

(19)



(11)

EP 1 760 279 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.03.2007 Patentblatt 2007/10

(51) Int Cl.:
F01N 1/16 (2006.01) F01N 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06118826.4**

(22) Anmeldetag: **11.08.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **HÖRR, Micha**
73776, Altbach (DE)
• **POMMERER, Michael**
73066, Uchingen (DE)

(30) Priorität: **01.09.2005 DE 102005041692**

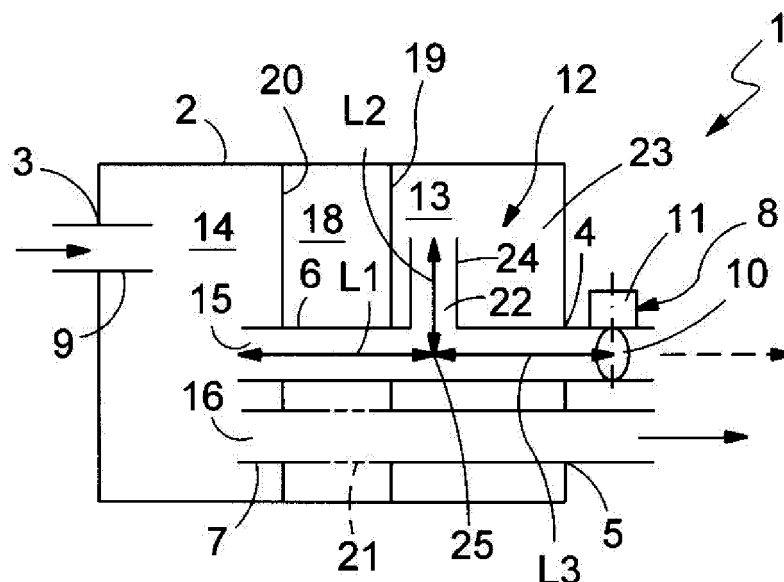
(74) Vertreter: **Patentanwalts-Partnerschaft**
Rotermund + Pfusch + Bernhard
Waiblinger Strasse 11
70372 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **J. Eberspächer GmbH & Co. KG**
73730 Esslingen (DE)

(54) Schalldämpfer für eine Abgasanlage

(57) Die Erfindung betrifft einen Schalldämpfer (1) für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse (2), das wenigstens einen Abgaseinlass (3) und wenigstens einen Abgasauslass (4, 5) aufweist und das einlassseitig oder auslassseitig wenigstens zwei Rohre (6, 7) aufweist, von denen zumindest eines mit einer Steuereinrichtung

(8) zumindest zwischen einem Offenzustand und einem Schließzustand schaltbar ist und mit einem Dämpfersystem (12) akustisch gekoppelt ist, derart, dass das Dämpfersystem (12) bei geöffnetem und bei geschlossenem Rohr (6) aktiv ist und bei geöffnetem Rohr (6) eine andere Dämpfungscharakteristik aufweist als bei geschlossenem Rohr (6).

Fig.1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schalldämpfer für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs.

[0002] Üblicherweise umfasst ein Schalldämpfer ein Gehäuse, das wenigstens einen Abgaseinlass und wenigstens einen Abgasauslass aufweist. Einlasseitig und auslasseitig können dabei Rohre in das Gehäuse hineinragen, wobei es grundsätzlich möglich ist, einlasseitig oder auslasseitig zumindest zwei Rohre vorzusehen, die parallel in das Gehäuse hinein- bzw. aus dem Gehäuse herausführen. Bei Schalldämpfern besteht allgemein das Problem, dass die Durchströmung des Schalldämpfers gegen einen Strömungswiderstand erfolgt, der stromauf des Schalldämpfers einen Druckanstieg in der Abgasanlage erzeugt. Dieser Druckanstieg kann bei bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine deren Leistung und deren Wirkungsgrad erheblich beeinträchtigen. Daher ist es grundsätzlich möglich, zumindest eines der parallelen Rohre mittels einer entsprechenden Steuereinrichtung bedarfsabhängig öffnen und sperren zu können. Bei kleinen Drehzahlen bzw. bei kleiner Last der Brennkraftmaschine ist das schaltbare Rohr geschlossen, während es bei größerer Drehzahl bzw. größerer Last öffnet. Durch dieses Hinzuschalten des schaltbaren Rohrs kann der Strömungswiderstand des Schalldämpfers beträchtlich reduziert werden. Es hat sich jedoch gezeigt, dass dieser Schaltvorgang mit einer zusätzlichen Geräuschabstrahlung in die Umgebung einhergehen kann, da die Dämpfung des Schalldämpfers grundsätzlich im Hinblick auf Betriebszustände mit niedrigem Abgasstrom optimiert ist.

[0003] Aus DE 197 43 446 A1 ist es bekannt, die Abgasanlage der Brennkraftmaschine zumindest in einem Abschnitt zweiflutig, also mit zwei separaten, parallel durchströmbaren Abgasleitungen auszubilden. In jeder dieser Abgasleitungen ist dann ein eigener Schalldämpfer angeordnet. Die beiden Schalldämpfer besitzen unterschiedliche Dämpfungscharakteristiken, sind also auf unterschiedliche Frequenzen oder Frequenzbereiche abgestimmt. Des Weiteren kann eine der Abgasleitungen mittels einer Steuerklappe geöffnet und gesperrt werden. Bei einem kleinen Abgasstrom ist die schaltbare Abgasleitung gesperrt, so dass nur der eine Schalldämpfer durchströmt ist. Bei großen Abgasströmen ist die schaltbare Abgasleitung geöffnet, so dass beide Schalldämpfer durchströmt werden.

