



(10) **DE 10 2016 103 459 B4** 2023.09.21

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 103 459.2**
(22) Anmeldetag: **26.02.2016**
(43) Offenlegungstag: **31.08.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.09.2023**

(51) Int Cl.: **F01N 1/02** (2006.01)
F01N 1/04 (2006.01)
F01N 1/08 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Tenneco GmbH, 67480 Edenkoben, DE

(74) Vertreter:
**STT Sozietät Thews & Thews, 68165 Mannheim,
DE**

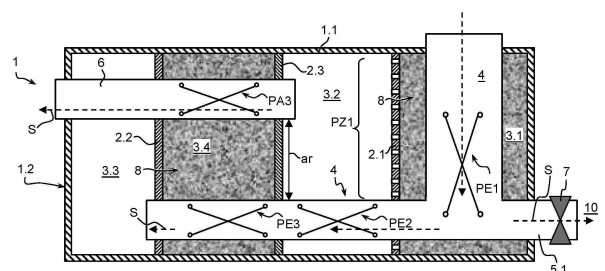
(72) Erfinder:
**Jorns, Michael, 64342 Seeheim-Jugenheim, DE;
Zwetow, Sergej, 67105 Schifferstadt, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	100 58 142	A1
US	7 191 868	B2
US	8 172 039	B2
EP	1 908 930	A2
JP	H09- 209 739	A

(54) Bezeichnung: **Abgasschalldämpfer**

(57) Hauptanspruch: Abgasschalldämpfer (1) für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine mit einem Gehäuse (1.1) aufweisenden Gehäuse (1.2), mit einer in dem Gehäuse (1.2) angeordneten ersten Zwischenwand (2.1) und mit einer in dem Gehäuse (1.2) angeordneten zweiten Zwischenwand (2.2), die das Gehäuse (1.2) in eine erste Kammer (3.1), eine zweite Kammer (3.2) und eine dritte Kammer (3.3) unterteilen, mit einem Einlassrohr (4), das von außen durch die Gehäuseaußenwand (1.1) in die erste Kammer (3.1) geführt ist und an die zweite Kammer (3.2) angekoppelt ist, und mit einem Abgasrohr (5.1), das von außen durch die Gehäuseaußenwand (1.1) in die erste Kammer (3.1) geführt ist, wobei die erste Kammer (3.1) mit Absorptionsmittel (8) gefüllt und als Absorptionskammer ausgebildet ist und die dritte Kammer (3.3) als Helmholtzkammer ausgebildet ist, wobei ein Auslassrohr (6) vorgesehen ist, das durch die dritte Kammer (3.3) geführt ist und in der zweiten Kammer (3.2) mündet, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgasrohr (5.1) in der ersten Kammer (3.1) an das Einlassrohr (4) angekoppelt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Abgasschalldämpfer für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine mit einem Gehäuseaußenwand aufweisenden Gehäuse, mit einer in dem Gehäuse angeordneten ersten Zwischenwand und mit einer in dem Gehäuse angeordneten zweiten Zwischenwand, die das Gehäuse in eine erste Kammer, eine zweite Kammer und eine dritte Kammer unterteilen, mit einem Einlassrohr, das von außen durch die Gehäuseaußenwand in die erste Kammer geführt ist und an die zweite Kammer angekoppelt ist, und mit einem Abgasrohr, das von außen durch die Gehäuseaußenwand in die erste Kammer geführt ist wobei die erste Kammer mit Absorptionsmittel gefüllt und als Absorptionskammer ausgebildet ist und die dritte Kammer als Helmholtzkammer ausgebildet ist, wobei ein Auslassrohr vorgesehen ist, das durch die dritte Kammer geführt ist und in der zweiten Kammer mündet.

[0002] Ein Abgasrohr kann auch mehrteilig ausgebildet und zusammengesteckt oder aus Halbschalen zusammengesetzt sein.

[0003] Ein Abgasrohr oder eine Kammer wird als angekoppelt bezeichnet, wenn durch Anwendung einer oder mehrerer Öffnungen in einer Rohrwand oder Kammerwand eine direkte Strömungsverbindung und/oder eine direkte Schallverbindung zwischen den zu koppelnden Elementen gewährleistet ist.

