



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**14.03.2007 Patentblatt 2007/11**

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

(21) Anmeldenummer: **06018082.5**

(22) Anmeldetag: **30.08.2006**

(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:  
• **Dörge, Filip Albert Jozef Koen**  
**3990 Wijchmaal-Peer (BE)**  
• **Alexnat, John W. Jörg**  
**3700 Tongeren (BE)**  
• **Steenackers, Pieter D., Dr**  
**3030 Heverlee (BE)**

(30) Priorität: **13.09.2005 CH 14842005**

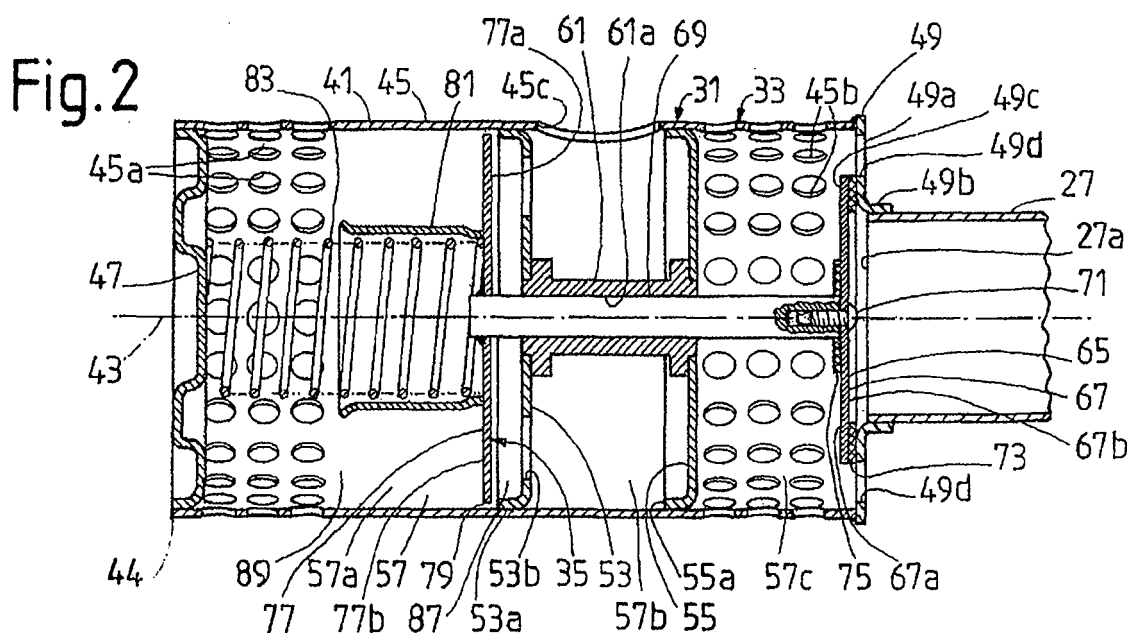
(71) Anmelder: **SCAMBIA INDUSTRIAL DEVELOPMENTS AKTIENGESellschaft**  
**9494 Schaan (LI)**

(74) Vertreter: **Braun, André jr. et al**  
**Braunpat Braun Eder AG**  
**Reussstrasse 22**  
**4054 Basel (CH)**

(54) **Schalldämpfer**

(57) Der Schalldämpfer hat zum Beispiel zwei oder mehr Auslässe mit je einem Durchgang, von denen mindestens dauernd offen ist und mindestens einer mit ein verstellbares Sperrelement (65) aufweisenden Ventilmitteln (31) mindestens teilweise absperrrbar oder freigebbar ist. Stellmittel (35) weisen eine Dose (41) und einen dieser angeordneten, mit dem Sperrelement (65) verbundenen Stellkörper (77) auf, um das Sperrelement (65) abhängig von der Strömungsrate und vom Druck des

dem Schalldämpfer zugeführten Gas zu verstellen. Der Stellkörper (77) unterteilt dem Dosen-Innenraum (57) in eine Hochdruck-Kammer (87) und eine Niederdruck-Kammer (89). Zwischen der Dosenwandung (44) und dem Stellkörper (77) ist ein gasdurchlässiger Spalt (79) vorhanden. Beim Betrieb wird ein Teil des dem Schalldämpfer zugeführten Gase in die Hochdruck-Kammer (87), durch den genannten Spalt (79) hindurch in die Niederdruck-Kammer (89) und aus dieser hinaus geleitet.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Schalldämpfer für strömendes Gas, insbesondere für pulsierend strömendes Abgas eines Verbrennungsmotors, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Wenn ein mit dem den Schalldämpfer aufweisenden Auspuff verbundener Verbrennungsmotor einen oder mehrere Zylinder mit je einen darin verschiebbaren Kolben aufweist, gibt der bzw. jeder Zylinder bei jedem vollen Arbeitszyklus des Zylinders und Kolbens einen Abgasstoss ab, so dass der Druck des Abgases im Auspuff als Folge dieser stossweisen Abgaszufuhr schwankt. Diese Schwankungen sind bei konstanter Motordrehzahl regelmässig sowie periodisch und werden auch als akustische Druckschwankungen bezeichnet. Die Frequenz dieser akustischen Druckschwankungen ist proportional zur Drehzahl des Motors und zur Anzahl der mit dem Auspuff verbundenen Zylinder.

**[0003]** Ferner bewirken Änderungen der Drehzahl und der abgegebenen Leistung des Motors Veränderungen der über eine volle Periode oder mehrere Perioden der akustischen Druckschwankungen gemittelten Strömungsrate. Diese Änderungen der Strömungsrate bewirken ihrerseits Änderungen des Drucks des Abgases oder sind mit solchen Druckänderungen verknüpft. Diese Druckänderungen sind nicht periodisch und im Allgemeinen langsamer als die akustischen, mehr oder weniger periodischen Druckschwankungen.

**[0004]** Der Schalldämpfer ist insbesondere für die Verwendung als Teil eines Auspuffs für einen Verbrennungsmotor eines Kraftwagens oder eventuell eines anderen Motorfahrzeugs vorgesehen und hat einen Durchgang, der mit Ventilmitteln teilweise oder vollständig absperrbar ist. Die Ventilmittel haben einen im und/oder am Durchgang angeordneten Ventilsitz und ein verstellbares Sperrelement. Durch das zeitweise, mindestens teilweise Absperren des Durchgangs können die Dämpfungseigenschaften des Schalldämpfers verändert und an die Strömungsrate des Abgases angepasst werden. Die Ventilmittel sind mit Stellmitteln versehen und/oder verbunden, um das Sperrelement in Abhängigkeit von der Strömungsrate des dem Schalldämpfer zugeführten Gases und/oder in Abhängigkeit von einem an einer bestimmten Stelle vorhandenen, mit der Strömungsrate verknüpften Druck bzw. von einem Druckunterschied des Gases selbsttätig zu verstellen. Dieser Druck bzw. Druckunterschied ist dabei von der Strömungsrate abhängig. Ein solcher Schalldämpfer, der vom Abgas selbst betätigbare Ventilmittel aufweist, wird auch etwa als semiaktiver Schalldämpfer bezeichnet.

**[0005]** Ein aus der Gebrauchsmusterschrift DE 89 08 244 U bekannter Schalldämpfer hat ein Einlassrohr und zwei Auslassrohre, von denen das eine einen Ventilsitz aufweist. Dieser ist durch eine sich von der Eintrittsöffnung des Auslassrohrs weg in der Strömungsrichtung konisch erweiternde Erweiterung des Auslassrohrs gebildet. Die Ventilmittel weisen ein, im Innenraum des Ge-

häuses angeordnetes Wellrohr auf, dessen eines Ende unbeweglich mit dem absperrbaren Auslassrohr verbunden ist. Das andere Ende des Wellrohrs ist durch einen verschiebbar geführten Schaft mit einem als Sperrelement zum Absperren des Ventilsitzes dienenden Ventilteller verbunden. Das Wellrohr ist an beiden Enden abgeschlossen und enthält einen Innenraum. Dieser ist durch eine Steuerleitung mit dem Durchgang des Einlassrohrs verbunden. Das Wellrohr ist etwas federnd und bildet also zudem Federmittel. Wenn kein oder nur wenig Abgas in den Schalldämpfer einströmt, wird der Ventilteller durch die Federkraft des Wellrohrs gegen dieses und gegen den Ventilsitz gezogen und an den letzteren angepresst. Mit zunehmender Strömungsrate des Abgases steigt der Druck des Abgases im Einlassrohr sowie im Wellrohr, so dass das letztere verlängert wird und den Ventilteller vom konischen Ventilsitz abhebt sowie weiter in die Erweiterung des Auslassrohrs hineinschiebt. Wenn der Abgasdruck im Wellrohr über einen bestimmten Druck-Grenzwert steigt, wird also der Durchgang des absperrbaren Auslassrohrs mit zunehmendem Abgasdruck sukzessive mehr und mehr geöffnet, bis der Ventilteller eine Endstellung erreicht. Wenn der Ventilteller vom Ventilsitz abgehoben wurde, strömt Abgas aus dem Innenraum des Schalldämpfers durch die Eintrittsöffnung des absperrbaren Auslassrohrs gegen den Ventilteller, wird durch diesen umgelenkt und strömt anschliessend durch den Ringspalt zwischen der Innenfläche des Auslassrohrs und dem Ventilteller hindurch. Danach strömt das Abgas in der Längsrichtung des Auslassrohres weiter durch dieses.

**[0006]** Das Wellrohr ist in der Gebrauchsmusterschrift DE 89 08 244 U nicht näher beschrieben. Bekannte Wellrohre haben jedoch einen deformierbaren, üblicherweise aus dünnem Blech bestehenden und etwas federnden Mantel. Der aus der DE 89 08 244 U bekannte Schalldämpfer hat daher unter anderem die Nachteile, dass das Wellrohr durch das heisse, beispielsweise eine Temperatur bis 600°C aufweisende und zudem korrosive Abgas stark beansprucht wird, so dass das Wellrohr relativ rasch ermüdet und nur eine kurze Lebensdauer hat. Ferner können sich feste Verunreinigungen, wie Russpartikel, im Inneren des Wellrohrs ansammeln und dessen Funktion beeinträchtigen. Des Weiteren kann sich bei einem Kaltstart Kondenswasser im Wellrohr ansammeln und die Korrosion noch verstärken. Zudem erlaubt das Wellrohr nur einen relativ kleinen Hub des Ventiltellers.

**[0007]** Der Ventilteller des aus der DE 89 08 244 U bekannten Schalldämpfers wird beim Öffnen des absperrbaren Auslassrohrs in der allgemeinen Strömungsrichtung des durch das Auslassrohr strömenden Abgases von der Auflagefläche des Ventilsitzes weg verschoben. Das Abgas hat daher beim Einströmen in das Auslassrohr, bei der Umlenkung durch den Ventilteller und beim Durchströmen des genannten Ringspalts eine grosse Strömungsgeschwindigkeit. Dies ergibt den Nachteil, dass das Abgas beim Umströmen des Ventiltellers ein starkes Strömungsgeräusch erzeugt. Dadurch

wird die Schalldämpfung des Schalldämpfers bei grossen Strömungsraten nach dem teilweisen Öffnen des absperrbaren Durchgangs verschlechtert. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Abgasdruck im Wellrohr nur relativ wenig grösser als der genannte Druck-Grenzwert ist und der Ventilteller in einer Zwischenstellung verbleibt, in welcher die vom Abgas erzeugte Druckkraft die vom Wellrohr erzeugte Federkraft ausgleicht und der zwischen der Innenfläche des Auslassrohrs und dem Ventilteller vorhandene Ringspalte nur schmal ist. Auch wenn der Ventilteller bei sehr grossen Abgas-Strömungsraten bis in seine Endstellung vom Ventil Sitz weg verschoben wurde, muss das Abgas noch den Ventilteller umströmen. Dabei ist auch zu beachten, dass ein Wellrohr, wie schön erwähnt, nur einen kleinen Hub des Ventiltellers ermöglicht, so dass der letztere dementsprechend nicht weit vom Ventil Sitz weg verschoben werden kann. Die beschriebene Umströmung des Ventiltellers im Auslassrohr hat zudem den Nachteil, dass der Ventilteller den Strömungswiderstand und den vom Schalldämpfer und Auspuff verursachten Gegendruck erhöht.

**[0008]** Bei dem aus der DE 89 08 244 U bekannten Schalldämpfer variiert die vom Wellrohr erzeugte Kraft im Rhythmus der Abgasstösse. Diese bei konstanter Drehzahl periodische Kraftänderung kann ein periodisches Öffnen und Schliessen des Ventils und Klappergeräusche verursachen. Dies ist umso mehr deshalb der Fall, weil die Eintrittsöffnung der in den Innenraum des Wellrohrs mündenden Steuerleitung im Mantel des Einlassrohrs liegt, welches das Abgas in den Gehäuse-Innenraum des Schalldämpfers leitet. Das durch die Steuerleitung in das Wellrohr geleitete Abgas hat daher einen Druck, der nur gleich dem statischen Druck und also kleiner als der Gesamtdruck des durch das Einlassrohr strömenden Abgases ist. Daher sind insbesondere die durch Änderungen der Strömungsrate verursachten Druckänderungen nur relativ klein. Dies ergibt wiederum den Nachteil, dass die durch das Wellrohr erzeugte Federkraft klein bemessen werden muss und dass die durch die Pulsation des Abgases verursachten, periodischen Kraftänderungen im Verhältnis zur Federkraft relativ gross sind.

