

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 798 694 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.08.2003 Patentblatt 2003/33

(51) Int Cl.7: **G10K 11/172**

(21) Anmeldenummer: **97104736.0**

(22) Anmeldetag: **20.03.1997**

(54) **Reinigbarer Schalldämpfer für tiefe Frequenzen**

Cleanable low frequency sound attenuator

Atténuateur nettoyyable de bruit aux fréquences basses

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI NL

(30) Priorität: **29.03.1996 DE 19612572**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.10.1997 Patentblatt 1997/40

(73) Patentinhaber: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
ZUR FÖRDERUNG DER
ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.
80636 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Fuchs, Helmut, Dr. Prof.
71093 Weil (DE)**

- **Brandstät, Peter, Dipl.-Ing.
73650 Winterbach (DE)**
- **Heizmann, Markus, Dipl.-Ing.
79194 Freiburg (DE)**
- **Eckoldt, Dietmar, Dr.
71134 Aidlingen (DE)**
- **Rambausek, Norbert
71263 Weil der Stadt (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 1 476 629 DE-A- 3 807 680
DE-B- 2 821 069 FR-A- 873 027

EP 0 798 694 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen reinigbaren Schalldämpfer für tiefe Frequenzen.

Stand der Technik

[0002] Kammer-Schalldämpfer (SD), z.B. DE 23 21 549 C2, sind vom Wirkprinzip her bekannt. Damit eine breitbandige Wirkung der Lambda-Viertel- oder der Helmholtz-Resonatoren-SD erzielt wird, werden in diese poröse Absorber eingebaut. Dem Stand der Technik entsprechend sind das Glas- oder Mineralwollen, allgemein ausgedrückt silikatische faserige poröse Absorber, oder Metallwollen, meist Edelstahlwolle. Diese porösen Absorber verlieren bei Medien, die Schmutz enthalten, ihre akustischen Eigenschaften, weil der Schmutz die Schutzschichten vor dem porösen Absorber (Lochbleche, Vliese, Glasseidengewebe) und/oder den porösen Absorber selbst zusetzt. Wenn die akustisch wirksamen Hohlräume durch Schmutz verschlossen werden, verliert der SD einen Teil seiner Wirkung und muß gereinigt werden bzw. erneuert werden. Die Reinigung ist deshalb problematisch, weil entweder faserförmige Absorber dabei ausgetragen werden oder die Reinigung nicht über die gesamte Absorberdicke erfolgreich verläuft. Erfahrungsgemäß läßt die akustische Wirksamkeit solcher dem Stand der Technik entsprechender SD mit der Betriebsstunden-Zahl (Verschmutzung) und der Zahl der durchgeführten Reinigungen nach. Außerdem gibt es andere (technologische) Nachteile je nach Art der Verschmutzung (z.B. Brand- und Explosionsgefahr).

[0003] In Kanälen mit rundem oder eckigem Querschnitt werden Medien (Gase) gefördert, die neben Lärm auch Verschmutzungen transportieren. Diese Verschmutzungen reichern sich mit der Zeit an herkömmlichen SD-Einbauten an deren akustisch aktiver Oberfläche und im (porösen) akustisch wirksamen Material (Absorber) so stark an, daß die akustische Wirksamkeit verlorengeht.

[0004] DE-A-2 821 069 offenbart einen Schalldämpfer für Abluft in Industrieanlagen bei dem eine Wascheinrichtung für die Oberflächen von Schalldämpferkullissen angeordnet ist.

[0005] Die Erfindung vermeidet diese Nachteile. Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen leicht reinigbaren Schalldämpfer gemäß Oberbegriff zu schaffen.