[0004] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Schalldämpfer der eingangs genannten Art, eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich durch eine verbesserte Dämpfungswirkung sowie durch eine preiswerte Herstellbarkeit auszeichnet.

[0005] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Ge-

danken, ein schaltbares Rohr des Schalldämpfers mit einem Dämpfersystem akustisch zu koppeln, und zwar so, dass das Dämpfersystem einerseits bei geöffnetem und bei geschlossenem Rohr aktiv ist, also seine jeweilige Dämpfungswirkung entfaltet, und andererseits bei geöffnetem Rohr eine andere Dämpfungscharakteristik aufweist als bei geschlossenem Rohr. Durch diese Bauweise bildet das schaltbare Rohr auch im geschlossenen Zustand einen Bestandteil eines wirksamen Dämpfersystems, das beim Öffnen des Rohrs zwar seine Dämpfungscharakteristik verändert, jedoch aktiv bleibt. Besonders vorteilhaft ist dabei der Umstand, dass mit Hilfe einer Steuereinrichtung einerseits der Durchströmungswiderstand des Schalldämpfers steuerbar ist und andererseits die Dämpfungscharakteristik des Schalldämpfers variiert werden kann. Besonders vorteilhaft lässt sich dabei das an das schaltbare Rohr angeschlossene Dämpfersystem gezielt so auslegen, dass es bei beiden Schaltzuständen die störenden bzw. die am meisten störenden Frequenzen oder Frequenzbereiche bedämpft.

[0007] Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann das Dämpfersystem ein Volumen aufweisen, das mit dem wenigstens einen schaltbaren Rohr akustisch gekoppelt ist, also zusätzlich zum Volumen des schaltbaren Rohrs zur Verfügung steht. Dieses zusätzliche Volumen kann zur Realisierung unterschiedlicher Dämpfertypen genutzt werden, wie z.B. eines Helmholtz-Resonators oder eines $\lambda/4$ -Resonators oder einer Reflektionskammer. Dieses Volumen lässt sich dabei vorzugsweise zur Bedämpfung relativ niedriger Frequenzen oder Frequenzbereiche nutzen.

[0008] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0009] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0010] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0011] Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 bis 6 jeweils eine stark vereinfachte, schaltplanartige Prinzipdarstellung eines Schalldämpfers, bei unterschiedlichen Ausführungsformen.

[0012] Entsprechend den Fig. 1 bis 6 umfasst ein erfindungsgemäßer Schalldämpfer 1 ein Gehäuse 2 mit zumindest einem Abgaseinlass 3 und wenigstens einem Abgasauslass 4,5. Der Schalldämpfer 1 ist zum Einbau in eine hier nicht gezeigte Abgasanlage einer ebenfalls

nicht gezeigten Brennkraftmaschine vorgesehen, wobei die Brennkraftmaschine vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug angeordnet ist. Im vorliegenden Beispiel weist das Gehäuse 2 nur einen einzigen Abgaseinlass 3 auf, während es zwei getrennte Abgasauslässe 4, 5 besitzt. Das Gehäuse 2 ist an seiner Einlassseite oder an seiner Auslassseite mit wenigstens zwei Rohren 6, 7 ausgestattet. Bei den gezeigten Ausführungsformen sind jeweils genau zwei Rohre 6, 7 vorgesehen, die außerdem exemplarisch auslassseitig angeordnet und somit jeweils einem der Abgasauslässe 4, 5 zugeordnet sind. Grundsätzlich ist jedoch auch eine andere Ausführungsform möglich, bei welcher die beiden Rohre 6, 7 einlassseitig angeordnet sind.

[0013] Bei den hier gezeigten Ausführungsformen sind die beiden Rohre 6, 7 separat aus dem Gehäuse 2 herausgeführt. Dabei ist es grundsätzlich möglich, dass die beiden Rohre 6, 7 außerhalb des Gehäuses 2 zu einem gemeinsamen Rohr zusammengeführt sind. Bei einlassseitigen Rohren 6, 7 können diese außerhalb des Gehäuses 2 von einem gemeinsamen Rohr abzweigen. Ebenso ist es grundsätzlich möglich, dass die beiden einlassseitigen oder auslassseitigen Rohre 6, 7 noch innerhalb des Gehäuses 2 zu einem gemeinsamen Rohr zusammengeführt sind bzw. von einem gemeinsamen Rohr abzweigen.

[0014] Eines dieser Rohre 6, 7, hier das untere Rohr 7, ist permanent geöffnet. Im Unterschied dazu ist das andere Rohr 6, hier das obere Rohr 6, steuerbar oder schaltbar ausgestaltet. Zu diesem Zweck ist eine Steuereinrichtung 8 vorgesehen, mit deren Hilfe das steuerbare Rohr 6 geöffnet und geschlossen werden kann, also zumindest zwischen einem Offenzustand und einem Schließzustand schaltbar ist. Im Schließzustand des schaltbaren Rohrs 6 durchströmen die Abgase im Betrieb des Schalldämpfer 1 ausschließlich das permanent offene Rohr 7. Dementsprechend strömen die Abgase z. B. über ein Einlassrohr 9 durch den Abgaseinlass 3 in das Gehäuse 2 ein und über das permanent offene Rohr 7 durch den zugehörigen Abgasauslass 5 aus dem Gehäuse 2 heraus. Die Abgasströmung ist dabei durch Pfeile symbolisiert, die mit durchgezogener Linie gezeichnet sind. Im Offenzustand des schaltbaren Rohrs 6 können die Abgase zusätzlich über das schaltbare Rohr 6 durch den zugehörigen Abgasauslass 4 aus dem Gehäuse 2 abströmen, was durch einen mit unterbrochener Linie gezeichneten Pfeil symbolisiert ist.