**[0009]** Es sind auch Schalldämpfer bekannt, bei denen der Durchgang eines in den Innenraum des Schalldämpfers mündenden Einlassrohrs oder eines sich vollständig im Innenraum eines Schalldämpfers befindenden, verschiedene Kammern von diesem verbindenden Innenrohrs mit einem verstellbaren Sperrelement teilweise gesperrt werden kann.

Aus der Publikation DE 195 03 322 A sind zum Beispiel Schalldämpfer bekannt, bei denen ein Ventilteller zum Absperrn der in den Gehäuse-Innenraum mündenden Austrittsöffnung des Einlassrohrs vorhanden ist. Die zum Verstellen des Ventiltellers dienenden Stellmittel dieser Schalldämpfer weisen eine Dose und eine in dieser angeordnete, flexible Membran sowie eine Feder auf. Die Membran unterteilt den Dosen-Innenraum in eine Hochdruck-Kammer und eine Niederdruck-Kammer. Die

Hochdruck-Kammer ist mit einer Steuerleitung verbunden, die stromaufwärts von der Austrittsöffnung des Einlassrohrs sowie ausserhalb des Schalldämpfer-Gehäuses seitlich mit dem Einlassrohr verbunden oder in die Stange integriert ist, welche die Membran mit dem Ventilteller verbindet. In der Hochdruck-Kammer herrscht also entweder der pulsierende statische Druck oder der pulsierende Gesamtdruck des Abgases. Die Niederdruck-Kammer ist mit der Umgebungsatmosphäre verbunden, so dass in der Niederdruck-Kammer der mindestens kurzzeitig mehr oder weniger konstante und insbesondere nicht pulsierende Atmosphärendruck herrscht.

**[0010]** Die von der Membran erzeugte und auf dem Ventilteller übertragene Kraft variiert stark im Rhythmus der Abgasstösse. Das durch den Einlass strömende Abgas übt zudem auch eine direkt am Ventilteller angreifende Kraft auf diesen aus. Diese Kraft variiert ebenfalls im Rhythmus der Abgasstösse und hat die gleiche Richtung wie die vom Abgas auf die Membran ausgeübte Kraft. Die Ventile der aus der DE 195 03 322 A bekannten Schalldämpfer haben daher eine noch grössere Tendenz im Rhythmus der Abgasstösse zu klappern als das Ventil gemäss der DE 59 08 244 U.

**[0011]** Die Dose der Stellmittel der aus der DE 195 03 322 A bekannten Schalldämpfer ist ausserhalb des eigentlichen Schalldämpfer-Gehäuses angeordnet und braucht daher zusätzlichen Raum, der nicht für die eigentliche Schalldämpfung dient. Da die in der Dose angeordnete Membran sehr dünn sowie sehr flexibel sein muss und kaum aus Metall bestehen kann, wäre es wegen der hohen Temperaturen im Inneren des Gehäuses auch kaum möglich, die Dose mit der Membran im Inneren des Gehäuses anzuordnen.

**[0012]** Zudem ergibt die Anordnung der Dose ausserhalb des Gehäuses eine erhebliche Gefahr, dass bei der Dose oder bei einer diese mit dem restlichen Schalldämpfer verbindenden Steuerleitung ein Leck entsteht und heisses Abgas entweicht. Ferner ermöglicht eine Membran nur einen kleinen Hub des Ventiltellers. Des Weiteren ist die gasdichte Anordnung einer Membran in einer Dose komplex und teuer. Zudem können sich in der Hochdruck-Kammer der Dose feste Verunreinigungen, wie Russpartikel, und bei einem Kaltstart Kondenswasser ansammeln. Bei den aus der DE 195 03 322 A bekannten Schalldämpfern wird mit dem Sperrelement ferner - wie erwähnt - die Austrittsöffnung des Einlassrohrs abgesperrt, so dass die verfügbare Durchlassquerschnittsfläche für das aus dem Schalldämpfer-Gehäuse herausströmende Abgas mit dem Ventil nicht verändert werden kann. Des Weiteren wird das zum mindestens teilweisen Absperrn eines Durchgangs dienende Sperrelement bei den aus der DE 195 03 322 A bekannten Schalldämpfer beim Öffnen in der allgemeinen Strömungsrichtung verschoben, in der das Abgas durch den absperrbaren Durchgang strömt. Das Ventil gibt daher bei den Schalldämpfern gemäss der Publikation DE 195 03 222 A beim Öffnen ähnlich wie beim vorher beschrie-

benen, aus der DE 89 08 244 U bekannten Schalldämpfer in vielen Betriebszuständen nur kleine Durchgangsbe-  
reiche frei, so dass das Gas beim Durchströmen von die-  
sen starke Strömungsgeräusche erzeugt.

**[0013]** Die Patentschrift DE 125 837 C offenbart einen  
Schalldämpfer mit einem Gehäuse, einem Einlassrohr  
und einem Auslassrohr. Das letztere hat zwei seitliche,  
einander gegenüberstehende Öffnungen, die mit zwei  
an einer Stange befestigten Ventiltellern abgesperrt wer-  
den können. Eine Feder greift beim einen Ende der Stan-  
ge an dieser an.

**[0014]** Am anderen Ende der Stange ist ein trichter-  
förmiger Ansatz befestigt, welcher sich im Innern des Ge-  
häuses gegenüber der Austrittsöffnung des Einlass-  
Rohrs befindet. Die von der Feder auf die Stange aus-  
geübte Kraft ist bestrebt, die beiden Ventilteller quer zum  
Auslassrohr von den seitlichen Öffnungen des letzteren  
abzuheben.

**[0015]** Wenn ein Verbrennungsmotor mit dem Einlass-  
rohr des Schalldämpfers verbunden ist und diesen beim  
Betrieb stossweise Abgas zuführt, wird der Auslass des  
Schalldämpfers bei jedem zugeführten Abgasstoss  
durch das Ventil während einer gewissen Zeitdauer voll-  
ständig geschlossen und danach wieder geöffnet. Das  
Ventil erzeugt daher ein Klappergeräusch. Bei offenem  
Ventil strömt das Abgas durch die beiden Öffnungen des  
Auslassrohrs quer zu diesem in einander entgegenge-  
setzten Richtungen in das Auslassrohr hinein und wird  
dann in diesem scharf umgelenkt. Eine solche Strömung  
verursacht starke Turbulenzen und Geräusche. Diese  
Turbulenzen und Geräusche werden noch dadurch ver-  
stärkt, dass der zweite Ventilteller beim Öffnen in Bezug  
auf die allgemeine Strömungsrichtung in der durch ihn  
verschliessbaren Öffnung stromabwärts in das Innere  
des Auslassrohrs hineinverschoben wird und dort die  
Strömung zusätzlich stört.

**[0016]** Falls der Motor mehrere Zylinder aufweist, wie  
es bei modernen Motoren üblich ist, müsste wohl für je-  
den Zylinder ein separater Schalldämpfer vorgesehen  
werden, was sehr teuer wäre.

**[0017]** Da das Ventil bei jedem vom Motor zugeführten  
Abgasstoss vollständig geschlossen und wieder geöffnet  
wird, werden die beiden Ventilteller bei Verwendung ei-  
nes modernen Motors mit einer hohen Frequenz und mit  
hoher Geschwindigkeit hin und her verschoben. Das  
Ventil wird daher beim Betrieb einer starken Beanspru-  
chung unterworfen, die eine aufwändige und teure Her-  
stellung des Ventils des bzw. jedes für einen Motor er-  
forderlichen Schalldämpfers bedingt. Falls beim Betrieb  
die ebenfalls stark beanspruchte Feder brechen sollte,  
würde der Auslass dauernd vollständig geschlossen blei-  
ben, so dass kein Abgas mehr abströmen könnte. Diese  
könnte dann erhebliche weitere Schäden des Motors und  
Auspuffs verursachen.

**[0018]** Die Patentschrift US 6 427 645 B offenbart ei-  
nen Schalldämpfer, dessen Innenraum durch eine  
Trennwand in eine erste Kammer und eine zweite Kam-  
mer unterteilt ist. Die erste Kammer ist mit dem Abgas-

kanal des Zylinders eines Zweitaktmotors verbunden.  
Die zweite Kammer ist mit einem Auslass versehen. Die  
Trennwand hat drei entlang einem Kreis verteilte Öffnun-  
gen. Diese können mit einer Ventilplatte verschlossen  
werden. Die Ventilplatte ist mit entlang ihrem Umfang  
verteilten, deformierbaren und wellrohrartigen Füh-  
rungselementen geführt und durch eine Stange mit einer  
in der zweiten Kammer angeordneten Membran verbun-  
den, an der eine Feder angreift. Die Membran ist an der  
Wand des Gehäuses des Schalldämpfers befestigt und  
besteht gemäss der Schraffur anscheinend aus Gummi  
oder einem gummiartigen Material.

**[0019]** Wenn beim Betrieb in der zweiten Kammer ein  
grosser Druck herrscht und an der Membran angreift,  
wird die Ventilplatte an den von einer Fläche der Trenn-  
wand gebildeten Ventilsitz angedrückt und schliesst die  
Öffnungen der Trennwand ab, so dass kein Abgas aus  
der ersten Kammer hinausströmen kann. Wenn der  
Druck in der zweiten Kammer unter einen Grenzwert  
sinkt, wird die Ventilplatte durch die von der Feder er-  
zeugte Kraft stromaufwärts von der Trennwand abgehoben.

**[0020]** Da das Ventil in jedem Arbeitszyklus des den  
Schalldämpfer Abgase zuführenden Zylinders des Zwei-  
taktmotors vollständig geschlossen und wieder geöffnet  
wird, werden verschiedene Teile des Ventils und insbe-  
sondere die die Ventilplatte führenden, deformierbaren,  
wellrohrartigen Führungselemente sowie vor allem und  
die zum Verschieben der Ventilplatte dienende Membran  
sehr stark beansprucht.

**[0021]** Dies ist umso mehr deshalb der Fall, weil der  
Schalldämpfer unmittelbar am Motor angeordnet ist und  
das Abgas dementsprechend mit einer sehr hohen Tem-  
peratur in den Schalldämpfer einströmt. Die Herstellung  
eines solchen Schalldämpfers mit einer ausreichenden  
Lebensdauer ist daher wohl schwierig und aufwändig.  
Falls beim Betrieb die Feder brechen sollte, würden die  
Öffnungen in der Trennwand dauernd geschlossen blei-  
ben, was analog wie bei den aus der DE 125 837 C be-  
kannten Schalldämpfer weitere Schäden, insbesondere  
auch Schäden des Motors, zur Folge haben könnte.

**[0022]** Die US 6 427 645 offenbart auch noch einen  
Schalldämpfer mit einem Ventil, das eine verschwenk-  
bare Klappe aufweist. Die Klappe wird durch eine auf der  
Kurbelwelle des Motors angeordnete Kurvenscheibe und  
eine diese abtastende Stange gesteuert.

**[0023]** Dieser Schalldämpfer hat unter anderem die  
Nachteile, dass die genannte Stange von aussen durch  
einen Durchführung hindurch in den Innenraum des  
Schalldämpfers geführt werden muss, dass diese Stan-  
ge ausserhalb des Schalldämpfers Platz beansprucht  
und die Möglichkeiten für die Platzierung des Schall-  
dämpfers stark beschränkt.

**[0024]** Zudem sind beide aus der US 6 27 645 B be-  
kannten, vorgängig beschriebenen Schalldämpfer nur  
für einen Zweitaktmotor geeignet. Wenn ein solcher Mo-  
tor mehrere Zylinder aufweist, muss ferner für jeden Zy-  
linder ein separater Schalldämpfer hergestellt und mon-

tiert werden, was die Herstellungs- und Montagekosten erhöht.

**[0025]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Schalldämpfer zu schaffen, der mindestens einen mindestens teilweise absperzbaren Durchgang aufweist und Nachteile der bekannten Schalldämpfer vermeidet. Der Schalldämpfer soll insbesondere ausgehend von der DE 195 03 322 A ermöglichen, dass das Sperrelement durch die Pulsation des Abgases nur möglichst wenig bewegt wird. Ferner soll ermöglicht werden, dass die Stellmittel ausreichend beständig gegen hohe Temperaturen sind und dass die Stellmittel und insbesondere deren bewegliche Teile mindestens im Wesentlichen und vorzugsweise vollständig innerhalb des Gehäuses des Schalldämpfers angeordnet werden können. Des Weiteren soll möglichst weitgehend vermieden werden, dass sich feste Verunreinigungen und/oder Kondenswasser und/oder andere Flüssigkeiten in der mit der Steuerleitung verbundenen Kammer der Stellmittel ansammeln. Die Stellmittel sollen zudem eine grosse Verstellung des Sperrelements des Ventils ermöglichen. Ferner soll ermöglicht werden, dass das nach dem Öffnen des absperzbaren Durchgangs durch diesen strömende Gas nur möglichst wenig Strömungsgeräusche und nur einen möglichst geringen Gegendruck erzeugt. Ferner sollen der Schalldämpfer und insbesondere dessen zum Absperren und Freigeben des Durchgangs dienende Ventil- und Stellmittel robust und dauerhaft sein sowie einen störungsfreien Betrieb ermöglichen. Des Weiteren sollen der Schalldämpfer sowie dessen Ventil- und Stellmittel wirtschaftlich herstellbar sein.