[0004] Es ist bereits ein Abgasschalldämpfer für ein Kraftfahrzeug aus der EP 1 908 930 A2 bekannt. Unmittelbar nach dem Eingangsrohr ist eine Expansionskammer vorgesehen, von der ausgehend das Abgas zu den beiden Auslassrohren geleitet wird. Von der Expansionskammer führt ebenfalls ein Zwischenrohr in ein Helmholtz-Volumen.

[0005] Die US 8 172 039 B2 beschreibt ebenfalls ein Abgasschalldämpfergehäuse mit drei Zwischenwänden. Das Einlassrohr wird durch die ersten drei Kammern bis in die vierte Kammer geführt, wobei auch die dritte Kammer angekoppelt ist. Die beiden Auslassrohre führen von der ersten Kammer durch die Gehäusewand nach außen.

[0006] Die US 7 191 868 B2 beschreibt auch ein Abgasschalldämpfergehäuse mit drei Zwischenwänden. Das Einlassrohr mündet in der ersten Kammer. Das Auslassrohr ist an die zweite Kammer angekoppelt und wird durch die erste Kammer nach außen geführt.

Die JP H09- 209 739 A und die DE 100 58 142 A1 beschreiben ebenfalls ein Abgasschalldämpfergehäuse mit Zwischenwänden.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Abgasschalldämpfer derart auszubilden und anzuordnen, dass eine markant sportliche Mündungsakustik bei höheren Drehzahlen bei gleichzeitiger Ausprägung von Nebenmotorordnungen und eine komfortable Mündungsakustik bei geringeren Drehzahlen erreicht werden.

[0008] Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass das Abgasrohr in der ersten Kammer an das Einlassrohr angekoppelt ist. Das Abgasrohr dient ebenfalls als Auslassrohr und ist vorzugsweise direkt an das Einlassrohr angekoppelt. Diese Ankopplung kann auch erfolgen durch Anwendung einer Kopplungskammer, die das jeweilige Mündungsstück von Abgasrohr und Einlassrohr aufnimmt. Die Helmholtzkammer ist vorzugsweise frei von Absorptionsmittel bzw. füllungs frei.

[0009] Der Terminus „münden“ bezeichnet nur die Tatsache, dass das jeweilige Rohr dort endet. Auf die Richtung der Abgasströmung, mithin ein Aus- oder Einströmen wird dabei nicht abgestellt.

[0010] Ein Abgasrohr oder eine Kammer wird als angekoppelt bezeichnet, wenn durch Anwendung einer oder mehrerer Öffnungen in einer Rohrwand oder Kammerwand eine Strömungsverbindung und/oder eine Schallverbindung zwischen den zu koppelnden Elementen gewährleistet ist.

[0011] Hierdurch wird eine deutliche Verstärkung der Mündungsakustik, insbesondere eine markant sportliche Mündungsakustik bei höheren Drehzahlen sowie gleichzeitig die Ausprägung von gewünschten Nebenmotorordnungen realisierbar. Zudem wird eine komfortable Mündungsakustik bei geringeren Drehzahlen erreicht.

[0012] Mit Bezug auf eine Perforationszone wird das Verhältnis von Wandfläche zu Öffnungsquerschnitt auch als Perforationsgrad bezeichnet. Maßgebend für die Wandfläche und für den Öffnungsquerschnitt ist dabei die Projektion derselben in Strömungshaupttrichtung des Abgases.

[0013] Vorteilhaft kann es hierzu auch sein, wenn das Einlassrohr durch die erste Kammer geführt ist und in der zweiten Kammer oder in der dritten Kammer mündet und wenn bei Mündung in der zweiten Kammer ein Schallrohr vorgesehen ist, das von der zweiten Kammer in die dritte Kammer geführt ist. Durch Anwendung des Schallrohres wird die dritte Kammer an die zweite Kammer angekoppelt. Sowohl das Einlassrohr als auch das Schallrohr münden beide über die jeweilige endseitige Rohröffnung bzw. das Rohrende innerhalb der zweiten Kammer.