[0015] Die Steuereinrichtung 8 kann beispielsweise eine Klappe 10 aufweisen, die im schaltbaren Rohr 6 angeordnet ist und mit einem Antrieb 11 zusammenwirkt. Dabei kann die Steuereinrichtung 8 wie in den Ausführungsformen der Fig. 1 und 3 bis 6 außerhalb des Gehäuses 2 angeordnet sein. Ebenso kann die Steuereinrichtung 8 wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 innerhalb des Gehäuses 2 angeordnet sein. Die Steuereinrichtung 8 kann passiv oder aktiv arbeiten. Die passive Steuereinrichtung 8 steuert das steuerbare Rohr 6 vorzugsweise in Abhängigkeit des herrschenden Abgas-

drucks. Der Antrieb 11 kann dann beispielsweise durch eine Rückstellfeder gebildet sein, welche die Klappe 10 in ihre Schließstellung vorspannt. Bei hinreichendem Abgasdruck wird die Klappe 10 aufgedrückt und so das steuerbare Rohr 6 geöffnet. Im Unterschied dazu kann eine aktive Steuereinrichtung 8 das steuerbare Rohr 6 in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, insbesondere in Abhängigkeit von Drehzahl und/oder Last der Brennkraftmaschine steuern. Beispielsweise schließt die Steuereinrichtung 8 das steuerbare Rohr 6 bei niedriger Last bzw. in einem unteren Drehzahlbereich. Bei höherer Last bzw. bei einem größeren Drehzahlbereich wird dann das steuerbare Rohr 6 geöffnet.

[0016] Erfindungsgemäß ist nun das schaltbare Rohr 6 mit einem Dämpfersystem 12 akustisch gekoppelt. Dieses Dämpfersystem 12 ist so ausgestaltet, dass es sowohl bei geöffnetem als auch bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 aktiv ist, jedoch vom Schaltzustand des schaltbaren Rohrs 6 abhängige Schaltcharakteristiken besitzt. Das bedeutet, dass das Dämpfersystem 12 bei geöffnetem schaltbaren Rohr 6 eine andere Dämpfungscharakteristik aufweist als bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6. Die unterschiedlichen Dämpfungscharakteristiken kennzeichnen sich durch die Bedämpfung unterschiedlicher Frequenzen bzw. Frequenzbereiche. Das Dämpfersystem 12 bedämpft somit bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 andere Frequenzen bzw. Frequenzbereiche als bei geöffnetem steuerbaren Rohr 6. Besonders vorteilhaft ist hierbei eine Auslegung des Dämpfersystems 12, bei welcher das Dämpfersystem 12 gezielt Störfrequenzen bzw. Störfrequenzbereiche bedämpft, die beim Schalten des schaltbaren Rohrs 6, also durch die geänderte Durchströmung des Schalldämpfers 1 entstehen. Bei entsprechender Abstimmung lässt sich der Übergang innerhalb der Geräuscentwicklung beim Schalten des schaltbaren Rohrs 6 glätten, wodurch eine sprunghafte Geräuschänderung vermieden oder zumindest stark abgeschwächt wird.

[0017] Das Gehäuse 2 enthält eine erste Kammer 13, durch welche beide Rohre 6, 7 hindurchgeführt sind. Des Weiteren ist eine zweite Kammer 14 im Gehäuse 2 ausgebildet, in welcher die beiden Rohre 6, 7 ihre offenen Enden 15, 16 aufweisen. Des Weiteren kommuniziert die zweite Kammer 14 mit dem Abgaseinlass 3.

[0018] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 sind nur diese beiden Kammern 13, 14 vorgesehen, die durch eine Trennwand 17, insbesondere gasdicht, voneinander getrennt sind. Im Unterschied dazu ist bei den Ausführungsformen der Fig. 1 und 3 bis 6 zusätzlich eine dritte Kammer 18 vorgesehen, die zwischen den beiden anderen Kammern 13, 14 angeordnet ist und durch welche die beiden Rohre 6, 7 hindurchgeführt sind. Die dritte Kammer 18 ist von der ersten Kammer 13 durch eine Trennwand 19, insbesondere gasdicht, getrennt. Des Weiteren ist die dritte Kammer 18 von der zweiten Kammer 14 durch eine Trennwand 20, insbesondere gasdicht, getrennt. Das permanent offene Rohr 7 ist mit der

dritten Kammer 18 akustisch gekoppelt. Die akustische Kopplung wird hierbei z.B. mittels einer Perforation 21 der Wandung des permanent offenen Rohrs 7 innerhalb der dritten Kammer 18 realisiert. Die dritte Kammer 18 dient dabei als Reflektionskammer und kann optional mit einem geeigneten Dämpfmaterial gefüllt sein. Bei einer anderen Ausführungsform kann anstelle einer Perforation 21 auch eine Öffnung in der Wandung oder eine Unterbrechung des permanent offenen Rohrs 7 vorgesehen sein, um den Reflexionsdämpfer auszubilden. Desweiteren kann die dritte Kammer 18 dabei auch als Resonanzvolumen für einen Helmholtz-Resonator dienen; das permanent offene Rohr 7 ist dann mit einem entsprechenden Abzweigrohr ausgestattet.