**[0026]** Diese Aufgabe wird durch einen Schalldämpfer mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0027]** Vorteilhafte Weiterbildungen des Schalldämpfers gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

**[0028]** Der erfindungsgemässe Schalldämpfer kann beispielsweise in eine Auspuffanlage für einen Viertaktmotor mit mehreren Zylindern eingebaut werden. Der Einlass des erfindungsgemässen Schalldämpfers kann dann beispielsweise über vorgeschaltete Auspuffteile - wie etwa über Rohre, einen Katalysator und eventuell noch einen anderen Vor-Schalldämpfer - mit allen Zylindern oder mit mindestens zwei Zylindern des Motors verbunden werden. Der erfindungsgemässe Schalldämpfer kann jedoch auch für einen Zweitaktmotor mit nur einem einzigen Zylinder verwendet werden. Der Schalldämpfer kann des Weiteren relativ weit stromabwärts vom Motor angeordnet werden, so dass das Abgas beim Einströmen in den Schalldämpfer bereits eine kleinere Temperatur und kleinere Druckschwankungen hat als beim Ausströmen aus dem Motor.

**[0029]** Die Erfindung ergibt unter anderem den Vorteil, dass eine Pulsation des Abgases höchstens geringe Bewegungen des Sperrelements und insbesondere kaum ein rhythmisches Öffnen und Schliessen des Ventils verursacht.

**[0030]** Ferner ergibt die Erfindung den Vorteil, dass die Begrenzung der Hochdruck-Kammer und auch die

restlichen Ventilmittel aus bis zu hohen Temperaturen des Gases hitzefesten sowie korrosionsfesten Bauteilen hergestellt werden können, die eine lange Lebensdauer und einen strömungsfreien Betrieb der Ventilmittel gewährleisten. Hierzu sei angemerkt, dass die Hochdruck-Kammer der Stellmittel ausschliesslich durch formfeste Teile, nämlich durch die Dosenwandung und das bewegbar in der Dose angeordnete Stellorgan, insbesondere dessen Stellkörper, begrenzt werden können. Die Begrenzung der Hochdruck-Kammer der Stellmittel des erfindungsgemässen Schalldämpfers erfordert also - anders als bei vielen bekannten Schalldämpfern - weder eine deformierbare Membran noch ein deformierbares Wellrohr noch sonst einen deformierbaren Bauteil.

**[0031]** Des Weiteren ermöglicht die erfindungsgemässe Ausbildung des Schalldämpfers, das Sperrelement beim Öffnen des Ventils weit vom Ventilsitz wegzubewegen. Dies trägt wiederum dazu bei, zu vermeiden, dass das Abgas bei geöffnetem Ventil beim Umströmen des Sperrelements Strömungsgeräusche und einen grossen Gegendruck erzeugt.

**[0032]** Der Erfindungsgegenstand wird nun anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen Schalldämpfer mit sich in der Sperr-Stellung befindenden Ventil- und Stellmitteln,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch die sich in der Sperr-Stellung befindenden Ventil- und Stellmittel in grösserem Massstab,

Fig. 3 einen zur Fig. 1 analogen Längsschnitt durch den Schalldämpfer, aber mit sich in der Offen-Stellung befindenden Ventil- und Stellmitteln,

Fig. 4 einen zur Fig. 2 analogen Längsschnitt durch die Ventil- und Stellmittel, wobei diese sich aber wie in Fig. 3 in der Offen-Stellung befinden,

Fig. 5 eine Schrägansicht einer Variante der Ventil- und Stellmittel, und

Fig. 6 eine Schrägansicht der in Fig. 5 ersichtlichen Stellmittel, wobei die Dose der Stellmittel aufgebrochen ist.

**[0033]** Der in den Figuren 1 und 3 in verschiedenen Betriebszuständen dargestellte Schalldämpfer 1 ist zur Verwendung als Teil eines Auspuffs für einen Verbrennungsmotor vorgesehen. Der Schalldämpfer 1 hat ein vereinfacht gezeichnetes Gehäuse 3 mit einem im Querschnitt beispielsweise ungefähr kreisförmigen oder ovalen Mantel 3a und zwei bei dessen Enden angeordneten Endwänden 3b, 3c.

**[0034]** Das Gehäuse 3 umschliesst einen Gehäuse-Innenraum 5 und enthält zum Beispiel noch mindestens

eine Zwischenwand, nämlich zwei quer zum Mantel 3a verlaufende, an diesem befestigte Zwischenwände 7 und 9. Diese sind mindestens stellenweise gasdurchlässig, nämlich perforiert, und unterteilen den Gehäuse-Innenraum 5 in drei Innenraumbereiche 5a, 5b, 5c.

**[0035]** Der Schalldämpfer hat einen Einlass 11 mit einem von der Endwand 3b in den Gehäuse-Innenraum 5 hineinragenden Einlassrohr 13. Dieses durchdringt zum Beispiel die beiden Zwischenwände 7 sowie 9, ist an der Endwand 3b und beispielsweise auch noch an den Zwischenwänden 7, 9 befestigt und hat eine in den Innenraumbereich 5c mündende Austrittsöffnung 13a sowie eine Achse 15. Der Schalldämpfer hat ferner mindestens zwei Auslässe, nämlich einen ersten Auslass 21 mit einem ersten Auslassrohr 23 und einen zweiten Auslass 25 mit einem zweiten Auslassrohr 27. Die beiden Auslassrohre 23, 27 ragen von der Endwand 3c in den Gehäuse-Innenraum 3 hinein und durchdringen zum Beispiel noch die Zwischenwände 7, 9, so dass sie sich bis in den Innenraumbereich 5a erstrecken. Die beiden Auslassrohre 23, 27 sind an der Endwand 3c und zum Beispiel auch noch an den Zwischenwänden 7, 9 befestigt. Das erste Auslassrohr 23 hat an seinem sich im Gehäuse-Innenraum befindenden Ende eine dauernd offene Eintrittsöffnung 23a. Das zweite Auslassrohr 27 hat an seinem sich im Gehäuse-Innenraum befindenden Ende eine Eintrittsöffnung 27a und ist bei dieser mit Ventilmitteln 31 versehen, so dass der zweite Auslass 25 zeitweise mindestens annähernd dicht abgesperrt werden kann.

**[0036]** Das Einlassrohr 13 ist ausserhalb des Gehäuses 3 oder bei dessen Endwand 3b in üblicher Weise über andere Auspuffteile mit dem Verbrennungsmotor verbunden. Die beiden Auslassrohre 23, 27 haben zum Beispiel aus dem Gehäuse 3 herausragende, in die Umgebungsluft mündende Rohrabschnitte oder sind noch über zusätzliche Rohre mit der Umgebungsluft verbunden.

**[0037]** Die Ventilmittel 31 weisen ein in verschiedenen Betriebszuständen in den Figuren 2 und 4 ersichtliches Ventil 33 auf, das mit zu seiner Betätigung dienenden Stellmitteln 35 verbunden und/oder versehen ist. Die Ventilmittel 31 bzw. das Ventil 33 und die Stellmittel 35 weisen ein gemeinsames Gehäuse auf, das im Folgenden als Dose 41 bezeichnet wird. Die Dose 41 hat eine Dosenachse 43, und eine formfeste Dosenwandung 44. Diese besitzt einen die Dosenachse 43 umschliessenden, im Allgemeinen zylindrischen, im Querschnitt kreisförmigen Dosenmantel 45 und zwei Endwände 47, 49, von denen jede fest mit den Enden des Mantels 45 verbunden ist.

**[0038]** Die Endwand 47 hat an ihrem Aussenrand einen abgebogenen Flansch mit einem zum Dosenmantel parallelen, an diesen anliegenden Abschnitt und mindestens eine ringförmige Versteifungsrippe und/oder -nut oder dergleichen. Die Endwand 47 ist zum Beispiel kompakt und lochfrei. Die andere Endwand 49 ist ringförmig und besitzt einen ringförmigen, ebenen Abschnitt 49a und bei dessen innerem Rand einen Kragen 49b, der

von der Dose und der andern Endwand 47 weg nach aussen abgebogen und/oder abgewinkelt ist, an der Aussenfläche des zweiten Auslassrohrs 27 anliegt und am letzteren befestigt ist. Die Dose 41 wird dadurch fest mit dem zweiten Auslassrohr 27 verbunden und ist zum Beispiel auch noch an der Zwischenwand 7 anliegend sowie befestigt, könnte jedoch auch in Abstand von der letzteren stehen. Die Dose befindet sich mindestens zum Teil und nämlich vollständig im Gehäuse-Innenraum 5.

**[0039]** Der innerste, ringförmige Bereich des ebenen Abschnitts 49a der Endwand 49 der Dose 41 bildet einen Ventilsitz 49c, der auf seiner dem Dosen-Innenraum 57 zugewandten Seite eine ringförmige, ebene Auflage- oder Sitzfläche hat. Der Ventilsitz 49c ist unmittelbar bei der Eintrittsöffnung des absperrbaren Durchgangs des zweiten Auslasses in und/oder an diesen Durchgang angeordnet, so dass der Ventilsitz diese Eintrittsöffnung begrenzt und der Innenrand der ringförmigen Auflagefläche des Ventilsitzes diese Eintrittsöffnung umschliesst. Der äussere, den Ventilsitz umgebende, ringförmige Bereich des ebenen Abschnitts 49a der Endwand 49 ist zum Beispiel noch mit einigen entlang dem Umfang verteilten Gasdurchlasslöchern 49d versehen, die in den Innenraumbereich 57c der Dose münden. Die Dosenachse 43 bildet selbstverständlich auch die Achse des Ventilsitzes 49c und fällt mindestens ungefähr mit der Achse des mit der Dose verbundenen, geraden Endabschnitts des zweiten Auslassrohrs 27 zusammen. Hierzu sei noch angemerkt, dass bei der Herstellung des Schalldämpfers vorzugsweise die ganze Dose mit dem Ventilsitz hergestellt wird und die Dose dann mitsamt dem Ventilsitz mit dem Auslassrohr 27 verbunden und in den Schalldämpfer eingebaut wird, so dass eben die Dosenachse genau mit der Achse des Ventilsitzes zusammenfällt, während die Achse des Auslassrohrs eventuell wegen Fabrikationsungenauigkeiten ein wenig gegen die Dosenachse geneigt und/oder versetzt sein kann.

**[0040]** Die Dose 41 enthält zwei Zwischenwände 53, 55. Jede von diesen hat eine ebene, zur Dosenachse 43 senkrechte Scheibe und am Rand einen Kragen 53a bzw. 55a, der von der Scheibe auf deren dem Ventilsitz abgewandte Seite ragt, an der Innenfläche des Dosenmantels 45 anliegt und an diesem befestigt ist. Dabei ist zumindest die sich näher beim Ventilsitz 49c befindende Zwischenwand 55 mindestens einigermassen oder vollständig dicht mit dem Dosenmantel verbunden. Die weiter vom Ventilsitz 49c entfernte Zwischenwand 53 ist mit einem Kranz von Gasdurchlasslöchern 53b versehen und dementsprechend gasdurchlässig. Die Dose 41 umschliesst einen Dosen-Innenraum 57, der durch die Zwischenwände 53, 55 in drei Innenraumbereiche 57a, 57b, 57c unterteilt ist. Der am weitesten vom Ventilsitz entfernte Innenraumbereich 57a und der mittlere Innenraumbereich 57b sind durch die Gasdurchlasslöcher 53b miteinander verbunden, während der mittlere Innenraumbereich 57b und der an den Ventilsitz 49c angrenzende Innenraumbereich 57c mindestens einigermassen dicht voneinander getrennt sind.

**[0041]** Der Dosenmantel 45 hat in der Nähe von jedem seiner beiden Enden einen ringförmigen Bereich, der mit einer Anzahl entlang dem Umfang verteilter Gasdurchlasslöcher 45a bzw. 45b versehen ist. Die Gasdurchlasslöcher 45a münden in den Innenraumbereich 57a, während die Gasdurchlasslöcher 45b in den Innenraumbereich 57c der Dose münden. Der Dosenmantel besitzt ferner eine bei einer Umfangsstelle zwischen den Gasdurchlasslöchern 45a, 45b angeordnete Öffnung 45c, die in den mittleren, zwischen den beiden Zwischenwänden 53, 55 vorhandenen Innenraumbereich 57b mündet. Die Öffnung 45c dient als Steuerleitungsanschluss und ist bei ihrem Rand fest und dicht mit einer aus einem gebogenen Rohr bestehenden Steuerleitung 59 verbunden. Die Steuerleitung 59 ragt durch ein Loch im Mantel des Einlassrohrs 13 in den von diesem begrenzten Durchgang hinein, ist beim genannten Loch im Mantel des Einlassrohrs fest und mindestens einigermassen dicht mit diesem verbunden und hat einen sich im Einlassrohr befindenden, gebogenen Abschnitt mit einem geraden, mindestens ungefähr zur Achse 15 parallelen sowie ungefähr koaxialen Endabschnitt 59a. Dieser hat eine Eintrittsöffnung 59b, die in einer mindestens annähernd zur Achse 15 des Einlassrohrs senkrechten Ebene liegt, ungefähr konzentrisch zum Einlassrohr ist und dem sich stromaufwärts von der Steuerleitung befindenden Bereich des Einlassrohrs zugewandt ist. Der Aussendurchmesser der Steuerleitung 59 ist deutlich kleiner als der Innendurchmesser des Einlassrohrs 13. Zwischen der Innenfläche des Einlassrohrs 13 und den geraden, zur Achse 15 parallelen Endabschnitt 59a der Steuerleitung ist daher ein ringförmiger, den Endabschnitt 59a unterbrochlos umschliessender, freier Bereich des Durchgangs vorhanden. Die Querschnittsfläche des Durchgangs der Steuerleitung ist deutlich kleiner als die Querschnittsfläche des Durchgangs des Einlassrohrs und beträgt vorzugsweise höchstens 50%, vorzugsweise mindestens 5% sowie zum Beispiel ungefähr 15% bis 35% der letztgenannten Querschnittsfläche.