[0014] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn das Einlassrohr und/oder das Abgasrohr eine Perfora-

tionszone PE1 aufweist, über die das Einlassrohr und/oder das Abgasrohr an die erste Kammer angekoppelt ist. Die erste Kammer ist in diesem Fall mit dem Einlassrohr und/oder dem Abgasrohr gekoppelt. Je nach Ausprägung von Einlass- und Abgasrohr ist eine Ankopplung an die erste Kammer auch nur für eines der beiden Rohre, vorzugsweise für das Einlassrohr vorgesehen. Das Abgasrohr ist dabei ohne Ankopplung an die erste Kammer und ist lediglich an das Eingangsrohr zwecks Ausleitung von Abgas angekoppelt.

[0015] Vorteilhaft kann es auch sein, wenn eine dritte Zwischenwand vorgesehen ist, die die zweite Kammer begrenzt und eine vierte Kammer zwischen der zweiten Kammer und der dritten Kammer innerhalb des Gehäuses bildet, wobei das Einlassrohr oder das Schallrohr durch die vierte Kammer geführt ist und in der dritten Kammer mündet. Die vierte Kammer trennt somit die zweite Kammer von der dritten Kammer. Alle vier Kammern sind mit Bezug auf die Abgashauptrichtung innerhalb des Auslassrohrs bzw. innerhalb des Einlassrohrs in Reihe nacheinander angeordnet. Die dritte Kammer wird über das Einlassrohr bzw. das zusätzliche Schallrohr nach wie vor angekoppelt. Eine Ankopplung der vierten Kammer durch das Einlassrohr oder das Schallrohr ist ebenfalls optional möglich.

[0016] Dabei kann es vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass das Auslassrohr in der zweiten Kammer oder in der vierten Kammer eine Perforationszone PA3 aufweist. Das Auslassrohr ist dabei in der Kammer perforiert, die unmittelbar an die dritte Kammer anschließt. Das ist bei Vorliegen der vierten Kammer die vierte Kammer und bei Ausbleiben der vierten Kammer die zweite Kammer. Die Ankopplung erfolgt vorzugsweise durch eine Perforationszone. In der zweiten Kammer kann die Ankopplung ergänzend oder alternativ über das Rohrende und die endseitige Rohröffnung erfolgen.

[0017] Von besonderer Bedeutung kann für die vorliegende Erfindung sein, wenn das Einlassrohr in der zweiten Kammer eine Perforationszone PE2 und/oder in der vierten Kammer eine Perforationszone PE3 aufweist. Durch die jeweilige Perforationszone PE2, PE3 ist eine Ankopplung des Einlassrohrs an die zweite und/oder die vierte Kammer gewährleistet. Bei Einsatz eines Schallrohres wird die Ankopplung der vierten Kammer durch eine entsprechende Perforationszone PE3 des Schallrohres gewährleistet. Bei Ausbleiben der vierten Kammer kann die zweite Kammer durch eine Perforation des Einlassrohrs bzw. die Rohröffnung am Rohrende des Einlassrohrs bei Mündung desselben in der zweiten Kammer angekoppelt werden.

[0018] Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Ausbildung und Anordnung kann es von Vorteil

sein, wenn das Gehäuse ein Abgasschalldämpfervolumen von 27 Liter bis 36 Liter umfasst, wobei die erste Kammer ein Volumen von 7 Liter bis 15 Liter umfasst und/oder die zweite Kammer ein Volumen von 5 Liter bis 12 Liter umfasst und/oder die dritte Kammer ein Volumen von 8 Liter bis 15 Liter umfasst. Die vorgenannten Alternativen für das jeweilige Volumen gewährleisten die wünschenswerte Ausprägung der Mündungsakustik des Abgasschalldämpfers.