[0006] Erfindungsgemäß wird dies erreicht durch einen Schalldämpfer nach Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Die Erfindung ist ein von Haus aus gegen Verschmutzung unempfindlicher SD, der keinerlei akustisch wirksames poröses Absorptionsmaterial enthält. Er kann zusätzlich mit einer mit Gas und/oder Flüssigkeit betriebenen Reinigungsanlage versehen werden, ohne daß sich seine akustischen Eigenschaften dadurch verschlechtern. Dabei ist es möglich,

a) die einzelnen Teil des SD getrennt zu reinigen,
b) die Teile des SD gleichzeitig zu reinigen,
c) die Reinigung periodisch durchzuführen oder
e) auf eine Reinigung während des Betriebes der Anlage oder während Abstellzeiten im Einbaustand des SD ganz zu verzichten und diesen bei Bedarf auszubauen, zu reinigen und dabei wieder einzubauen.

5

[0008] Anhand von Bild 1 soll die Wirksamkeit des SD erläutert werden:

In dem (runden oder eckigen) Kanal 1 wird über eine Länge L der SD mit gleichem Querschnitt eingebaut oder der SD wird an ein Kanalende angebaut. Der Querschnitt ist über die gesamte Länge des SD im allgemeinen konstant, damit der Druckverlust des SD gegenüber dem strömenden Gas möglichst gering bleibt. Der innere die Strömung führende Kanal 2 des SD wird durch in Lochblech ausgeführte Kanalstücke 3 unterbrochen. Die Geometrie dieser Lochbleche ist ein akustisch und aerodynamisch relevanter Parameter des SD. Er ist durch die Größe des Lochbleches, den Lochflächenanteil, die Lochdurchmesser und die Materialstärke des Lochbleches veränderbar. Durch die gelochte Wandung des inneren Kanals werden außen angebrachte Hohlkammern 4 akustisch an den inneren Kanal 2 angekoppelt, aber gleichzeitig strömungstechnisch von diesem getrennt. Die akustischen Parameter dieser Hohlkammern 4 sind ihre Länge (in Achsrichtung) und ihre Dicke (senkrecht zur Achsrichtung). Weil die Kammern auf Grund ihrer Geometrie nicht breitbandig absorbieren, müssen mehrere von ihnen so in Achsrichtung hintereinander angeordnet werden, daß eine den akustischen Erfordernissen angepaßte Dämpfung erreicht wird, die auch breitbandig sein kann.

20

25

30

35

[0009] Bild 2 zeigt beispielhaft die nach Norm bestimmte Einführungsdämpfung eines 4 m langen Rohr-SD mit 400 mm Durchmesser des Innenrohres.

40

[0010] Weil diese Hohlkammern-SD kein Absorptionsmaterial wie der Stand der Technik enthalten, ist eine Reinigung der Kammern 4 und der Lochbleche 3 möglich. Außerdem wird im erfindungsgemäßen reinigbaren SD die Kammer nicht über eine dünne Wand mit mehreren Öffnungen akustisch an den das Medium leitenden Kanal angekoppelt, sondern über nur eine Öffnung. Die Wand kann auch dick sein. Die Dicke ist akustischer Auslegungs-Parameter. Große Wandstärken können z.B. in SD für Tunnel-Abluft- und Zuluftanlagen auftreten, in denen die Kanäle gemauert oder aus Beton hergestellt sein können. In Stahlblech wurde bisher die größte Wand-Dicke mit 5 mm ausgeführt. Weiterhin müssen nach dem Stand der Erfindung die Öffnungen zueinander einen Abstand von einem Viertel der Wellenlänge der zu bedämpfenden Frequenzen haben. Auch hier unterscheidet sich der erfindungsgemäße reinigbare Schalldämpfer wesentlich vom Stand der Technik, weil die Abstände der Öffnungen frei wählbar sind.