**[0042]** Die Eintrittsöffnung 59b der Steuerleitung 59 befindet sich im Einlassrohr 13 selbstverständlich stromaufwärts von dessen Austrittsöffnung 13a und hat von dieser einen Abstand, der mindestens gleich dem 1-fachen und vorzugsweise mindestens gleich dem 3-fachen Innendurchmesser des Einlassrohrs 13 ist.

**[0043]** Im mittleren Innenraumbereich 57b der Dose 41 ist eine zur Dosenachse 43 koaxiale Buchse 61 unbeweglich angeordnet. Die Buchse ragt in zentrale Löcher der beiden Zwischenwände 53 und 55 hinein und ist mindestens einigermassen dicht an diesen befestigt. Die Buchse hat ein durchgehendes, zur Dosenachse koaxiales Loch 61a.

**[0044]** Das Ventil 33 weist ein verstellbares, nämlich parallel zur Dosenachse 43 verschiebbares Sperrelement 65 zum zeitweisen, mindestens annähernd dichten Absperren des Durchgangs des Ventilsitzes 49c und des zweiten Auslassrohrs 27 ab. Das Sperrelement 65 weist einen Ventilkörper 67, nämlich einen plattenförmigen

Ventilteller 67 auf, der im Wesentlichen aus einer ebenen, kreisförmigen, formfesten, metallischen Platte oder Scheibe besteht, im Zentrum ein Loch hat und mit einer diese durchdringenden Schraube 71 an einer Stange 69 befestigt ist. Die Stange 69 durchdringt das Loch 61a der Buchse 61 und ist mit kleinem Spiel verschiebbar in der Buchse geführt. Der Ventilteller ist auf seiner dem Ventilsitz 49c zugewandten Seite bei seinem Aussenrand mit einem ringförmigen Dämpfungselement 73 versehen, mit dem der Ventilteller in der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Sperr-Stellung des Ventils auf dem Ventilsitz aufliegt. Der Ventilteller ist auf seiner dem Ventilsitz abgewandten Seite mit einem ringförmigen Dämpfungselement 75 versehen, welches das Ende der Stange 69 umschliesst und in der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Offen-Stellung des Ventils an der Zwischenwand 55 und/oder an der Buchse 61 anliegt. Das Dämpfungselement 75 bildet zusammen mit der Zwischenwand 55 und/oder der Buchse 61 Anschlagmittel, welche die Offenstellung des Ventiltellers festlegen. Die beiden Dämpfungselemente 73, 75 sind beispielsweise ein wenig deformierbar, bestehen zum Beispiel aus Drahtstücken, etwa je aus einer oder mehreren Drahtgeflecht-Lage(n) oder aus einem aus Drahtstücken gebildeten Vlies oder dergleichen und sind beispielsweise durch einige punktförmige Schweißverbindungen an der Scheibe des Ventiltellers befestigt.

**[0045]** Der Ventilkörper bzw. Ventilteller 67 hat auf seiner dem Ventilsitz abgewandten Seite eine erste Fläche 67a und auf seiner dem Ventilsitz zugewandten Seite eine zweite Fläche 67b. Der Aussendurchmesser der ebenen Auflagefläche des Ventilsitzes 49c und der Durchmesser des Ventiltellers 67 sind deutlich kleiner als der Innendurchmesser des Dosenmantels 45 und betragen vorzugsweise höchstens 90% und zum Beispiel ungefähr 70% bis 80% des Innendurchmessers des Dosenmantels. Dementsprechend ist bei allen Stellungen des Ventiltellers zwischen dessen Umfangsrand und dem Dosenmantel ein freier, ringförmiger, ziemlich breiter Bereich des Dosen-Innenraums vorhanden. Die Summe der Querschnittsflächen der Gasdurchlasslöcher 49b und 49c des Dosenmantels 45 und der Endwand 49 der Dose 41 ist wesentlich grösser als die Querschnittsfläche des Durchgangs des zweiten Auslassrohrs 27.

**[0046]** Die Stellmittel 35 besitzen ein formfestes, in der Dose 41 entlang der Dosenachse verschiebbares Stellorgan. Dieses weist als Hauptbestandteil einen formfesten Stellkörper 77, nämlich eine kreisförmige, mindestens im Wesentlichen ebene metallische Stellplatte oder Stellscheibe 77 auf. Der Stellkörper 77 ist verschiebbar im Innenraumbereich 57a der Dose 41 angeordnet ist, hat im Zentrum ein Loch und ist bei diesem an dem in den Innenraumbereich 57a hineinragenden Endabschnitt der Stange 69 befestigt. Der Stellkörper 77 hat auf seiner dem Ventilsitz zugewandten Seite eine erste Fläche 77a und auf seiner dem Ventilsitz abgewandten Seite eine zweite Fläche 77b. Der Durchmesser des Stellkörpers 77 ist ein wenig, vorzugsweise mindestens

0,5 mm, sowie vorzugsweise höchstens 3 mm und beispielsweise etwa 1 mm bis 2 mm, kleiner als der Innendurchmesser des Dosenmantels 45, so dass zwischen dem letzteren und dem Stellkörper ein freier, gasdurchlässiger Ringspalt 79 vorhanden ist, der den Stellkörper vollständig sowie unterbruchslos umschliesst und dessen Breite entsprechend den angegebenen Durchmesserunterschieden vorzugsweise mindestens 0,25 mm, vorzugsweise höchstens 1,5 mm und zum Beispiel etwa 0,5 mm bis 1 mm beträgt. Die Querschnittsfläche des Ringspalts 79 ist vorzugsweise kleiner als die Durchlass-Querschnittsfläche der Steuerleitung 59 und beträgt vorzugsweise höchstens 60% und noch besser höchstens 50% der Durchlass-Querschnittsfläche der Steuerleitung. Der Innendurchmesser des Dosenmantels 45 und der Durchmesser des Stellkörpers 77 sind auch noch derart bemessen, dass die Durchlass-Fläche des Ringspalts 79 vorzugsweise höchstens 15%, vorzugsweise mindestens 1% und beispielsweise ungefähr 3% bis 10% der ganzen Querschnittsfläche des den Stellkörper enthaltenden Bereichs des Dosen-Innenraums 57 beträgt.

**[0047]** An der dem Ventilsitz abgewandten Seite der Stellscheibe ist eine Hülse 81 befestigt. Diese ist mindestens zum grössten Teil zylindrisch sowie im Querschnitt kreisförmig und an ihrem der Stellscheibe abgewandten Ende offen. Der Aussendurchmesser des zylindrischen Hauptteils der Hülse ist deutlich kleiner als der Innendurchmesser des Dosenmantels 45 und beträgt höchstens 70%, mindestens 30% und zum Beispiel ungefähr 45% bis 55% des Dosenmantel-Innendurchmessers. Die Stellmittel weisen ferner Federmittel mit einer Feder 83 auf, die als Druck-Schraubenfeder ausgebildet ist. Das eine Ende der Feder 83 liegt an der Endwand 47 der Dose 41 an und wird durch eine gegen den Dosen-Innenraum hin vorstehende Erhöhung der Endwand 47 zentriert. Das andere Ende der Feder greift an der Stellkörper 77 an. Die Feder ragt zum Beispiel in die Hülse 81 hinein und hat einen Aussendurchmesser, der etwas kleiner ist als der Innendurchmesser der Hülse 81. Die Feder könnte jedoch stattdessen einen etwas grösseren Durchmesser als die Hülse aufweisen und diese mit Spiel umschliessen.

**[0048]** Der platten- oder scheibenförmige Stellkörper 77 unterteilt den ihn enthaltenden Innenraumbereich 57a der Dose und den durch die Gasdurchlasslöcher 53b mit diesem verbundenen Innenraumbereich 57b der Dose in zwei Kammern, die im Folgenden als erste Kammer 87 oder Hochdruck-Kammer 87 und als zweite Kammer 89 oder Niederdruck-Kammer 89 bezeichnet werden. Die Hochdruck-Kammer 87 wird durch den Innenraumbereich 57b und den durch die Gasdurchlasslöcher 53b mit diesem verbundenen, sich auf der dem Ventilsitz zugewandten Seite des Stellkörpers 77 befindenden Teilbereich des Innenraumbereichs 57a gebildet. Die Hochdruck-Kammer 87 ist dementsprechend durch die Steuerleitung 59 mit dem Einlassrohr 13 verbunden. Die Niederdruck-Kammer 89 befindet sich zwischen der Endwand 47 sowie dem Stellkörper 77 und ist durch die Gas-

durchlasslöcher 45a des Dosenmantels 45 mit dem die Dose 41 enthaltenden sowie umgebenden Innenraumbereich 5a des Schalldämpfers verbunden.

**[0049]** Die beschriebenen Teile des Schalldämpfers bestehen alle aus metallischen Materialien, die bis zu Temperaturen von mindestens 600°C und beispielsweise bis mindestens 700°C oder sogar bis mindestens 800°C hitzefest sind. Die Feder 83 besteht zum Beispiel aus der unter dem Handelsnamen Inconel bekannten Nickelbasis-Legierung. Die übrigen Teile bestehen zum Beispiel aus Stahl. Die fest miteinander verbundenen, metallischen Teile des Schalldämpfers sind zum Beispiel miteinander verschweisst.

**[0050]** Im Folgenden werden der Betrieb und einige damit verknüpfte Eigenschaften des Schalldämpfers 1 erläutert. Der mit dem Schalldämpfer verbundene Verbrennungsmotor führt dem Schalldämpfer beim Betrieb pulsierend strömendes, heisses Gas, d.h. Abgas zu. Die Strömungsrate und der Druck des Abgases sind dabei variabel und nehmen normalerweise mit steigender Drehzahl und mit steigender Leistung des Motors zu. Das durch den Auspuff und den zu diesem gehörenden Schalldämpfer strömende Abgas erzeugte Geräusche, die bei relativ kleiner Drehzahl und entsprechend kleiner Strömungsrate vor allem durch die Pulsation des Abgassstromes erzeugt werden. Bei grösseren Drehzahlen und grösseren Strömungsraten werden dann die vom Abgas beim Durchströmen der Durchgänge erzeugten Strömungsgeräusche wichtig und dominierend.

**[0051]** Bei stillstehendem Verbrennungsmotor und wenn dieser nach dem Start dem Schalldämpfer nur mit einer kleinen Strömungsrate Abgas zuführt, befindet sich der Ventilkörper bzw. Ventilteller 67 des Ventils 33 in der Sperr-Stellung und sperrt den Durchgang des zweiten Auslasses 25 mindestens annähernd dicht ab, so dass praktisch nur durch den ersten Auslass 21 Abgas aus dem Gehäuse-Innenraum 5 ausströmen kann. Dies ergibt eine besonders gute Dämpfung der durch die Pulsation des Abgas-Stromes erzeugten Geräusche.

**[0052]** Wenn die Strömungsrate des dem Schalldämpfer zugeführten Abgases zunimmt sowie einen bestimmten Öffnungs-Grenzwert überschreitet, wird der Ventilkörper bzw. Ventilteller 67 des Ventils durch die Stellmittel 35 automatisch in die Offen-Stellung verschoben und gibt den Durchgang des zweiten Auslasses 25 frei, so dass durch beide Auslässe 21, 25 Abgas aus dem Gehäuse-Innenraum ausströmen kann. Dadurch werden weniger Strömungsgeräusche und ein kleinerer Gegen-Druck erzeugt, als wenn nur der erste Auslass offen wäre. Wenn die Strömungsrate des dem Schalldämpfer zugeführten Abgases unter einen Sperr-Grenzwert sinkt, wird der Ventilteller wieder in die Sperr-Stellung verschoben. In den Figuren 1 und 3 sind durch Pfeile einige sich in der Sperr-Stellung bzw. in der Offen-Stellung ergebende Gasströmungen angedeutet.

**[0053]** Nach dieser allgemeinen Betriebsbeschreibung sollen nun einige Einzelheiten der Funktion des Ventils näher erläutert werden. Hierzu sei zunächst an-

gemerkt, dass das Abgas bei mindestens teilweise oder vollständig geöffnetem Ventil in einer allgemeinen Strömungsrichtung durch den Durchgang des zweiten Auslasses 25 strömt. Diese allgemeine Strömungsrichtung ist beim Ventilsitz 49c und in dem an diesen anschliessenden Abschnitt des Durchgangs parallel zur gemeinsamen Achse der Dose, des Ventilsitzes und des an diesen anschliessenden Durchgangsabschnitts. Die ebene Auflagefläche des Ventilsitzes ist also einem Raumbereich zugewandt, der sich in Bezug auf die allgemeine Strömungsrichtung stromaufwärts vom Ventilsitz befindet. Dieser Raumbereich, dem die Auflagefläche des Ventilsitzes zugewandt ist und an den die Auflagefläche angrenzt, ist selbstverständlich durch den Innenraumbereich 57c der Dose gebildet, der durch die Gasdurchlasslöcher 45b mit dem die Dose umgebenden und an diese angrenzenden Innenraumbereich 5a und beispielsweise noch durch die Gasdurchlasslöcher 49d und die gasdurchlässige Wand 7 hindurch mit dem Innenraumbereich 5b des Gehäuse-Innenraums 5 verbunden ist.

**[0054]** Die Feder 83 ist vorgespannt und übt bei allen Betriebszuständen - d.h. bei stillstehendem sowie bei laufendem Motor und bei allen Stellungen des Ventilkörpers bzw. Ventiltellers 67 - eine Federkraft auf den Stellkörper 77, d.h. die Stellplatte oder die Stellscheibe 77 aus. Diese Federkraft wird durch die Stange 69 auf den Ventilkörper bzw. Ventilteller 67 übertragen und ist bestrebt, diesen gegen den Ventilsitz 49c zu drücken.