[0019] Entsprechend den Fig. 1 bis 6 weist das Dämpfersystem 12 ein Volumen 22 bzw. 23 auf, das mit dem schaltbaren Rohr 6 akustisch gekoppelt ist. Dieses Volumen 22, 23 kommt dabei zum Volumen des schaltbaren Rohrs 6 hinzu und wird zur Erzielung der gewünschten Dämpfungswirkung verwendet.

[0020] Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform umfasst das Volumen des Dämpfersystems 12 ein Rohrvolumen 22 eines Abzweigrohrs 24 sowie ein Kammer-volumen 23 der ersten Kammer 13. Das Abzweigrohr 24 zweigt vom schaltbaren Rohr 6 ab, und zwar so, dass es innerhalb der ersten Kammer 13 mündet. Das Abzweigrohr 24 kommuniziert einerseits mit dem schaltbaren Rohr 6 und andererseits mit der ersten Kammer 13. Bei dieser Ausführungsform umfasst das Dämpfersystem 12 bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 einen Helmholtz-Resonator, dessen Resonanzkammer durch die erste Kammer 13 gebildet ist und dessen Resonatorhals durch das Abzweigrohr 24 und den vom offenen Ende 15 bis zu einer Abzweigstelle 25 reichenden Abschnitt des schaltbaren Rohrs 6 gebildet ist. Die Dämpfungswirkung eines Helmholtz-Resonators resultiert einerseits aus dem Volumen der Resonanzkammer und andererseits aus dem Volumen des Resonatorhalses. Das Volumen des Resonatorhalses ist seinerseits durch die Halslänge und den Halsquerschnitt bestimmt. Die bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 wirksame Halslänge ist hier vereinfacht durch Doppelpfeile angedeutet, nämlich durch einen Pfeil L1, der die Länge des Abschnitts des steuerbaren Rohrs 6 vom offenen Ende 15 bis zur Abzweigstelle 25 repräsentiert, sowie durch einen Pfeil L2, der die Länge des Abzweigrohrs 24 repräsentiert. Die bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 aktive Halslänge ist somit die Summe der beiden einzelnen Halslängen L1 + L2.

[0021] Desweiteren ist bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 in diesem ein $\lambda/4$ -Resonator ausgebildet, dessen Resonatorlänge vom offenen Ende 15 des schaltbaren Rohrs 6 bis zur Verschlussstelle des schaltbaren Rohrs 6, also bis zur Klappe 10 reicht. Diese Resonatorlänge entspricht somit der Summe der beiden einzelnen Halslängen L1 + L3, wobei L3 der Abstand zwischen der Verzweigungsstelle 25 und der Verschlussstelle, also der Klappe 10 ist. Somit umfasst das Dämpfersystem 12

bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 zusätzlich besagten $\lambda/4$ -Resonator.

[0022] Bei offenem schaltbaren Rohr 6 ist jedoch nur noch die Länge L2 des Abzweigrohrs 24 aktiv, wodurch sich das Resonanzverhalten des Helmholtz-Resonators signifikant ändert, und zwar in Richtung höherer Frequenzen. Desweiteren ist bei geöffnetem schaltbaren Rohr 6 der obengenannte $\lambda/4$ -Resonator inaktiv.

[0023] Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform zunächst nur dadurch, dass das Abzweigrohr 24 an seinem vom schaltbaren Rohr 6 entfernten Ende durch einen Boden 26 verschlossen ist. Das Dämpfersystem 12 kann durch diese Maßnahme jedoch keinen Helmholtz-Resonator mehr aufbauen; vielmehr ist bei dieser Ausführungsform ein $\lambda/4$ -Resonator realisiert. Bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 ist die wirksame Länge des $\lambda/4$ -Resonators durch die Rohrlänge vom offenen Endes 15 des schaltbaren Rohrs 6 bis zum Boden 26 definiert, also durch die Summe der Längen L1 + L2. Im Unterschied dazu reduziert sich die wirksame Länge des $\lambda/4$ -Resonators bei geöffnetem schaltbaren Rohr 6 auf die Länge L2 des Abzweigrohrs 24. Auch hier verschiebt sich die Dämpfungswirkung somit in Richtung höherer Frequenzen. Hinzu kommt auch hier bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 der zusätzliche $\lambda/4$ -Resonator, dessen Resonatorlänge durch den Abstand des offenen Endes 15 von der Klappe 10, also durch die Summe der Längen L1 + L3 bestimmt ist. Bei geöffnetem schaltbaren Rohr 6 entfällt dieser zusätzliche $\lambda/4$ -Resonator. Somit umfasst das Dämpfersystem 12 bei dieser Ausführungsform grundsätzlich zwei $\lambda/4$ -Resonatoren, von denen der eine nur bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 aktiv ist, während der andere auch bei geöffnetem schaltbaren Rohr 6 aktiv ist, dann jedoch eine kürzere Resonatorlänge aufweist.

[0024] Optional ist es bei dieser Ausführungsform außerdem möglich, das Abzweigrohr 24 und/oder den Boden 26 mit einer Undichtigkeit zu versehen, so dass grundsätzlich eine kommunizierende Verbindung zwischen dem schaltbaren Rohr 6 und der ersten Kammer 13 vorhanden ist. Durch diese Undichtigkeit lässt sich die Bandbreite der Dämpfungswirkung des $\lambda/4$ -Resonators vergrößern.