45

50

55

[0011] Für die Reinigung werden die Reinigungsme-

dien 8 /Luft, Gas, Dampf, Wasser, Reinigungsmittel) den Kammern über außen (wie im Bild 1 dargestellt) oder in den Kammern oder im inneren Kanal liegende Rohrleitungen zugeführt. In den Kammern können radial oder tangential oder in beliebigem Winkel ausströmende, z. B. düsenförmige Öffnungen 9 das Reinigungs-Medium 8 gleichmäßig oder gezielt in die Kammern eindringen lassen. Es können auch siebähnliche Auslässe statt Düsen als Leitungsenden, die in den Kammern 4 münden, vorgesehen sein. An den Leitungsenden können auch bewegliche Düsen angeordnet sein, z.B. nach dem Rasensprengerprinzip oder auch nach dem Prinzip für Sprinkler. Bei gasförmigen Reinigungsmitteln (z.B. Druckluft) und staubförmigen, sich nicht verfestigenden Ablagerungen in den Kammern, kann auf eine Entsorgungsleitung 6 verzichtet werden. Der aufgewirbelte Staub tritt dann durch die Lochbleche in den inneren Kanal ein und wird dort mit dem Gasstrom aus dem Bereich des SD hinausbefördert. Das gleiche gilt, wenn der SD ständig mit einem Spülgas über die Reinigungsleitung 5 mit einem geringen Überdruck in den Kammern gegenüber dem Innen-Kanal 2 versehen wird, so daß in den Löchern der Lochbleche stets eine geringe Strömung von außen nach innen herrscht, so daß Schmutzpartikel nicht in die Löcher oder über diese in die Kammern 4 eindringen können. Werden kondensierender Dampf und/oder Reinigungs-Flüssigkeiten über die Reinigungsleitungen 5 den Kammern 4 zugeführt, kann auf die Entsorgungsleitung 6 nur in den Fällen verzichtet werden, in denen die SD senkrecht angeordnet sind und die Lochbleche 3 sich an den unteren Enden der Kammern 4 befinden, so daß die verschmutzte Reinigungsflüssigkeit durch die Löcher nach unten in den Kanal 1 laufen und dort entsorgt werden kann. Die Reinigung der Kammern wird entweder für jede einzeln über die Ventile 7 oder gruppenweise oder gleichzeitig über alle Kammern vorgenommen.

[0012] Vorteile des erfindungsgemäßen reinigbaren Kanal-SD sind

- breitbandige, berechenbare Wirksamkeit, auch bei tiefen Frequenzen, siehe Bild 2,
- einfacher und kostengünstiger Aufbau. Der SD kann auch nur aus einem Material gefertigt sein, so daß er nach Gebrauch ohne Probleme rückgeführt werden kann.
- Materialwahl nach den Anforderungen aus dem Medium, z.B. Stahl, Leichtmetall, Edelstahl, Kunststoff, Glas, sowohl für die SD als auch für die Reinigungsanlage.
- Druckverlust gegenüber der gleich langen Rohrleitung ohne SD ist vernachlässigbar. Im Rohr-SD-Prüfstand des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik konnte der Druckverlust des in Bild 2 gezeigten SD wegen Geringfügigkeit nicht bestimmt werden.

- Anregung der Kammern 4 durch Wirbel-Ablösung zu tonalen Komponenten (Orgelpfeifen-Effekt) wird durch die Lochblech-Abdeckung 3 der Öffnungen zwischen innerem Kanal 2 und den außen angeordneten Kammern 4 vermieden.
- Die SD können in Kanäle aller Druckstufen eingebaut werden, wenn sie entsprechend dicht gefertigt und als Druckgefäße ausgelegt werden.
- Die SD können, ähnlich wie Kulissen-SD, nach allen Richtungen zu größeren Einheiten zusammengefügt werden, um entsprechend hohe Gas-Durchsätze zu gewährleisten, oder auch einzeln parallel zueinander betrieben werden.
- Durch optimierte Düsenanordnung (auch Mehrfachdüsen) läßt sich ein hoher Reinigungsgrad erzielen.
- Der konstruktiven Vielfalt der Kammer-Anordnungen sind kaum Grenzen gesetzt. Bild 3 zeigt, wie bei geringer zur Verfügung stehender SD-Länge die Kammern so angeordnet werden können, daß der SD kurz und dafür dick wird.