**[0055]** Wenn der Verbrennungsmotor dem Schalldämpfer Abgas zuführt, kann dieses in noch näher beschriebener Weise zusätzliche Kräfte auf den Stellkörper 77 und von diesem über die Stange 69 auf den Ventilkörper bzw. Ventilteller 67 sowie auch direkt auf den letzteren ausüben.

**[0056]** Wenn sich das Sperrelement 65 in der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Sperr-Stellung befindet, übt das in den Innenraumbereich 57c der Dose 41 strömende Abgas eine gegen den Ventilsitz gerichtete Druckkraft auf die an den Innenraumbereich 57c angrenzende, erste Fläche 67a des Ventiltellers 67 aus. Das zweite Auslassrohr 27 enthält dann Gas, d.h. Luft und/oder Abgas, das ungefähr Umgebungs-Luftdruck aufweist und eine Druckkraft auf denjenigen Bereich der zweiten Fläche des 67b des Ventiltellers ausübt, der sich innerhalb der Auflagefläche des Ventilsitzes 49c befindet, d.h. nicht auf dieser Auflagefläche aufliegt und an den sich stromabwärts vom Ventilsitz befindenden Bereich des Durchgangs angrenzt, der vom zweiten Auslassrohr 27 und vom Kragen 49b umschlossen ist. Da der Gasdruck in der Sperr-Stellung im Innenraumbereich 57c grösser ist als im zweiten Auslassrohr 27 und da das im Innenraumbereich 57c vorhandene Abgas zudem an einer grösseren Fläche des Ventiltellers angreift als das den Umgebungs-Luftdruck aufweisende Gas im zweiten Auslassrohr, übt das am Ventilteller angreifende Gas auf diesen insgesamt eine gegen den Ventilsitz gerichtete Kraft auf den Ventilteller aus. Diese vom Gas direkt auf den Ventilteller ausgeübte Kraft wird im Folgenden als

Haltekraft bezeichnet und addiert sich zur gleich gerichteten Federkraft.

**[0057]** Beim Betrieb des Verbrennungsmotors strömt ein grosser Teil - und nämlich der grösste Teil - des dem Einlass 11 zugeführten Abgases durch die Austrittsöffnung 13a des Einlassrohrs 13 in die freien Bereiche des Gehäuse-Innenraums 5. Es strömt jedoch auch Abgas vom Einlassrohr 13 durch die Steuerleitung 59 in die Hochdruck-Kammer 87 der Dose 41, danach durch den Ringspalt 79 in die Niederdruck-Kammer 89 der Dose und durch die Gasdurchlasslöcher 45a aus der Dose hinaus in den diese umgebenden Innenraumbereich 5a des Schalldämpfers. Über dem Ringspalt 79 entsteht dabei ein Druckgefälle. Der im Inneren des Einlassrohrs 13 angeordnete Endabschnitt 59a der Steuerleitung wirkt dabei ähnlich wie ein Pitotrohr als Drucksonde und erfasst den bei der Eintrittsöffnung 59b der Steuerleitung vorhandenen Gesamtdruck - d. h. die Summe aus dem statischen Druck und Staudruck - des durch das Einlassrohr strömenden Abgases. Dieser Druck des Abgases wird in die erste Kammer bzw. Hochdruck-Kammer 87 der Dose 41 übertragen. Das Abgas in der Hochdruck-Kammer 87 hat einen grösseren Druck als das Abgas in der Niederdruck-Kammer 89, in welcher der Druck ungefähr gleich gross ist wie im Innenraumbereich 5a des Gehäuses. Der platten- oder scheibenförmige Stellkörper 77 dient als Druckkraftaufnehmer für das durch die Dose strömende Abgas. Das Abgas übt in den beiden Kammern 87, 89 einander entgegengesetzte Kräfte auf die beiden Flächen 77a, 77b des Stellkörpers 77 aus, die insgesamt eine vom Ventilsitz weggerichtete und der Federkraft entgegengesetzte Kraft ergeben. Diese vom Abgas auf die Stellscheibe ausgeübte Kraft wird im Folgenden als Öffnungskraft bezeichnet.

**[0058]** Hier sollen noch einige Bemerkungen zu den Druckänderungen des Abgases eingefügt werden.

**[0059]** Der Schalldämpfer 1 ist - wie schon in der Einleitung erwähnt - vorzugsweise mit zwei oder noch mehr Zylindern des Motors verbunden und relativ weit stromabwärts vom Motor im Auspuff angeordnet, so dass die durch die stossweise Abgaszufuhr des Motors verursachten, akustischen, bei konstanter Drehzahl periodischen Druckschwankungen beim Einströmen des Abgases in die Steuerleitung 59 bereits etwas ausgeglichen und geglättet sind.

**[0060]** Die Querschnittsfläche des Dosen-Innenraums 57 und insbesondere des an dem Stellkörper 77 angrenzenden Bereichs der Hochdruck-Kammer 87 ist wesentlich grösser als die Durchlass-Querschnittsfläche der Steuerleitung. Dies ergibt einen zusätzlichen Ausgleich der durch die stossweise Abgaszufuhr verursachten Druckschwankungen. Ferner bewirkt die Pulsation des Abgases auf beiden Seiten des Stellkörpers ungefähr synchrone und fast gleich grosse Druckschwankungen. Die durch diese akustischen Druckschwankungen auf die beiden Seiten des Stellkörpers ausgeübten Kräfte kompensieren einander daher mindestens weitgehend. Da die von der Steuerleitung 59 gebildete Drucksonde

den Gesamtdruck des Abgases bei der Eintrittsöffnung der Steuerleitung im Einlass ermittelt, ist das von der gemittelten Strömungsrate abhängige Druckdifferenz zwischen der Hochdruck-Kammer 87 und der Niederdruck-Kammer 89 relativ gross. Dies erlaubt, die Feder 83 derart zu bemessen, dass sie eine relativ grosse Federkraft erzeugt. Aus diesen Gründen bewegen die Stellmittel das Sperrelement 65 des Ventils daher fast nur abhängig von dem mit der gemittelten Strömungsrate verknüpften Druck. Dagegen wird das Ventil durch die akustischen Druckschwankungen, die durch die stossweise Abgaszufuhr verursacht werden, nicht oder zumindest praktisch nicht geöffnet und geschlossen.

**[0061]** Wenn der Verbrennungsmotor nach seinem Start dem Schalldämpfer nur mit einer kleinen Strömungsrate Abgas zuführt und die vom Abgas auf den Stellkörper ausgeübte Öffnungskraft kleiner ist als die Summe der Federkraft und Haltekraft, bleibt der Ventilteller in der Sperr-Stellung.

**[0062]** Wenn die Strömungsrate zunimmt, steigt auch die auf den Stellkörper ausgeübte Öffnungskraft und wird beim Erreichen des Öffnungs-Grenzwertes gleich der Summe von Federkraft und Haltekraft. Bei einer Zunahme der Strömungsrate über den Öffnungs-Grenzwert verschiebt die vom Abgas auf den Stellkörper ausgeübte Öffnungskraft den Stellkörper 77 und den damit verbundenen Ventilteller 67 vom Ventilsitz 49c weg. Die Verschiebung des Ventiltellers erfolgt dabei entgegen der sich nach dem Abheben des Ventiltellers vom Ventilsitz ergebenden, allgemeinen Strömungsrichtung des Abgases im Durchgang des zweiten Auslasses 25. Sobald der Ventilteller ein wenig vom Ventilsitz abgehoben wurde, strömt Abgas aus dem Gehäuse-Innenraum 5 durch den Innenraumbereich 57c des Dosen-Innenraums 57 in so wie durch den Durchgang des zweiten Auslassrohrs 27 und danach in die Umgebungsatmosphäre. Dabei sinken der Gasdruck im Gehäuse-Innenraum und insbesondere der an der ersten Fläche 67a des Ventiltellers 67 angreifende Gasdruck. Ferner und vor allem sinkt die vom Gas auf den Ventilteller ausgeübte Haltekraft mindestens annähernd auf Null. Dagegen werden die Differenz zwischen den an den beiden Flächen 77a, 77b des Stellkörpers angreifenden Drücken und die am Stellkörper angreifenden Öffnungskraft beim Öffnen des Ventils nur wenig verändert. Die aus der Summe von Federkraft und Haltekraft bestehende, gegen den Ventilsitz gerichtete Kraft nimmt daher beim Abheben des Ventiltellers vom Ventilsitz fast abrupt ab und wird dabei deutlich kleiner als die Öffnungskraft. Auch wenn die Strömungsrate den Öffnungs-Grenzwert nur wenig überschreitet, wird der Ventilteller daher relativ weit vom Ventilsitz verschoben und gelangt schon bei kleinen Überschreitungen des Öffnungs-Grenzwerts sprunghaft in die durch Anschlagmittel festgelegte, in den Figuren 3 und 4 dargestellte Offen-Stellung.

**[0063]** Wenn sich das Ventil in der Offen-Stellung befindet, übt das Abgas praktisch keine Kraft mehr auf den Ventilteller aus. Falls die Strömungsrate des Abgases

nun abnimmt, bleibt das Ventil offen, bis die vom Abgas auf den Stellkörper ausgeübte Öffnungskraft kleiner wird als die in der Offen-Stellung von der Feder auf den Stellkörper ausgeübte Federkraft. Wenn die Strömungsrate noch weiter sinkt, verschiebt die Feder den Stellkörper und den Ventilteller gegen den Ventilsitz. Wenn die Strömungsrate des dem Schalldämpfer zugeführten Abgases auf den Sperr-Grenzwert absinkt, gelangt der Ventilteller wieder zur Auflage auf dem Ventilsitz und sperrt das zweite Auslassrohr ab. Das Gas übt dann wieder eine Haltekraft auf den Ventilteller aus, welche den letzteren zusätzlich zur Federkraft gegen den Ventilsitz drückt. Der Sperr-Grenzwert der Strömungsrate ist ein wenig verschieden von Öffnungs-Grenzwert, nämlich ein wenig kleiner als dieser. Die Verschiebung des Ventiltellers von der in den Figuren 3, 4 dargestellten Offen-Stellung in die in den Figuren 1, 2 dargestellte Sperr-Stellung erfordert zwar eine etwas grössere Änderung der Strömungsrate und des Abgasdrucks als die umgekehrte Verschiebung des Ventiltellers. Da das beim Ventilsitz in das zweite Auslassrohr 27 strömende Abgas beim Ventilsitz und im Anfang des zweiten Auslassrohrs eine allgemeine Strömungsrichtung hat, welche die gleiche Richtung hat wie die Verschiebung des Ventiltellers beim Verschieben in die Sperr-Stellung, erfordert aber auch die Verschiebung des Ventiltellers von der Offen-Stellung in die Sperr-Stellung nur relativ kleine Änderungen der Strömungsrate und des Abgasdrucks. Zudem erfolgt die Verkleinerung der Strömungsrate häufig bei einem Bremsvorgang des Motorfahrzeugs, wobei der Ventilteller dann ebenfalls sprunghaft von der Offen- in die Sperr-Stellung verschoben wird.

**[0064]** Das Ventil ist also meistens entweder ganz geschlossen oder ganz offen. Wenn das Ventil mindestens teilweise offen ist und insbesondere wenn sich der Ventilteller in der in den Figuren 3, 4 gezeichneten Offen-Stellung befindet, kann das Abgas aus dem die Dose 41 umgebenden Bereich des Gehäuse-Innenraums 9 durch die Gasdurchlasslöcher 45b sowie 49d und die gasdurchlässige Zwischenwand 7 in den Innenraumbereich 57c der Dose und danach beim Ventilsitz praktisch ohne Behinderung durch den Ventilteller 67 in den Durchgang des zweiten Auslassrohrs 27 einströmen. Die Gasströmung erzeugt dementsprechend beim Passieren des Ventilsitzes auch keine starken Strömungsgeräusche. Es sei auch noch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass gemäss der vorgängigen Beschreibung sowohl die vom Gas direkt auf den Ventilteller ausgeübte Haltekraft als auch die vom Gas auf den Stellkörper ausgeübte Öffnungskraft zum Verstellen des Ventiltellers dienen und dass der Ventilteller dementsprechend selbst auch als Teil der Stellmittel wirkt.

**[0065]** Der zwischen dem Dosenmantel 45 und dem Stellkörper 77 vorhandene Ringspalt 79 ist breiter als der radiale Spiel der Stange 69 in der Buchse 61 und gewährleistet, dass der Stellkörper auch bei grossen Temperaturen nie verklemmt wird. Die Dämpfungselemente 73 und 75 verhindern, dass der Ventilteller in die Sperr-

Stellung bzw. Offen-Stellung wegen Vibrationen des Schalldämpfers klappert. Das Dämpfungselement 73 ergibt in der Sperr-Stellung des Ventiltellers zudem eine gewisse Dichtungswirkung. Es sei erwähnt, dass die die Stange 69 mit Spiel führende Buchse 69 eventuell ebenfalls noch mindestens ein ringförmiges Dämpfungselement aus einem Drahtgeflecht oder Draht-Vlies oder dergleichen enthalten könnte. Im Übrigen sind die Dose und die Feder derart bemessen, dass der Ventilteller beim Betätigen des Ventils um eine relativ grosse Distanz verschoben wird, die vorzugsweise mindestens 25% und zum Beispiel mindestens 50% der lichten Weite des zweiten Auslassrohrs 27 beträgt.