[0025] Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform ist das Volumen des Dämpfersystems 12 somit ausschließlich durch das Rohrvolumen 22 des Abzweigrohrs 24 gebildet. Auf das Kammervolumen 23 kann für das Dämpfersystem 12 des schaltbaren Rohrs 6 verzichtet werden und lässt sich exemplarisch für den dem permanent offenen Rohr 7 zugeordneten Reflektionsdämpfer nutzen. Dementsprechend kommuniziert bei dieser Ausführungsform das permanent offene Rohr 7 über seine Perforation 21 mit der ersten Kammer 13. Die erste Kammer 13 kann bei dieser Ausführungsform optional mit geeignetem Dämpfmaterial gefüllt sein. Bei einer anderen Ausführungsform kann anstelle der Perforation 21 auch eine Öffnung in der Wandung oder eine Unter-

brechung des permanent offenen Rohrs 7 vorgesehen sein, um den Reflexionsdämpfer auszubilden. Desweiteren kann die erste Kammer 13 dann auch als Resonanzvolumen für einen Helmholtz-Resonator dienen; das permanent offene Rohr 7 ist dann mit einem entsprechenden Abzweigrohr ausgestattet.

[0026] Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform ist das Abzweigrohr 24 an seinem vom schaltbaren Rohr 6 entfernten Ende mit einer Lochblende 27 versehen. Hierdurch ergibt sich für das Dämpfersystem 12 ein $\lambda/4$ -Resonator mit einer relativ breitbandigen Dämpfungswirkung. Gleichzeitig kann das Kammervolumen 23 grundsätzlich als Resonanzvolumen für einen Helmholtz-Resonator dienen. Bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 ist die wirksame Länge des $\lambda/4$ -Resonators gegeben durch die Summe der Einzellängen $L1 + L2$ und für den Helmholtz-Resonator durch die Summe der Einzellängen $L1 + L2$. Zusätzlich ist auch hier bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 der weitere $\lambda/4$ -Resonator aktiv, dessen Resonatorlänge durch die Summe der Einzellängen $L1 + L3$ gebildet ist. Bei geöffnetem schaltbaren Rohr 6 reduzieren sich die aktiven Längen, nämlich für den $\lambda/4$ -Resonator auf die Einzellänge $L2$ und für den Helmholtz-Resonator ebenfalls auf die Einzellänge $L2$. Gleichzeitig ist der weitere $\lambda/4$ -Resonator bei geöffnetem schaltbaren Rohr 6 deaktiviert. Bei dieser Ausführungsform ist das Volumen des Dämpfersystems 12 sowohl durch das Rohrvolumen 22 als auch durch das Kammervolumen 23 gebildet.

[0027] Es ist klar, dass auch zwei oder mehr derartige Abzweigrohre 24 mit oder ohne Boden 26 bzw. Lochblende 27 vorgesehen sein können, die sich insbesondere durch unterschiedliche Rohrquerschnitte und/oder Rohrlängen voneinander unterscheiden und die insbesondere mit gleichen oder verschiedenen Kammern kommunizieren.

[0028] Bei den Ausführungsformen der Fig. 4 bis 6 umfasst das Volumen des Dämpfersystems 12 nur noch das Kammervolumen 23 der ersten Kammer 13. Ein Abzweigrohr 24 und somit ein Rohrvolumen 22 ist bei diesen Ausführungsformen nicht vorgesehen. Dennoch kommuniziert das schaltbare Rohr 6 mit der ersten Kammer 13. Hierzu weist das schaltbare Rohr 6 bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 eine Öffnung 28, bei der Ausführungsform gemäß Fig. 5 eine Perforation 29 und bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 eine Unterbrechung 30 auf. Für den Schließzustand des schaltbaren Rohrs 6 ergibt sich dadurch für das Dämpfersystem 12 jeweils ein Helmholtz-Resonator, dessen Halslänge durch die Einzellänge $L1$ gebildet ist, also durch den sich vom offenen Ende 15 bis zur "Abzweigstelle" 25 erstreckenden Abschnitt des schaltbaren Rohrs 6. Die Abzweigstelle 25 entspricht hierbei derjenigen Stelle, an welcher die Kommunikation zwischen der ersten Kammer 13 und dem schaltbaren Rohr 6, und kann auch als Verbindungsstelle 25 bezeichnet werden.

[0029] Darüber hinaus können auch hier im geschlossenen Zustand des schaltbaren Rohrs 6 grundsätzlich

die $\lambda/4$ -Resonatoren aktiv sein, deren wirksame Länge durch die Summe der Einzellängen $L1 + L3$ bestimmt ist.

[0030] Im Offenzustand des schaltbaren Rohrs 6 reduziert sich die Halslänge des Helmholtz-Resonators etwa auf den Wert Null. In der Folge liegt dann eine Reflexionskammer vor, die eine andere Dämpfungscharakteristik aufweist als der Helmholtz-Resonator.

[0031] Bemerkenswert ist, dass bei allen Ausführungsformen die Abzweigstelle 25 bzw. die Verbindungsstelle 25 zwischen dem schaltbaren Rohr 6 und der ersten Kammer 13 bzw. dem Abzweigrohr 24 vom offenen Ende 15 des schaltbaren Rohrs 6 beabstandet ist. Des Weiteren ist besagte Verbindungsstelle 25 zwischen dem offenen Ende 15 und dem Stellglied, also der Klappe 10 der Steuereinrichtung 8 angeordnet. Hierdurch ist gewährleistet, dass der zu bedämpfende Schall in jedem Fall bis zu dem Zusatzvolumen 22, 23 des Dämpfersystems 12 gelangt.