Literatur:

[0013]

- 1) Brandstät, P.; Eckoldt, D.; Heizmann, M.; Ram-bausek, N.: Rohrschalldämpfer für tiefe Frequenzen. IBP-Mitteilungen (Entwurf)
- 2) Leistner, Ph.; Krüger, J.; Leistner, M.: Hybride Schalldämpfer - Hohe Dämpfung bei tiefen Frequenzen. Zur Veröffentlichung vorgesehen in: Heizung Lüftung/Klima Haustechnik.
- 3) Heizmann, Markus: Mineralwollefreier Rohr-Schalldämpfer für tiefe Frequenzen. Diplomarbeit an der Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik, 1995.

Patentansprüche

1. Reinigbarer Schalldämpfer für tiefe Frequenzen, dadurch gekennzeichnet, daß

- in einem Kanal (1) gelochte Kanalstücke (3) vorgesehen sind und die Kanalstücke (3) verschieden lang ausgeführt sind,
- die Kanalstücke (3) mit Kammern (4), die außen an dem Kanal (1) angeordnet sind, in Verbindung stehen und die Kammern als Schalldämpfer ausgebildet sind,

- feste oder bewegliche Düsen (9) zur Reinigung der Kammern (4) in den Kammern vorgesehen sind,
 - und die Kammern (4) über steuerbare Ventile oder andere Stellglieder, z.B. Drehschieber (7), mit Reinigungsmittelleitungen (8) in Verbindung stehen.
2. Reinigbarer Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** auch die Kanalstücke (3) einzeln reinigbar ausgeführt sind. 10
3. Reinigbarer Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Reinigung kontinuierlich oder periodisch durchführbar ist. 15
4. Reinigbarer Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kanäle (1) und/oder Kanalstücke (3) aus Blech, Kunststoff oder anderen festen Materialien wie Beton oder Mauerwerk bestehen. 20
5. Reinigbarer Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wandstärke der Kammern (4) in Abhängigkeit der akustischen Parameter ausgelegt ist. 25
6. Reinigbarer Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Längen der Kammern (4) nach dem Lambda-Viertel-Prinzip oder Helmholtz-Prinzip ausgebildet sind. 30
7. Reinigbarer Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Reinigungsanlagen (5 - 9) fest installiert oder verfahrbar ausgebildet sind. 40
8. Reinigbarer Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kammern (4) über die Reinigungsleitungen (5 und 6) miteinander akustisch verbunden sind. 45
9. Reinigbarer Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Reinigungsleitungen (5 und 6) durch die Stellglieder (7) akustisch verschlossen werden. 50
10. Reinigbarer Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 - 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Querschnitte in ihrer Form beliebig sind (rund, rechteckig, vieleckig) und kombinierbar sind, 55

z.B. Kanal (1) und innerer Kanal (2) quadratisch, Kammern (4) außen rund.

5 Claims

1. Cleanable sound attenuator for low frequencies, **characterised in that**
 - perforated duct sections (3) are provided in a duct (1) and the duct sections (3) are configured with different lengths,
 - the duct sections (3) connect with chambers (4) disposed externally on the duct (1) and the chambers are configured as sound attenuators,
 - fixed or movable nozzles (9) are provided in the chambers for cleaning the chambers (4),
 - and the chambers (4) connected to cleaning agent pipes (8) via controllable valves or other final control elements, e.g. rotary slide valves (7).
2. Cleanable sound attenuator according to Claim 1, **characterised in that** the duct sections (3) are also configured to be individually cleanable.
3. Cleanable sound attenuator according to Claim 1, **characterised in that** cleaning may be conducted continuously or periodically.
4. Cleanable sound attenuator according to one of Claims 1 - 3, **characterised in that** the ducts (1) and/or duct sections (3) are made of sheet metal, plastic or other solid materials such as concrete or masonry.
5. Cleanable sound attenuator according to one of Claims 1 - 4, **characterised in that** the wall thickness of the chambers (4) is defined as a function of the acoustic parameters.
6. Cleanable sound attenuator according to one of Claims 1 - 5, **characterised in that** the lengths of the chambers (4) are configured according to the quarter-wave principle or Helmholtz principle.
7. Cleanable sound attenuator according to Claim 1, **characterised in that** the cleaning installations (5 - 9) are fixedly installed or configured to be transportable.
8. Cleanable sound attenuator according to Claim 1, **characterised in that** the chambers (4) are acoustically connected to one another via the cleaning pipes (5 and 6).
9. Cleanable sound attenuator according to Claim 1, **characterised in that** the cleaning pipes (5 and 6)