**[0066]** Das durch den Ringspalt 79 in die Niederdruck-Kammer 89 strömende Gas könnte in dieser eventuell hörbare Gas-Schwingungen erzeugen. Die Hülse 81 unterteilt den freien Innenraum der Niederdruck-Kammer, wirkt der Erzeugung von Gas-Schwingungen entgegen und verschiebt die Frequenz allenfalls doch noch erzeugter Schwingungen nach oben in den unhörbaren Bereich. Das Ventil ist auch robust, bis zu hohen Temperaturen hitzebeständig sowie dauerhaft und kann kostengünstig hergestellt sowie in den Schalldämpfer eingebaut werden.

**[0067]** Das Abgas kann bei der Benutzung des Schalldämpfers möglicherweise Russpartikel und/oder sonstige feste und/oder flüssige Verunreinigungen in die Dose 41 hineintransportieren. Es besteht insbesondere auch die Möglichkeit, dass bei einem Kaltstart Kondenswasser entsteht und in die Dose gelangt. Wie beschrieben, strömt beim Betrieb Abgas von der Hochdruck-Kammer 87 der Dose durch den Ringspalt 79 in die Niederdruck-Kammer 89 der Dose und aus dieser heraus. Dieses durch die Dose strömende Abgas kann in die Dose gelangende feste und flüssige Verunreinigungen wieder aus der Dose hinausblasen und trägt dadurch zur Vermeidung von Störungen bei.

**[0068]** Die Figuren 5 und 6 zeigen schematisch Teile eines anderen Schalldämpfers, der ein nur schematisch strichpunktiert angedeutetes Einlassrohr 113 mit einer Achse 115 und zwei Auslassrohren aufweist, von denen nur das zweite Auslassrohr 127 gezeichnet ist. Dieses hat eine beispielsweise kreisförmige Eintrittsöffnung 127a, die in einer zur Achse 129 des Auslassrohrs 127 senkrechten Ebene liegt. Die beiden Rohre 113, 127 sowie das nicht gezeichnete, erste Auslassrohr können zum Beispiel mehr oder weniger ähnlich angeordnet sein, wie die entsprechenden Rohre des in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Schalldämpfers 1.

**[0069]** Die Figuren 5, 6 zeigen Ventilmittel 131, welche die in den Figuren 1 bis 4 ersichtlichen Ventilmittel 31 ersetzen und ein Ventil 133 aufweisen. Die Ventilmittel 131 sind mit Stellmitteln 135 versehen und/oder verbunden. Die Stellmittel 135 weisen eine Dose 141 mit einer metallischen Dosenwandung 145 auf. Diese hat eine Stirnwand 145a, eine dieser gegenüberstehende Rückwand 145b, zwei einander gegenüberstehende Seitenwände 145c, von denen in Fig. 6 eine weggebrochen ist,

und eine Seitenwand 145d. Die Wände 145a, 145c, 145d sind im Wesentlichen eben, während die Rückwand 145b gebogen ist. Die Stirnwand 145a hat eine kreisförmige Öffnung 145e, die als Steuerleitungsanschluss dient. Die Dose 141 ist auf ihrer der Seitenwand 145d abgewandten Seite im Wesentlichen offen und hat dort eine Öffnung, die ein Gasdurchlassloch 145f bildet, das durch das Auslassrohr 127 mehr oder weniger in zwei Teile unterteilt wird. An der Dosenwandung ist ein Fortsatz 149 befestigt, der auf die der Seitenwand 145d abgewandte Seite der Dose von dieser wegragt und einen plattenförmigen, im Allgemeinen ebenen Hauptteil aufweist, der parallel zur Stirnwand ist und ungefähr in der gleichen Ebene liegt wie diese. Das die Eintrittsöffnung 127a des zweiten Auslassrohrs 127 bildende Ende des letzteren ragt in eine Öffnung des Fortsatzes 149 hinein, die zum Teil durch einen auf die nicht sichtbare Seite des Fortsatzes von diesem wegragenden Kragen begrenzt ist. Das Auslassrohr 127 ist fest mit der Dosenwandung 145 und dem Fortsatz 149 verbunden, nämlich mit der Rückwand 145b der Dosenwandung und mit dem Fortsatz 149 verschweisst. Die Achse 129 des Auslassrohrs 127 fällt ungefähr oder genau mit der Achse zusammen, welche durch die Öffnung des Fortsatzes 149 definiert wird. Der diese Öffnung umschliessende Bereich des Fortsatzes dient als Ventilsitz 149c. Dieser hat auf der dem Kragen abgewandten Seite eine ebene, zur Achse der Öffnung des Fortsatzes senkrechte Sitzfläche. Die Dosenwandung ist in der Nähe ihrer Verbindung mit dem Fortsatz 149 mit zwei Augen 153 versehen oder fest verbunden. Diese weisen einen Einschnitt auf, in dem ein Lagerbolzen 155 befestigt ist, der eine Schwenkachse 156 definiert. Die Dose 141 enthält einen Dosen-Innenraum 157. Die Schwenkachse 156 befindet sich ungefähr bei einem Rand des Dosen-Innenraums und/oder ein wenig ausserhalb von diesem ungefähr in der vom Ventilsitz 149c definierten Ebene zwischen der Öffnung 145e und dem Ventilsitz 149c. Die Schwenkachse ist ferner parallel zur ebenen Sitzfläche des Ventilsitzes 149c und senkrecht zur Achse der Öffnung des Fortsatzes 149, aber gegen diese Achse versetzt.

**[0070]** Eine Steuerleitung 159 hat ein bei der Öffnung 145e der Dosen-Stirnwand 145a fest und dicht mit dieser verbundenes, nämlich verschweisstes Ende und einen sich im Einlassrohr 113 befindenden, ungefähr zur Achse 115 des Einlassrohrs coaxialen Endabschnitt 159a mit einer Eintrittsöffnung 159b. Die letztere kann ähnlich angeordnet und dimensioniert sein wie bei der in den Figuren 1 und 3 dargestellten Steuerleitung 59.

**[0071]** Das Ventil 133 besitzt ein verstellbares Sperr-element 165 mit einem plattenförmigen Ventilkörper 167 der als Ventilklappe ausgebildet ist, die im Folgenden ebenfalls mit 167 bezeichnet wird und um die Schwenkachse 156 schwenkbar ist. Die Ventilklappe hat einen kreisförmigen Hauptabschnitt, der durch einen Ansatz 167a fest mit einer vom Lagerbolzen 155 gelagerten, um diesen schwenkbaren Nabe 169 verbunden ist. Die Nabe ist hohl und besitzt einen zylindrischen Mantel 169a so-

wie zwei Endwände 169b. Der Ventilkörper bzw. die Ventilklappe 167 besteht zum grössten Teil aus einer formfesten metallischen Platte, an deren Ventil Sitz 149c zugewandter Seite ein ringförmiges, ein wenig deformierbares Dämpfungselement 173 befestigt ist. Dieses ist zum Beispiel ähnlich wie die beschriebenen Dämpfungselemente 73, 75 aus Drahtstücken gebildet und liegt bei geschlossenem Ventil auf dem Ventil Sitz auf.

**[0072]** Die Stellmittel 135 weisen ein formfestes Stellorgan auf. Dieses besitzt als Hauptbestandteil einen formfesten Stellkörper 177, der aus einer im Wesentlichen viereckförmigen, ebenen Platte besteht, bei einem seiner Ränder am Mantel 169a der Nabe 169 befestigt, nämlich angeschweisst, sowie um die Schwenkachse 156 schwenkbar ist und im Folgenden auch als Stellplatte oder Stellklappe 177 bezeichnet wird. Die Stellklappe befindet sich mindestens im Wesentlichen im Dosen-Innenraum 157. Zwischen den Rändern der Stellklappe, die der koaxial zur Schwenkachse 156 gebogenen Rückwand 145b und den beiden Seitenwänden 145c der Dose zugewandt sind, und den genannten Wänden der Dose ist ein freier, gasdurchlässiger Spalt 179 vorhanden. Dieser Spalt 179 erstreckt sich also entlang von drei Rändern der viereckigen Stellklappe und ist dementsprechend eckig sowie mehr oder weniger U-förmig oder C-förmig.

**[0073]** Der der Nabe 169 zugewandte Rand der Stellklappe 177 ist beispielsweise nur über einen Teil seiner Länge, beispielsweise nur bei zwei voneinander in Abstand stehenden Befestigungsabschnitten, mit dem Mantel der Nabe verschweisst. Zwischen den verbleibenden, unverschweissten Abschnitten des genannten Randes der Stellklappe und der Nabe können dann eventuell ebenfalls noch schmale, gasdurchlässige Spalte vorhanden sein. Ferner ist auch ein Spalt zwischen der schwenkbaren Nabe und dem dieser zugewandten Rand der Stirnwand 145a vorhanden.

**[0074]** Die entlang von drei Rändern der Stellklappe verlaufenden Teile des Spalts 179 können ähnlichen Breiten aufweisen wie der Spalt 79 der in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Stellmittel. Ferner kann der Spalt 179 - gegebenenfalls zusammen mit den Spalten zwischen der Nabe und dem dieser zugewandten Rand der Stellklappe - eine ähnliche Fläche im Vergleich zur Querschnittsfläche des Dosen-Innenraums 157 aufweisen, wie es für den Ringspalt 79 angegeben wurde. Die Querschnittsfläche des Dosen-Innenraums 157 wird dabei in einer zur Schwenkachse radialen Schnittebene gemessen.

**[0075]** Die hohle Nabe enthält eine Feder 183, nämlich eine dem Lagerbolzen 155 umschliessende, schraubenförmige Torsionsfeder. Das eine, nicht sichtbare Ende der Feder 183 ist nach innen abgebogen, ragt in ein Loch des Lagerbolzens 155 hinein und wird dadurch unerschwenkbar mit dem Lagerbolzen sowie mit der Dosenwandung verbunden. Das andere, in den Figuren 5 und 6 sichtbare Ende der Feder ist nach aussen abgebogen und ragt durch ein Loch des zylindrischen Mantels 169a der Nabe hindurch, greift also an der Nabe 169 an und

übt ein Drehmoment auf diese aus, das bestrebt ist, die Ventilklappe gegen den Ventil Sitz 149c zu drücken.

**[0076]** Der Stellkörper 167 bzw. die Stellklappe 167 unterteilt den sie enthaltenden Dosen-Innenraum in eine erste Kammer 187 oder Hochdruck-Kammer 187 und in eine zweite Kammer 189 oder Niederdruck-Kammer 189. Die Hochdruck-Kammer 187 grenzt an die Öffnung 145e an, bei der die Steuerleitung 159 in den Dosen-Innenraum mündet. Die Niederdruck-Kammer 189 ist durch die Gasdurchlasslöcher 145f der Dose 41 mit dem diese umgebenden Bereich des Innenraums des Schalldämpfers verbunden.

**[0077]** Wenn ein Verbrennungsmotor dem Einlassrohr 113 in der in den Figuren 5 und 6 durch Pfeile angedeuteten Weise Abgas zuführt, strömt ein Teil dieses Abgases durch die Steuerleitung 159 in die Hochdruck-Kammer 187 der Dose und durch den Spalt 179 sowie die allenfalls zwischen der Nabe 169 und dem diese zugewandten Rand der Stellklappe hindurch in die Niederdruck-Kammer der Dose. Danach strömt dieses Abgas durch das Gasdurchlassloch 145f der Dose aus dieser heraus in einen an die Dose angrenzenden Bereich des restlichen Innenraums des Schalldämpfers. Beim Zuführen von Abgas entsteht über der Stellklappe ein Druckgefälle. Dieses übt eine Kraft auf die Stellklappe aus. Diese Kraft und das daraus resultierende Drehmoment sind bestrebt, die Ventilklappe vom Ventil Sitz wegzuschwenken.

**[0078]** Wenn dem Einlassrohr 159 kein oder nur wenig Abgas zugeführt wird, liegt die Ventilklappe des Sperrlements 165 auf dem Ventil Sitz 149c auf und schliesst das zweite Auslassrohr mindestens annähernd dicht ab. Wenn die Strömungsrate und der Druck des zugeführten Abgases grösser werden und die vom Gas auf die Stellklappe ausgeübte Kraft eine Öffnungs-Grenzwert überschreiten, wird die Stellklappe 177 in der in Fig. 6 durch einen Pfeil 191 dargestellten Richtung vorschwenkt. Dadurch wird die Ventilklappe in der durch den Pfeil 193 bezeichneten Richtung verschwenkt und vom Ventil Sitz abgehoben. Dadurch wird das Ventil geöffnet, so dass Abgas durch das zweite Auslassrohr 127 aus dem Schalldämpfer herausströmen kann. Die Stellklappe und die Ventilklappe können beim Öffnen des Ventils zum Beispiel verschwenkt wurden, bis die Stellklappe 177 am zweiten Auslassrohr 127 ansteht, so dass das letztere auch noch als Anschlag dient.

**[0079]** Soweit vorgängig nichts anderes geschrieben wurde, kann der die in den Figuren 5 und 6 ersichtlichen Ventilmittel 131 aufweisende Schalldämpfer ähnlich ausgebildet sein und ähnlich arbeiten, wie der Schalldämpfer 1 mit den anhand der Figuren 1 bis 4 beschriebenen Ventilmitteln 31.

**[0080]** Die beiden beschriebenen Schalldämpfer und deren Ventil können noch in verschiedener Hinsicht geändert werden. Beispielsweise könnten Merkmale der beiden in den Figuren 1 bis 6 dargestellten Ventilmittel und Stellmittel auf verschiedene Weisen in nötigenfalls etwas modifizierter Form miteinander kombiniert wer-

den. So könnten zum Beispiel die Gasdurchlasslöcher 45a durch ein einziges grosses Loch oder das Gasdurchlassloch 145f durch mehrere Löcher ersetzt werden.