[0019] Vorteilhaft kann es ferner sein, wenn das Einlassrohr einen Innendurchmesser zwischen 70 mm und 90 mm aufweist und/oder das Abgasrohr einen Innendurchmesser zwischen 60 mm und 75 mm aufweist und/oder das Auslassrohr einen Innendurchmesser zwischen 50 mm und 65 mm aufweist. Auch die vorgenannten Durchmesser für Einlass- und Auslassrohre gewährleisten unter Beachtung der damit erreichten Strömungsgeschwindigkeiten und dynamischen Druckverhältnisse eine optimale Wirkungsweise des Schalldämpfers sowohl in akustischer als auch in hydromechanischer Hinsicht.

[0020] Außerdem kann es vorteilhaft sein, wenn die erste Zwischenwand und/oder die dritte Zwischenwand eine Wandfläche und eine Perforationszone PZ1, PZ3 aufweist, wobei ein Öffnungsquerschnitt der Perforationszone PZ1, PZ3 zwischen 40 % und 60 % der jeweiligen Wandfläche beträgt oder maximal 70 % der jeweiligen Wandfläche beträgt. Durch die Anwendung einer Perforationszone in der ersten und/oder der dritten Zwischenwand ist eine Ankopplung zwischen der ersten Kammer und der zweiten Kammer oder zwischen der zweiten und der vierten Kammer gewährleistet. Diese Ankopplung hat den damit erreichbaren gewünschten Zweck betreffend die Mündungsakustik des Abgasschalldämpfers insgesamt.

[0021] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn die zweite Zwischenwand eine Wandfläche und eine Perforationszone PZ2 aufweist, wobei ein Öffnungsquerschnitt der Perforationszone PZ2 zwischen 40 % und 70 % der Wandfläche beträgt oder maximal 70 % der Wandfläche beträgt, oder wenn die dritte Kammer mit Ausnahme der Ankopplung des Abgasrohrs oder des Schallrohres abgekoppelt ist. Die dritte Kammer ist in Verbindung mit dem an sie angekoppelten Abgasrohr bzw. mit dem an sie angekoppelten Schallrohr ein Helmholtzresonator. Durch Anwendung einer Perforationszone in der zweiten Zwischenwand wird der so gebildete Helmholtzresonator bedämpft. Unabhängig von der Hauptresonanzfrequenz des Helmholtzresonators werden über den Grad der Perforation dieser Perforationszone PZ2 insbesondere hochfrequente Mündungsgeräuschanteile verändert und somit die Bandbreite des Helmholtzresonators. Alternativ kann die dritte Kammer mit Ausnahme der Ankopplung durch das Eingangsrohr bzw. das Schallrohr völlig abge-

schottet sein, sodass ein klassischer Helmholtzresonator umgesetzt ist.

[0022] Dabei kann es von Vorteil sein, wenn die Kammern mit Bezug zu einer Strömungsrichtung S des Abgases im Einlassrohr oder im Auslassrohr nacheinander in Reihe angeordnet sind. Wie bereits einleitend ausgeführt ergibt sich im Einlassrohr, soweit es die Kopplung zwischen der ersten und einer der weiteren Kammern betrifft, oder auch im Auslassrohr eine Haupttrichtung der Gasströmung, wobei die Kammern, mithin die erste, zweite und dritte wie auch soweit vorliegend vierte Kammer mit Bezug zu dieser Strömungsrichtung hintereinander, mithin seriell angeordnet sind. Die jeweiligen Zwischenwände bilden somit Trennwände zwischen den einzelnen Kammern.

[0023] Schließlich kann es von Vorteil sein, wenn mindestens eine der Perforationszonen PE1 - PE3, PA3 mit Bezug zu einem Umfang U des jeweiligen Rohres beschränkt ist auf einen Winkel-Abschnitt zwischen 150° und 210°. Die Perforationszone kann mit Bezug zu einer benachbarten Perforationszone auf der Seite platziert sein, die der benachbarten Perforationszone abgewandt ist. Bei Anwendung von parallel bzw. nebeneinander angeordnetem Ein- und Auslassrohr kann es demnach vorteilhaft sein, dass zumindest bei einem oder bei beiden Rohren die Perforationszone halbseitig ausgebildet ist, wobei die jeweilige Perforationszone bei halbseitiger Ausbildung auf der dem Nachbarrohr abgewandten Seite platziert ist. Somit werden größere Abstände zwischen den Perforationszonen und die damit einhergehenden akustischen Vorteile erreicht.