[0032] Die beschriebenen Helmholtz-Resonatoren und die beschriebenen $\lambda/4$ -Resonatoren sowie Kombinationen aus Helmholtz-Resonator und $\lambda/4$ -Resonator haben gemeinsam, dass sie im Betrieb nicht von den Abgasen der Abgasströmung durchströmt sind. Bei den genannten Resonatoren handelt es sich somit um Nebenschlussresonatoren. Im Unterschied dazu sind die Resonatoren, die mit einer Reflexionskammer arbeiten, im Hauptschluss angeordnet, also im Betrieb von den Abgasen der Abgasströmung durchströmt.

[0033] Bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 3 ist das Dämpfersystem 12 so ausgestaltet, dass es sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem schaltbaren Rohr 6 zumindest einen solchen Nebenschlussresonator aufweist. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 handelt es sich hierbei um einen Helmholtz-Resonator, bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 um einen $\lambda/4$ -Resonator und bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 um eine Kombination eines Helmholtz-Resonators und eines $\lambda/4$ -Resonators. Durch das Öffnen bzw. durch das Schließen des schaltbaren Rohrs 6 bleibt der jeweilige Nebenschlussresonator aktiv, ändert jedoch seine Dämpfungscharakteristik.

[0034] Im Unterschied dazu umfasst das Dämpfersystem 12 bei den Ausführungsformen der Fig. 4 bis 6 zwar grundsätzlich auch wenigstens einen Nebenschlussresonator, dieser ist jedoch nur bei geschlossenem schaltbaren Rohr 6 aktiv. Bei geöffnetem schaltbaren Rohr 6 verwandelt sich die Resonanzkammer des jeweiligen Helmholtz-Resonators in eine Reflexionskammer. Der damit arbeitete Reflexionsschalldämpfer ist durchströmt, also im Hauptschluss angeordnet. Insoweit wird bei diesen Ausführungsformen das Dämpfungsprinzip durch den Schaltvorgang des schaltbaren Rohrs 6 verändert, während bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 3 das Dämpfungsprinzip in beiden Schaltzuständen des schaltbaren Rohrs 6 gleich bleibt.

[0035] Es ist klar, dass die hier gezeigten Konfigurationen und Anordnungen der Kammern 13, 14, 18 und der Rohre 6, 7, 9 grundsätzlich nur exemplarisch sind,

so dass auch andere Konfigurationen und Anordnungen möglich sind. Beispielsweise müssen die beiden Rohre 6 und 7 ihre freien Enden 15, 16 nicht in der selben Kammer aufweisen; auch muss das Einlassrohr 9 nicht in der selben Kammer münden wie die anderen Rohre 6, 7. Beispielsweise kann das Einlassrohr 9 in der mittleren Kammer 18 münden, wobei dann die zugehörige Trennwand 20 gasdurchlässig ausgestaltet ist. Ebenso ist es möglich, dass beispielsweise das permanent offene Rohr 7 sein offenes Ende 16 in der mittleren Kammer 18 aufweist, wobei das permanent offene Rohr 7 zur Erzielung einer besonders großen Rohrlänge gebogen durch die zweite Kammer 14 hindurchgeführt sein kann.

Patentansprüche

1. Schalldämpfer für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse (2), das wenigstens einen Abgaseinlass (3) und wenigstens einen Abgasauslass (4, 5) aufweist und das einlassseitig oder auslassseitig wenigstens zwei Rohre (6, 7) aufweist, von denen zumindest eines mit einer Steuereinrichtung (8) zumindest zwischen einem Offenzustand und einem Schließzustand schaltbar ist und mit einem Dämpfersystem (12) akustisch gekoppelt ist, derart, dass das Dämpfersystem (12) bei geöffnetem und bei geschlossenem Rohr (6) aktiv ist und bei geöffnetem Rohr (6) eine andere Dämpfungscharakteristik aufweist als bei geschlossenem Rohr (6).
2. Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfersystem (12) ein mit dem wenigstens einen schaltbaren Rohr (6) akustisch gekoppeltes Volumen (22, 23) aufweist.
3. Schalldämpfer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**
 - **dass** das Volumen wenigstens ein Rohrvolumen (22) wenigstens eines Abzweigrohrs (24) umfasst, das vom wenigstens einen schaltbaren Rohr (6) abzweigt und mit diesem kommuniziert, und/oder
 - **dass** das Volumen ein Kammervolumen (23) einer ersten Kammer (13) des Gehäuses (2) umfasst, durch die das wenigstens eine schaltbare Rohr (6) hindurchgeführt ist und die mit dem wenigstens einen schaltbaren Rohr (6) kommuniziert.
4. Schalldämpfer nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**
 - **dass** das wenigstens eine Abzweigrohr (24) an seinem vom wenigstens einen schaltbaren

Rohr (6) entfernten Ende verschlossen ist, und/oder

- **dass** das wenigstens eine Abzweigrohr (24) mit einer ersten Kammer (13) des Gehäuses (2) kommuniziert, durch die das wenigstens eine schaltbare Rohr (6) hindurchgeführt ist, und/oder

- **dass** das wenigstens eine Abzweigrohr (24) an seinem vom wenigstens einen schaltbaren Rohr (6) entfernten Ende eine Lochblende (27) aufweist.