are acoustically sealed by the final control elements (7).

10. Cleanable sound attenuator according to Claims 1 - 9, **characterised in that** the cross-sections are of any desired shape (round, rectangular, polygonal) and may be combined as desired, e.g. duct (1) and inner duct (2) square, chambers (4) round on the outside.

Revendications

1. Atténuateur de bruit nettoyable pour basses fréquences, **caractérisé en ce que**

- dans une canalisation (1) des tronçons de canalisation (3) sont prévus et
- les tronçons de canalisation (3) sont exécutés avec différentes longueurs,
- les tronçons de canalisation (3) sont en liaison avec des chambres (4), qui sont disposées en dehors sur la canalisation (1) et les chambres sont sous la forme d'atténuateurs de bruit,
- des tuyères fixes ou mobiles (9) sont prévues dans les chambres pour le nettoyage des chambres (4),
- et les chambres (4) sont en liaison, par des vannes contrôlables ou d'autres organes de commande, par exemple des vannes à commande tournante (7), avec des conduites d'agents de nettoyage (8).

2. Atténuateur de bruit nettoyable selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les tronçons de canalisation (3) sont exécutés de façon à être nettoyables individuellement.

3. Atténuateur de bruit nettoyable selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le nettoyage peut être effectué de façon continue ou périodiquement.

4. Atténuateur de bruit nettoyable selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les canalisations (1) et/ou les tronçons de canalisation (3) se composent de tôle, de plastique ou d'autres matières solides comme le béton ou la maçonnerie.

5. Atténuateur de bruit nettoyable selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'épaisseur des parois des chambres (4) est conçue

en fonction des paramètres acoustiques.

6. Atténuateur de bruit nettoyable selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les longueurs des chambres (4) sont formées d'après le principe de $\lambda/4$ ou le principe de Helmholtz.

7. Atténuateur de bruit nettoyable selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les installations de nettoyage (5 à 9) sont installées à demeure ou sont mobiles.

8. Atténuateur de bruit nettoyable selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les chambres (4) sont reliées ensemble acoustiquement par les conduites de nettoyage (5 et 8).

9. Atténuateur de bruit nettoyable selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les conduites de nettoyage (5 et 6) sont fermées acoustiquement par les organes de commande (7).

10. Atténuateur de bruit nettoyable selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les sections sont de forme quelconque (ronde, rectangulaire, polygonale) et sont combinables, par exemple la canalisation (1) et la canalisation intérieure (2) carrées, les chambres (4) extérieurement rondes.

- 1 Kanal
- 2 innerer Kanal
- 3 Lochblech-Kanalstücke
- 4 Hohlkammern
- 5 Reinigungsleitung
- 6 Entsorgungsleitung
- 7 Ventile