**[0081]** Ferner könnte man mehr als zwei Zwischenwände 7, 9 oder nur eine oder gar keine Zwischenwand im Gehäuse-Innenraum anordnen. Zudem könnte der Ventil Sitz direkt am zweiten Auslassrohr 27 bzw. 127 angeformt sein und zusammen mit dem letzteren aus einem einstückigen Körper bestehen. Dabei wäre dann bei der Herstellung dafür zu sorgen, dass die Achse des den Ventil Sitz bildenden Rohrs oder Rohrstücks in Bezug auf die Dose und das verstellbare Sperrelement genau die gewünschte Lage und Richtung hat. Ferner könnte der Ventil Sitz anstelle einer ebenen Auflagefläche eine konische Auflagefläche haben, die sich in Bezug auf die allgemeine Strömungsrichtung des Abgases stromabwärts verjüngt und wie die Auflageflächen der in den Figuren 1 bis 6 gezeichneten Ventile einem sich stromaufwärts vom Ventil Sitz befindenden Raumbereich zugewandt ist.

**[0082]** Des Weiteren könnte man die Zwischenwand 55 oder sogar die Zwischenwand 53 der Dose 41 als Endwand der Dose ausbilden, den Ventil Sitz am zweiten Auslassrohr anformen und/oder befestigen und die Dose dann mit gasdurchlässigen Befestigungsmitteln am zweiten Auslassrohr und/oder am Ventil Sitz befestigen. Diese Befestigungsmittel könnten zum Beispiel einige um die Dosenachse und den Ventil Sitz herum verteilte Stützen aufweisen, zwischen denen Gasdurchlasslöcher vorhanden sind. Die Dose würde dann in Abstand vom Ventil Sitz stehen, so dass dessen Auflagefläche direkt an einen freien Innenraumbereich des Gehäuse-Innenraums angrenzen würde. Die Dose könnte an ihrem dem Ventil Sitz abgewandten Ende eventuell etwas aus dem Gehäuse herausragen. Der Stellkörper 77 könnte statt aus einer relativ dünnen Platte oder Scheibe aus einem in axialer Richtung dickeren Kolben bestehen.

**[0083]** Eventuell könnte zusätzlich zu einem dauernd offenen Auslass und einem mit einem Ventil absperrbaren Auslass noch mindestens ein zusätzlicher, dauernd offener und/oder mindestens ein zusätzlicher, mit einem Ventil absperrbarer Auslass vorgesehen werden.

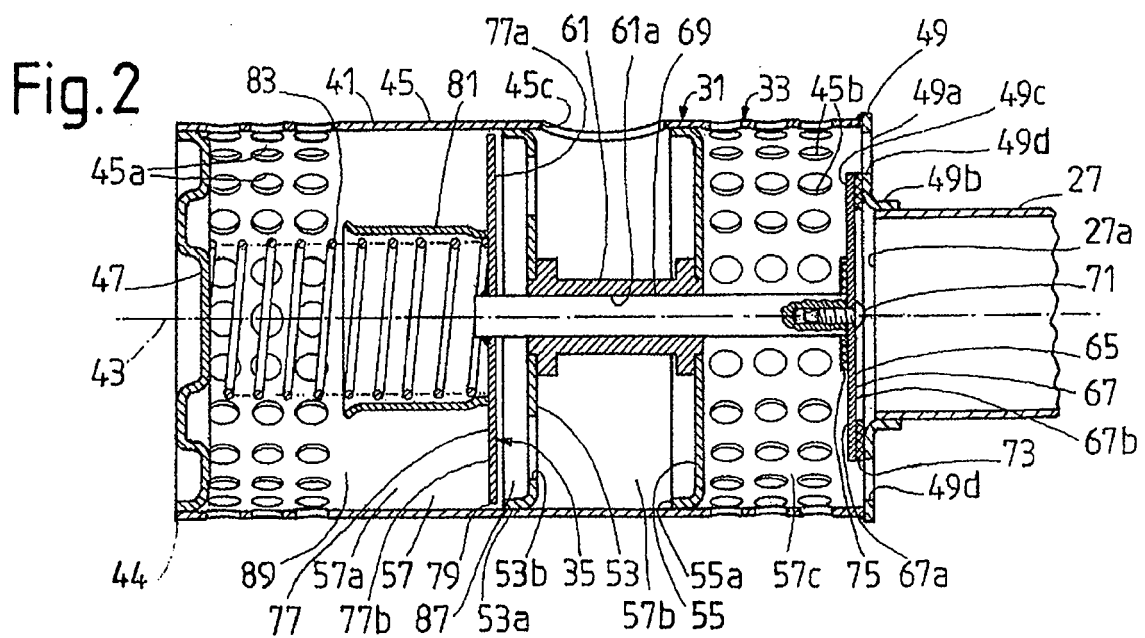
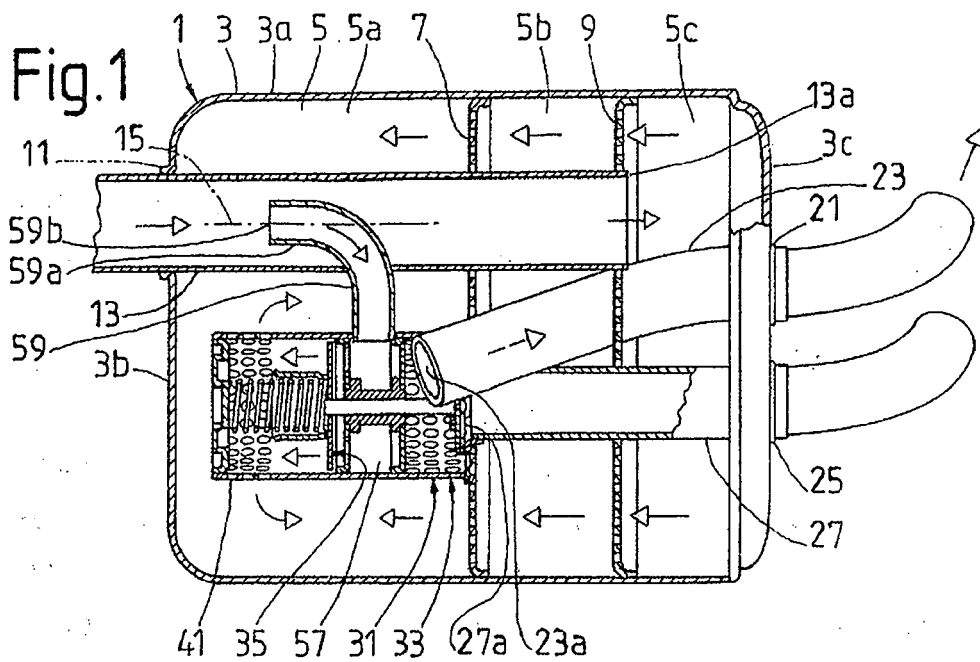
**[0084]** Die formfeste Platte des Ventilkörpers und/oder des Stellkörpers könnte statt aus einem metallischen Material aus Keramik bestehen.

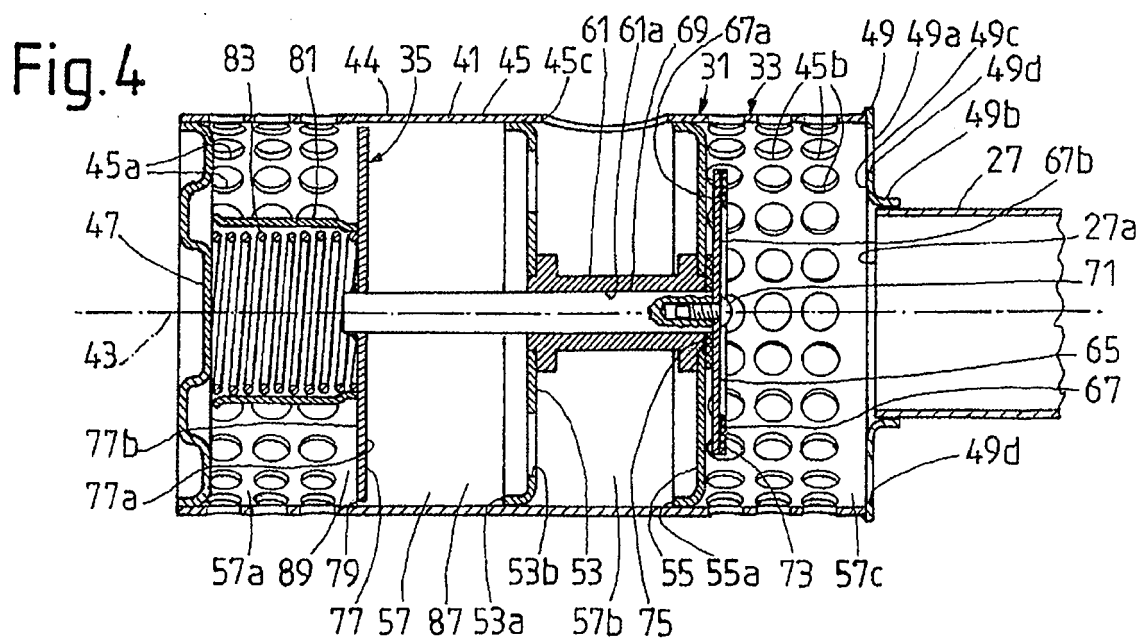
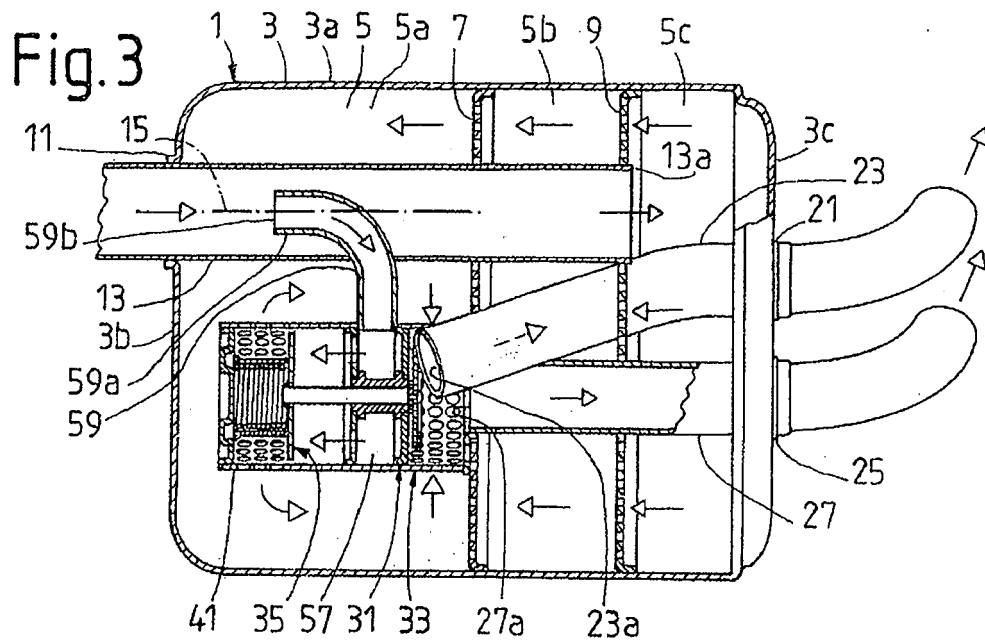
**[0085]** Zudem könnten noch vollständig im Inneren des Gehäuses angeordnete Verbindungs- und/oder Innenrohre vorhanden sein, die verschiedene Innenraumbereiche des Schalldämpfers miteinander verbinden. Es wäre dann auch möglich, statt des zum Absperren eines Auslasses dienenden Ventils oder zusätzlich zu einem solchen Ventil ein Ventil anzuordnen, um einen internen, verschiedene Innenraumbereiche eines Gehäuses eines Schalldämpfers miteinander verbindenden Durchgang, und nämlich beispielsweise dessen Eintrittsöffnung, zu sperren.