5. Schalldämpfer nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Rohr (6) in der ersten Kammer (13) eine Öffnung (28) oder eine Perforation (29) oder eine Unterbrechung (30) aufweist und durch diese mit der ersten Kammer (13) kommuniziert.
6. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kommunizierende Verbindung zwischen dem wenigstens einen schaltbaren Rohr (6) und dem wenigstens einen Abzweigrohr (24) und/oder der ersten Kammer (13) von einem im Gehäuse (2) angeordneten offenen Ende (15) des wenigstens einen schaltbaren Rohrs (6) beabstandet ist.
7. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**
 - **dass** von den wenigstens zwei einlassseitigen oder auslassseitigen Rohren (6, 7) zumindest eines permanent offen ist, und/oder
 - **dass** das wenigstens eine permanent offene Rohr (7) durch die erste Kammer (13) hindurchgeführt ist, und/oder
 - **dass** die wenigstens zwei eingangsseitigen oder ausgangsseitigen Rohre (6, 7) in einer zweiten Kammer (14) des Gehäuses (2), die mit dem wenigstens einen Abgaseinlass (3) oder mit dem wenigstens einen Abgasauslass (4, 5) kommuniziert, ihre offenen Enden (15, 16) aufweisen, und/oder
 - **dass** das wenigstens eine permanent offene Rohr (7) durch eine dritte Kammer (18) durchgeführt ist und mit dieser akustisch gekoppelt ist, und/oder
 - **dass** das wenigstens eine schaltbare Rohr (6) durch die dritte Kammer (18) hindurchgeführt ist, und/oder
 - **dass** die dritte Kammer (18) durch eine Trennwand (19) von der ersten Kammer (13) und/oder durch eine andere Trennwand (20) von der zweiten Kammer (14) getrennt ist.
8. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Steuereinrichtung (8) wenigstens eine im wenigstens einen schaltbaren Rohr (6) und innerhalb oder außerhalb des Gehäuses (2) angeordnete Klappe (10) aufweist, und/oder
- **dass** die Steuereinrichtung (8) das wenigstens eine schaltbare Rohr (6) passiv in Abhängigkeit des Abgasdrucks oder aktiv in Abhängigkeit von Drehzahl und/oder Last der Brennkraftmaschine steuert.

9. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Dämpfersystem (12) so ausgelegt ist, dass Störfrequenzen, die beim Schalten des wenigstens einen schaltbaren Rohrs (6) durch die geänderte Durchströmung des Schalldämpfers (1) entstehen, bedämpft werden.

10. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** das Dämpfersystem (12) bei geöffnetem und bei geschlossenem schaltbaren Rohr (6) einen Nebenschlussresonator umfasst, und/oder
- **dass** der Nebenschlussresonator bei geöffnetem und bei geschlossenem schaltbaren Rohr (6) jeweils ein Helmholtz-Resonator oder ein $\lambda/4$ -Resonator oder eine Kombination aus Helmholtz-Resonator und $\lambda/4$ -Resonator ist, und/oder
- **dass** das Dämpfersystem (12) bei geschlossenem schaltbaren Rohr (6) einen $\lambda/4$ -Resonator umfasst, dessen Resonatorlänge dem Abstand vom offenen Ende (15) des schaltbaren Rohrs (6) zum Verschluss des schaltbaren Rohrs (6) entspricht.

11. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die beiden Rohre (6, 7) innerhalb oder außerhalb des Gehäuses (2) von einem gemeinsamen Rohr abzweigen oder zu einem gemeinsamen Rohr zusammengeführt sind.