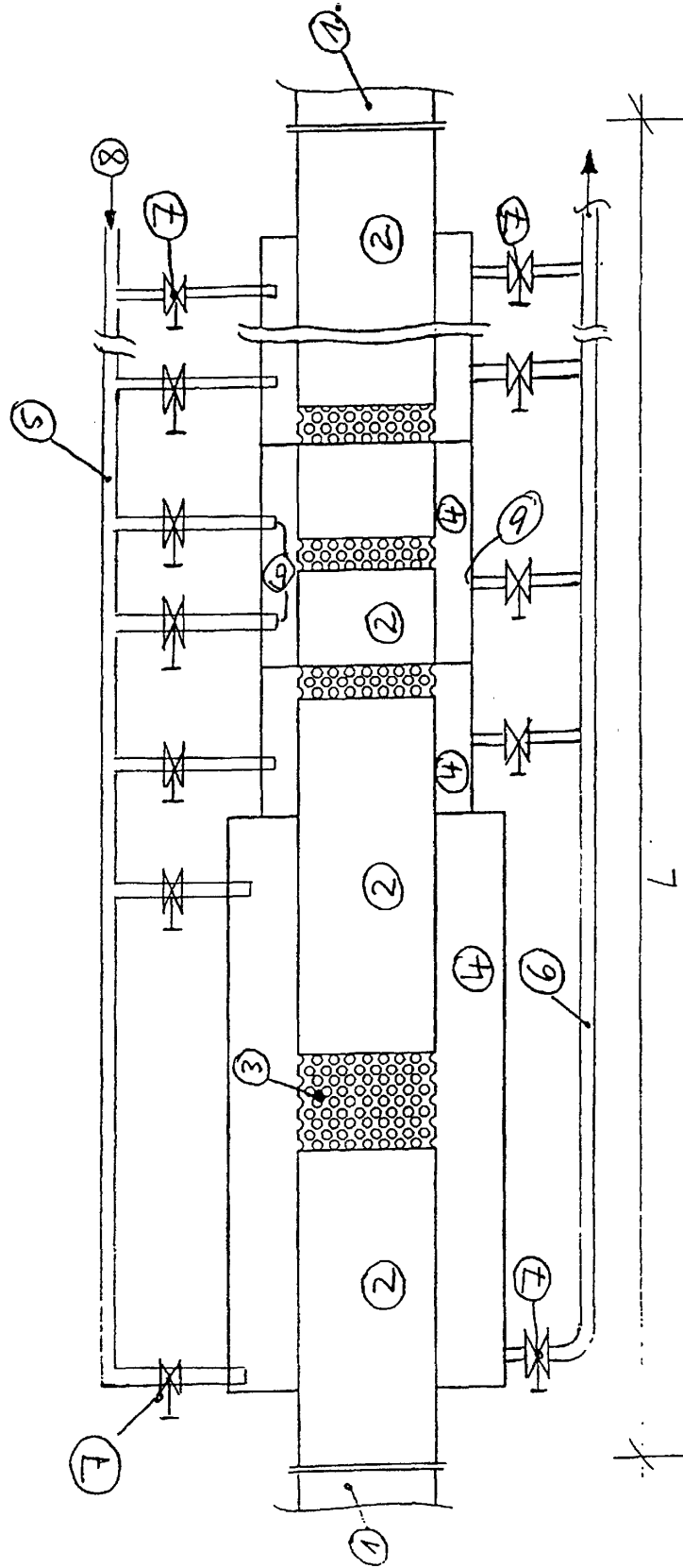


Bild 1: Schematischer Aufbau eines liegenden Kanal-SD mit Reinigungsanlage

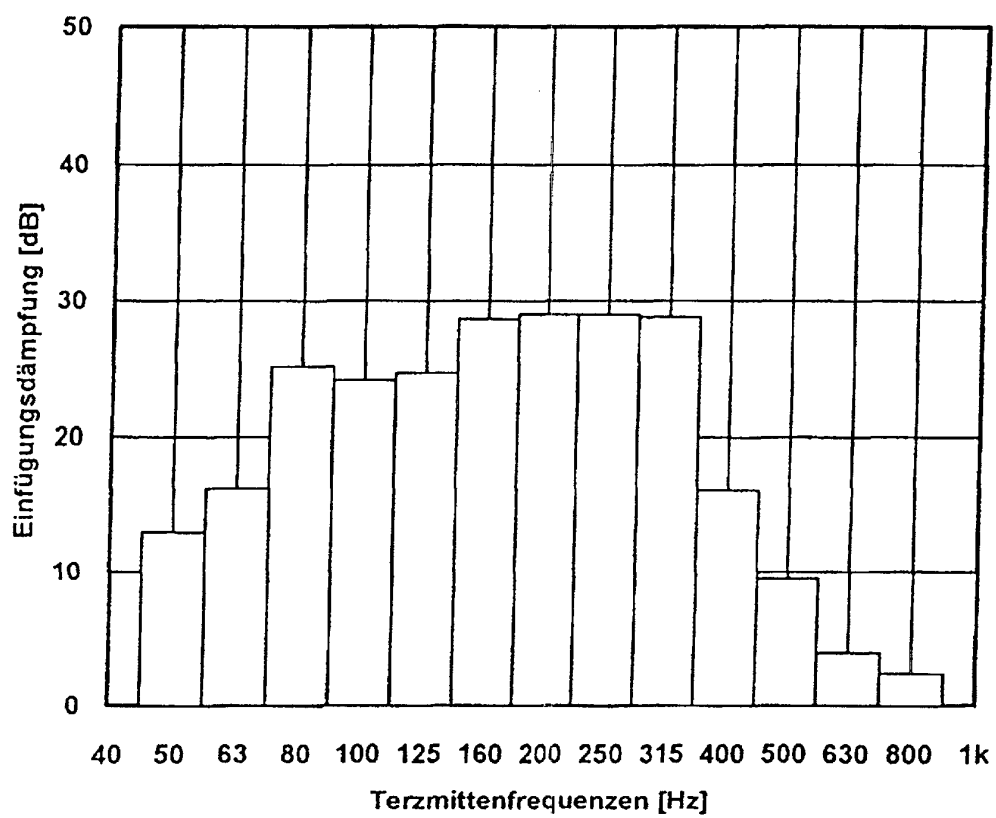
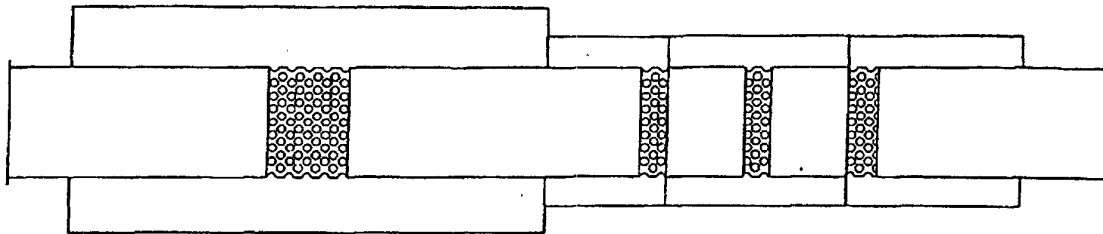
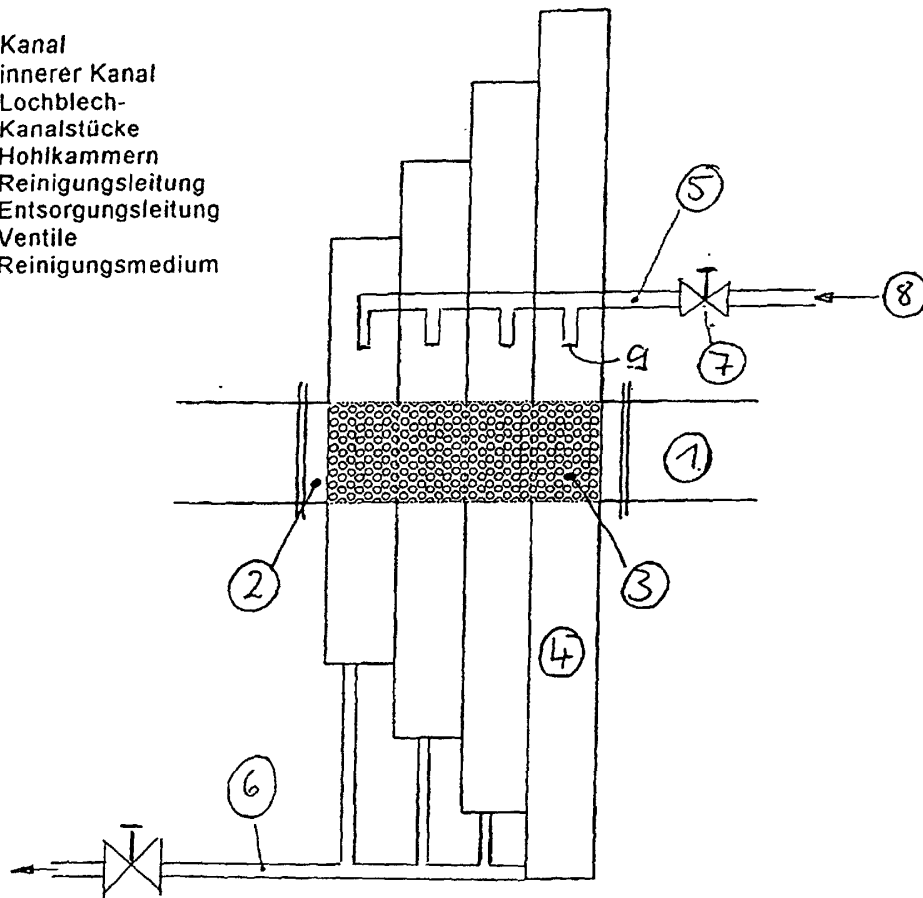