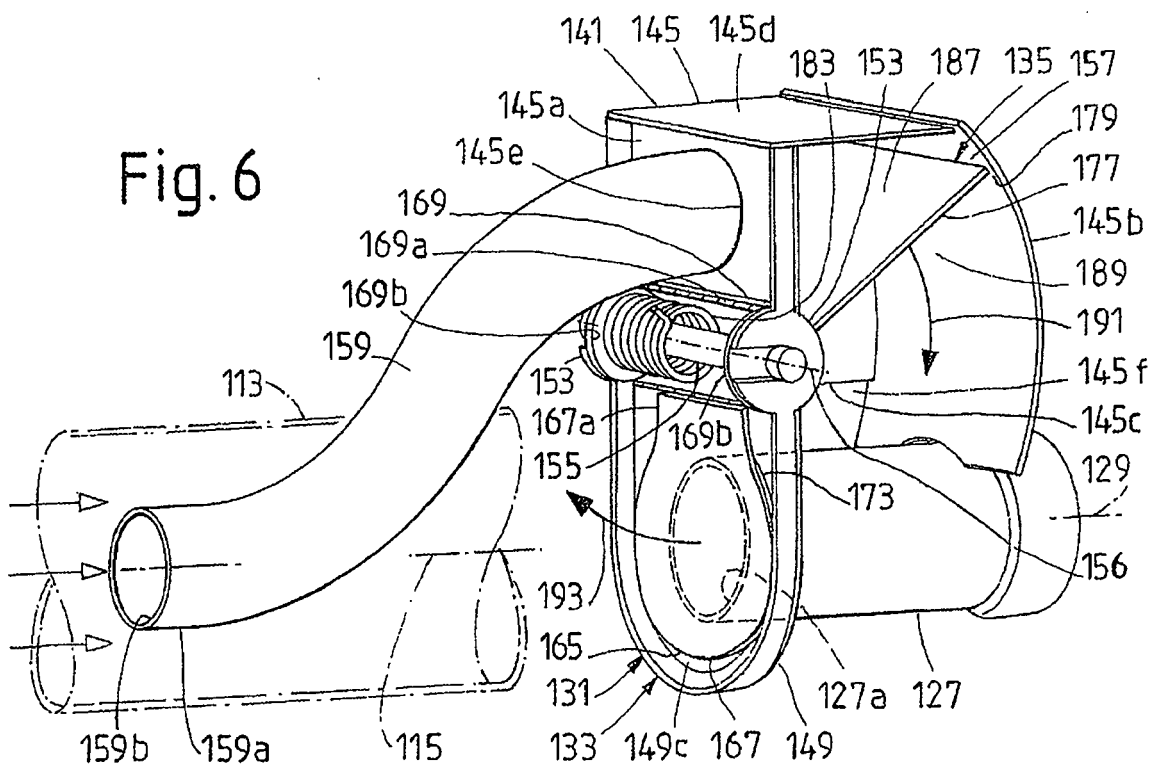
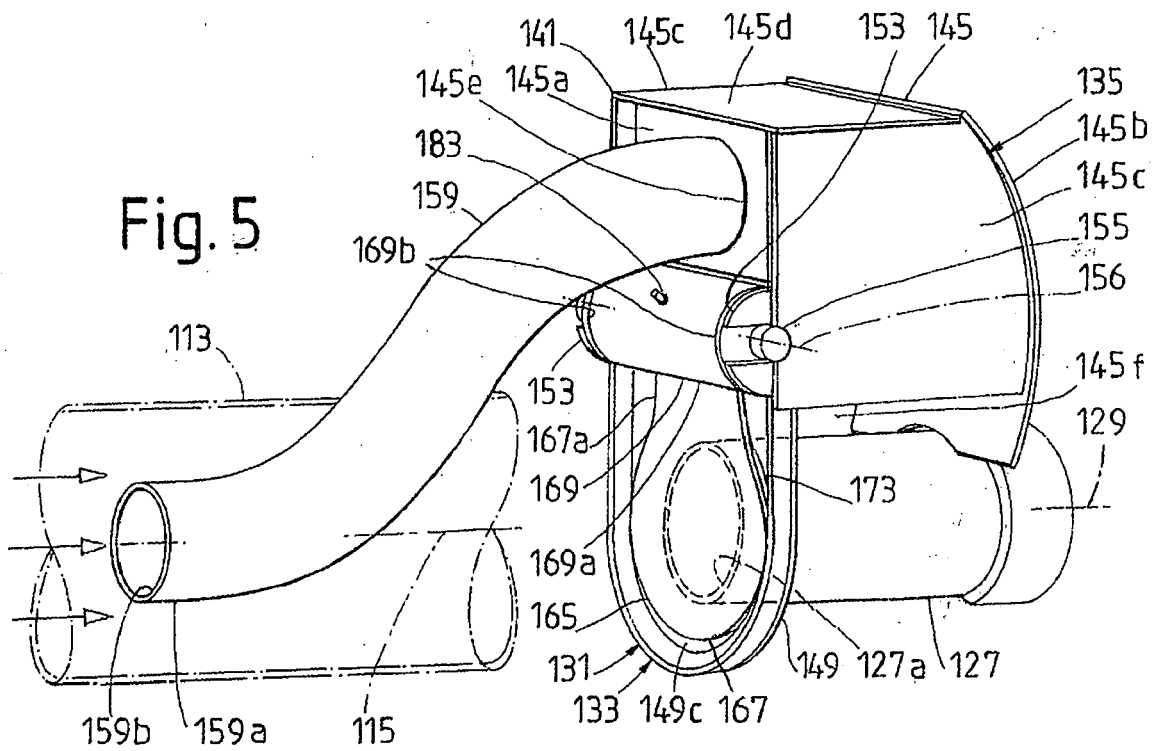
## Patentansprüche

1. Schalldämpfer für strömendes Gas, insbesondere für pulsierend strömendes Abgas eines Verbrennungsmotors, mit einem einen Gehäuse-Innenraum (5) umschliessenden Gehäuse (3), mindestens einem Durchgang zum Hindurchleiten von Gas und Ventilmitteln (31, 131), die einen im und/oder am Durchgang bzw. in und/oder an mindestens einem der Durchgänge angeordneten Ventil Sitz (49c, 149c) und ein mit Stellmitteln (35, 135) verstellbares, in einer Sperr-Stellung auf einer Auflagefläche des Ventilsitzes (49c, 149c) aufliegendes und den Durchgang dann mindestens teilweise sperrendes Sperrelement (65, 165) aufweisen, wobei die Stellmittel (35, 135) eine Dose (41, 141) mit einer Dosenwandung (44, 145) und mit einem von dieser umschlossenen Dosen-Innenraum (57, 157), einen im letzteren bewegbaren, mit dem Sperrelement (65, 165) verbundenen, den Dosen-Innenraum (57, 157) in eine Hochdruck-Kammer (87, 187) sowie eine Niederdruck-Kammer (89, 189) unterteilenden Stellkörper (77, 177) und Federmittel zum Erzeugen einer Federkraft aufweisen, die bestrebt ist, das Sperrelement (65, 165) gegen den Ventil Sitz (49c, 149c) zu bewegen, wobei eine Steuerleitung (59, 159) vorhanden ist, um der Hochdruck-Kammer (87, 187) Gas zum Ausüben einer Kraft auf dem Stellkörper (77, 177) zuzuführen, welche der Federkraft entgegengesetzt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Dosenwandung (44, 145) und dem Stellkörper (77, 177) ein gasdurchlässiger Spalt (79, 179) vorhanden ist, der die Hochdruck-Kammer (87, 187) mit der Niederdruck-Kammer (89, 189) verbindet, und dass die Niederdruck-Kammer (89, 189) mit einem Innenraum-Bereich (5a) des Gehäuse-Innenraums (5) verbunden ist.
2. Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchgang und die Ventilmittel (31, 131) ausgebildet sind, um beim Betrieb und bei freigegebenem Durchgang Gas in einer allgemeinen Strömungsrichtung durch den Durchgang zu leiten, und dass das Sperrelement (65, 165) zum Freigeben des Durchgangs in Bezug auf die genannte allgemeine Strömungsrichtung stromaufwärts vom Ventil Sitz (49c, 149c) wegbewegbar ist.
3. Schalldämpfer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mindestens zwei Auslässe (21, 23) aufweist, dass jeder Auslass (21, 23) einen aus dem Gehäuse-Innenraum (5) herausführenden Durchgang aufweist, dass mindestens einer dieser Durchgänge dauernd, offen ist und dass mindestens einer dieser Durchgänge den oder einen mit den Ventilmitteln (31, 131) mindestens teilweise absperrbaren Durchgang bildet.

4. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen in den Gehäuse-Innenraum (5) mündende Austrittsöffnung (13a) aufweist und dass die Steuerleitung (59, 159) eine Eintrittsöffnung (59b, 159b) aufweist, die sich stromaufwärts von der Austrittsöffnung (13a, 113a) des Einlassrohrs (13, 113) im Durchgang des letzteren befindet, einem sich stromaufwärts von ihr befindenden Bereich des Einlassrohrs (13, 113) zugewandt ist und eine quer zum Einlassrohr (13, 113) gemessene Fläche hat, die kleiner als die Querschnittsfläche des Durchgangs des Einlassrohrs (13, 113) ist. 5
5. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dose (44, 141) mindestens zum Teil und vorzugsweise vollständig im Gehäuse-Innenraum (5) angeordnet ist und dass der genannte Innenraumbereich (5a) des Schalldämpfer-Innenraums (5), mit dem die Niederdruck-Kammer (89, 189) verbunden ist, an die Dosenwandung (45, 145) angrenzt und durch mindestens ein in der letzteren vorhandenes Gasdurchlassloch (45a, 145f) mit der Niederdruck-Kammer (89, 189) verbunden ist. 10 15 20 25
6. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dosenwandung (44, 145) eine Innenfläche hat, dass der Stellkörper (77, 177) formfest ist und einen der Innenfläche der Dosenwandung (44, 145) zugewandten Rand hat und dass sich der Spalt (79, 179) unterbruchslos entlang dem ganzen der Innenfläche der Dosenwandung (44, 145) zugewandten Rand des Stellkörpers (77, 177) erstreckt. 30 35
7. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dose (41) eine Achse (43) und einen diese umschliessenden Dosenmantel (45) hat, dass das Sperrelement (65) und der Stellkörper 77 starr miteinander verbunden und entlang der Achse (43) der Dose (41) verschiebbar sind und dass der gasdurchlässige Spalt ein Ringspalt (79) ist und den Sperrkörper (77) vollständig sowie unterbruchslos umschliesst. 40 45
8. Schalldämpfer nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein den Stellkörper (77) umschliessender Abschnitt des Dosenmantels (45) zylindrisch sowie im Querschnitt kreisförmig ist und dass am Stellkörper (77) eine in die Niederdruck-Kammer (89) hineinragende, mindestens zum grössten Teil zylindrische, im Querschnitt kreisförmige Hülse (81) mit einem Aussendurchmesser befestigt ist, der höchstens 70% sowie mindestens 30% des Innendurchmessers des den Stellkörper (77) sowie die Hülse (81) umschliessenden Abschnitts des Dosenmantels (45) beträgt. 50 55
9. Schalldämpfer nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dose (41) fest mit dem Ventilsitz (49c) verbunden ist und/oder diesen bildet und dass der Dosenmantel (45) einen mit Gasdurchlasslöchern (45b) versehenen Mantelabschnitt hat, der einen Innenraumbereich (57c) der Dose (41) umschliesst, in dem der Ventilteller (67) verschiebbar ist. 5
10. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sperrelement (165) und der Stellkörper (177) starr miteinander verbunden und um eine gemeinsame Schwenkachse (156) schwenkbar sind. 10
11. Schalldämpfer nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (156) ungefähr bei einem Rand des Dosen-Innenraums (145) und/oder ausserhalb des letzteren angeordnet ist. 15 20 25
12. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sperrelement (65, 165) eine formfeste Platte und ein an dieser gehaltenes Dämpfungselement (73, 173) aufweist, mit dem das Sperrelement (65, 165) in der Sperr-Stellung auf dem Ventilsitz (49c, 149c) aufliegt, wobei das Dämpfungselement (73, 173) vorzugsweise aus Drahtstücken gebildet ist. 30 35
13. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auflagefläche des Ventilsitzes (49c, 149c) eben sowie senkrecht zu einer vom absperrbaren Durchgang definierten Achse (43, 129) und unmittelbar bei der Eintrittsöffnung des absperrbaren Durchgangs angeordnet ist und diese umschliesst. 40 45
14. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilmittel (31, 131) Anschlagsmittel aufweisen, die vom Ventilsitz (149c, 49c) weggerichtete Bewegungen des Sperrelements (65, 165) begrenzen und eine Offen-Stellung für dieses definieren. 50 55









Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 06 01 8082

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                       | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 5 246 205 A (GILLINGHAM GARY R [US] ET AL) 21. September 1993 (1993-09-21)<br>* Spalte 2, Zeile 57 - Zeile 64 *<br>* Spalte 4, Zeile 18 - Zeile 32 *<br>* Abbildungen 11-13 *<br>----- | 1-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | INV.<br>F01N1/16                        |
| D,A                                                                                                                                                                                                                                                                               | DE 195 03 322 A1 (GILLET HEINRICH GMBH [DE]) 8. August 1996 (1996-08-08)<br>* das ganze Dokument *<br>* Abbildung 1 *<br>-----                                                            | 1-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |
| D,A                                                                                                                                                                                                                                                                               | DE 89 08 244 U1 (HEINRICH GILLET GMBH & CO KG, 6732 EDENKOBEN, DE) 7. September 1989 (1989-09-07)<br>* das ganze Dokument *<br>-----                                                      | 1-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |
| D,A                                                                                                                                                                                                                                                                               | US 6 427 645 B1 (GEYER WERNER ET AL) 6. August 2002 (2002-08-06)<br>* Spalte 3, Zeile 9 - Zeile 62 *<br>* Spalte 4, Zeile 16 - Spalte 5, Zeile 2 *<br>* Abbildung 1 *<br>-----            | 1-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |
| D,A                                                                                                                                                                                                                                                                               | DE 125 837 C (NEW ANTHONY G.) 24. Dezember 1899 (1899-12-24)<br>* das ganze Dokument *<br>-----                                                                                           | 1-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>F01N |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                           | Abschlußdatum der Recherche<br><b>23. Oktober 2006</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Prüfer<br><b>Ikas, Gerhard</b>          |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                           | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>-----<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                         |

3  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 01 8082

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-10-2006

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| US 5246205                                          | A                             | 21-09-1993                        | KEINE                                                 |
| DE 19503322                                         | A1                            | 08-08-1996                        | KEINE                                                 |
| DE 8908244                                          | U1                            | 07-09-1989                        | KEINE                                                 |
| US 6427645                                          | B1                            | 06-08-2002                        | DE 19956157 A1 31-05-2001<br>FR 2801339 A1 25-05-2001 |
| DE 125837                                           | C                             | KEINE                             |                                                       |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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 8908244 U [0005] [0006] [0006] [0007] [0008] [0012]
- DE 19503322 A [0009] [0010] [0011] [0012] [0012] [0025]
- DE 5908244 U [0010]
- DE 19503222 A [0012]
- DE 125837 C [0013] [0021]
- US 6427645 B [0018] [0022]
- US 627645 B [0024]