50

55

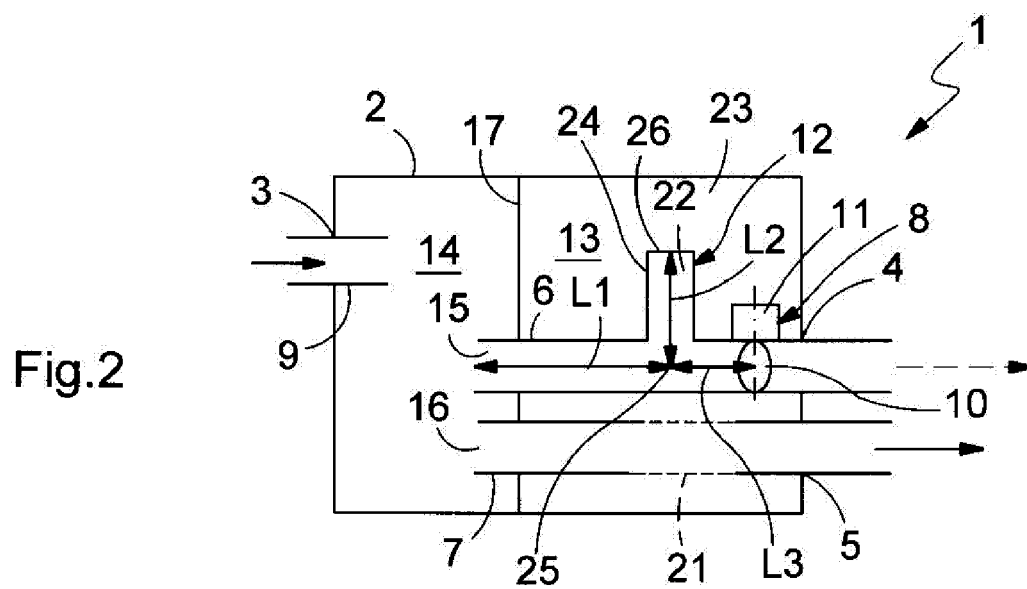
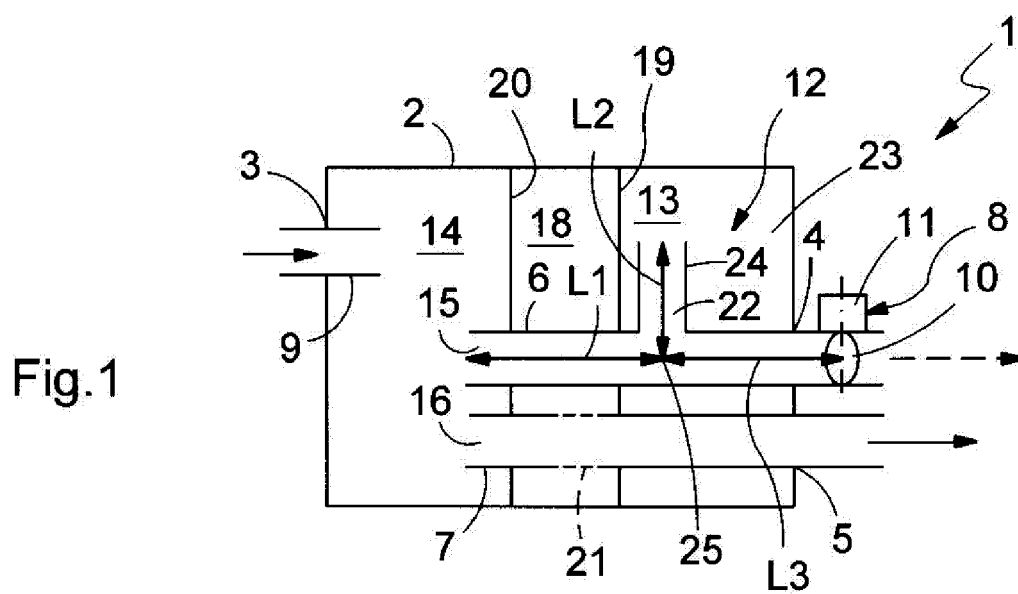


Fig.3

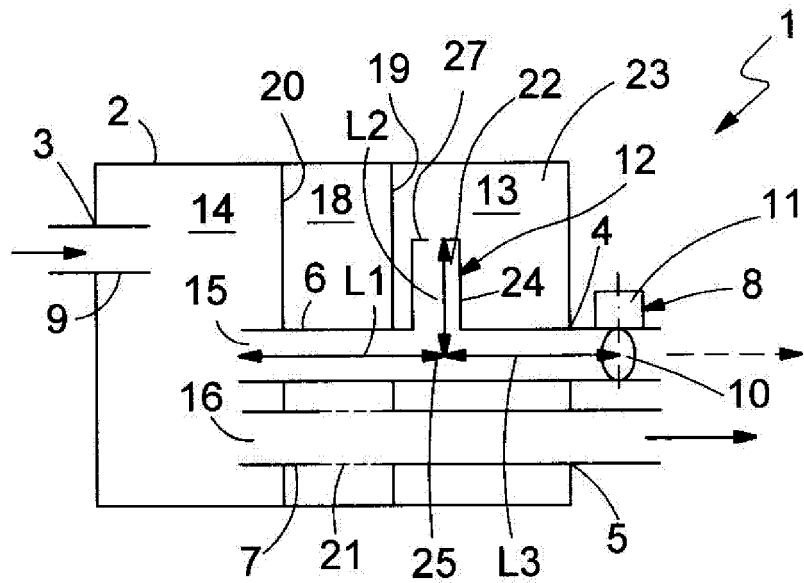
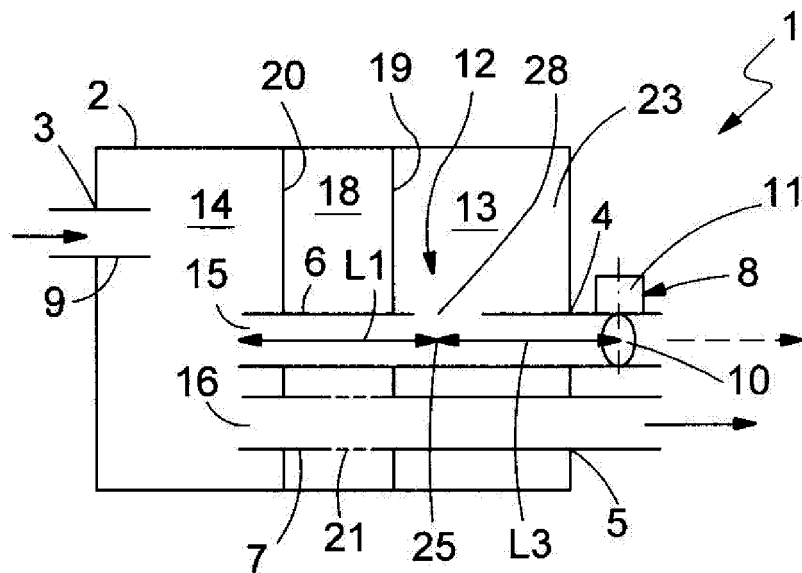


Fig.4



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 19743446 A1 [0003]