgeschlossenen Hohlräumen (6) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Abschlußwände der Hohlräume gegeneinander (7) aus einem faserverstärkten, vorzugsweise glasfaserverstärkten Kunststoff gefertigt sind und daß der faserverstärkte Kunststoff zusätzlich Kugeln (8), vorzugsweise Glaskugeln enthält.

2. Schalldämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugeln einen Durchmesser zwischen 0,5 mm und 1,5 mm, vorzugsweise 0,5 - 0,8 mm aufweisen.

3. Schalldämpfer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugeln (8) als Hohlkugeln ausgebildet sind.

4. Schalldämpfer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkugeln mit einem schalldämmenden Gas, vorzugsweise Schwefelhexafluorid gefüllt sind.

5. Schalldämpfer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkugeln in ihrem Inneren ein Vakuum aufweisen.

6. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil der Kugeln (8) in dem faserverstärkten Kunststoff zwischen 75 Volumen % und 95 Volumen %, vorzugsweise bei etwa 85 Volumen % liegt.

7. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume (6) hinter den Auslässen (4) so bemessen sind, daß sie in etwa der Bedingung

$$f_0 = \frac{a}{200 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{\epsilon}{d \cdot l}} \text{ Hz}$$

genügen, wobei

f_0 die Frequenz ist, bei der der Schalldruckpegel des durchströmenden Mediums (2) in einem geschlossenen, aber ansonsten dem rohrförmigen Hohlkörpers (1) gleichartigen Körper sein Maximum aufweist, und
 a die Schallgeschwindigkeit,
 d die Hohlräumdicke,
 l die Wanddicke des rohrförmigen Hohlkörpers (1), sowie
 ϵ das Verhältnis der Summe der Lochflächen zur Gesamtfläche der Wandung des rohrförmigen Hohlkörpers angeben.

8. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume (6) hinter den Auslässen (4) so bemessen sind, daß für jede Frequenz einer zuvor ausgewählten Anzahl n von Frequenzen f_0 bis f_n , die von dem durchströmenden Medium (2) in einem geschlossenen, aber ansonsten dem rohrförmigen Hohlkörper (1) gleichartigen Körper emittiert werden, mindestens je ein Hohlräum (6) vorhanden ist, der in etwa der Bedingung

$$f_i = \frac{a}{200 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_i}{d_i \cdot l_i}} \text{ Hz} \quad \text{mit } i = 1, \dots, n$$

genügt, wobei

f_i eine Frequenz aus der ausgewählten Anzahl von n Frequenzen ist, die von dem, einen geschlossenen aber ansonsten dem rohrförmigen Hohlkörper (1) gleichartigen Körper durchströmenden Medium (2) emittiert werden, und
 a die Schallgeschwindigkeit,
 d_i die Hohlräumdicke des so bemessenen Hohlräums (6),
 l_i die Wanddicke des rohrförmigen Hohlkörpers (1) im Bereich des so bemessenen Hohlräums (6), sowie
 ϵ_i das Verhältnis der Summe der Lochflächen zur Gesamtfläche der Wandung des rohrförmigen Hohlkörpers (1) im Bereich des so bemessenen Hohlräumes (6) angeben.

9. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, daß der Außenabschluß (9) des Hohlkörpermantels aus einem faserverstärktem, vorzugsweise glasfaserverstärktem Kunststoff gebildet wird.

5

10. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer Mantel aus Blei (10) vorgesehen ist, der außerhalb des Hohlkörpermantels angeordnet ist.

10

11. Schalldämpfer nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Mantel aus Blei (10) eine Dicke von 0,5 mm bis 2 mm, vorzugsweise 1 mm aufweist.

15

12. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer Mantel aus Gummi (11) vorgesehen ist, der außerhalb des Hohlkörpermantels angeordnet ist.

20

13. Schalldämpfer nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Mantel aus Gummi (11) eine Dicke von 0,5 mm bis 1 mm, vorzugsweise 0,8 mm aufweist.

25

14. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 - 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung (3) des rohrförmigen Hohlkörpers (1) aus PVC gefertigt ist.

30

15. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 - 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung (3) des rohrförmigen Hohlkörpers (1) eine Dicke von 0,8 mm bis 2 mm, vorzugsweise 1,2 mm aufweist.

35

16. Schalldämpfer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung (3) des rohrförmigen Hohlkörpers (1) aus PVC gefertigt ist und außerhalb des Hohlkörpermantels zunächst ein weiterer Mantel aus Blei (10) vorgesehen ist und dann diesen umgebend wiederum ein weiterer Mantel aus Gummi (11) vorgesehen ist.

40

17. Schalldämpfer nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Wandung (3) des rohrförmigen Hohlkörpers (1) zwischen 0,8 mm und 2 mm, vorzugsweise bei 1,2 mm liegt, daß der weitere Mantel aus Blei (10) eine Dicke von 0,5 mm bis 2 mm, vorzugsweise 1 mm aufweist und der weitere Mantel aus Gummi (11) eine Dicke von 0,5 mm bis 1 mm, vorzugsweise von 0,8 mm.

50

55

FIG. 1