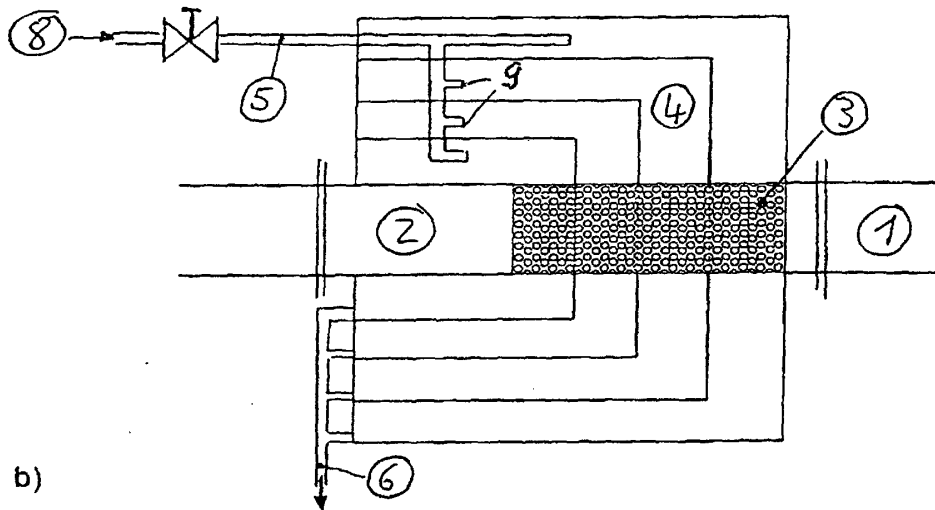


Bild 2: Längsschnitt und Einfügungsdämpfung eines 4 m langen Rohrschall-
dämpfers von 400 mm Durchmesser

- 1 Kanal
- 2 innerer Kanal
- 3 Lochblech-Kanalstücke
- 4 Hohlkammern
- 5 Reinigungsleitung
- 6 Entsorgungsleitung
- 7 Ventile
- 8 Reinigungsmedium



a)



b)

Bild 3: SD-Länge sparende alternative Anordnung der Kammern

a) Kammern radial parallel (muß nicht rechtwinklig zur Achse sein)

b) Kammern in paralleler Ausrichtung (muß nicht rechtwinklig angeordnet sein)