[0024] Vorteilhaft kann es hierzu auch sein, wenn das Abgasrohr eine Abgasklappe aufweist, die stromab der Gehäuseaußenwand angeordnet ist, über die ein unmittelbar in eine Umgebung ableitbarer Abgasstrom regelbar ist. Durch Anwenden einer Abgasklappe kann die Mündungsakustik relativ stark verändert werden. Bei geöffneter Abgasklappe tritt zumindest ein Teil des Abgasstromes ohne Durchlaufen des Abgasschalldämpfers nach außen, womit ein sehr sportliches Mündungsgeräusch gewährleistet ist. Bei geschlossener oder zumindest teilgeschlossener Abgasklappe tritt ein entsprechend größerer Teil des Abgasstromes durch den Abgasschalldämpfer, sodass ein sehr komfortables Mündungsgeräusch erreicht wird.

[0025] Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn das Einlassrohr und das Auslassrohr zumindest teilweise nebeneinander verlaufend und mit radialem Abstand aneinander angeordnet sind. Das vorgehend beschriebene Einlassrohr sowie das Auslassrohr sind getrennte Rohre, die nebeneinander mit einem Abstand aneinander angeordnet sind. Ungeachtet dessen kann das jeweilige Rohr, mithin das Einlass-

rohr oder auch das Auslassrohr mehrteilig ausgebildet sein. Aber auch in diesem Fall ist die grundlegende Gasführung für die Bezeichnung des jeweiligen Rohres maßgeblich. Ein Einleiten und Weiterleiten des Abgasstromes wird durch ein Einlassrohr bewirkt, während ein Ausleiten aus dem Abgasschalldämpfer und ein vorangehendes Weiterleiten bis zum entsprechenden Auslass durch ein Auslassrohr bewerkstelligt werden. Die Anwendung eines Abgasrohres, welches unmittelbar an das Einlassrohr angeschlossen ist, erfüllt zumindest die vorstehend genannte Bedingung betreffend das Nebeneinanderliegen bzw. den Abstand an zum Einlassrohr nicht.

[0026] Die vorstehend genannten Vorteile werden selbstverständlich auch erreicht durch eine Abgasanlage mit einem vorgehend beschriebenen Abgasschalldämpfer. Da es sich bei dem vorgehend beschriebenen Abgasschalldämpfer um einen Endschalldämpfer handelt, ist stromab des Abgasrohres bzw. der Abgasklappe lediglich ein Abgasendrohr vorgesehen, welches die gewünschte Mündungsakustik nicht wesentlich beeinflusst.

[0027] Vorteilhafterweise ist der vorgehend beschriebene Abgasschalldämpfer als Endschalldämpfer ausgebildet, sodass nach dem Abgasrohr unabhängig von der Abgasklappe lediglich ein schalldämpferfreies Abgasendrohr vorgesehen ist.

[0028] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind in den Patentansprüchen und in der Beschreibung erläutert und in den Figuren dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 bis Fig. 6 jeweils eine Prinzipskizze eines Abgasschalldämpfers in verschiedenen Ausführungsformen;

Fig. 7 eine Querschnittsdarstellung benachbarter Abgasrohre;

Fig. 8 eine Prinzipskizze eines Abgasschalldämpfers mit Abgasendrohr;

Fig. 9 eine Prinzipskizze einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasschalldämpfer.

[0029] Nach **Fig. 1** weist ein Abgasschalldämpfer 1 eine Gehäuseaußenwand 1.1 auf, die ein Gehäuse 1.2 begrenzt. Innerhalb des Gehäuses 1.2 ist eine erste Zwischenwand 2.1 sowie eine zweite Zwischenwand 2.2 vorgesehen, wobei die erste Zwischenwand 2.1 zusammen mit der Gehäuseaußenwand 1.1 eine endseitige erste Kammer 3.1 begrenzt, während die zweite Zwischenwand 2.2 zusammen mit der endseitigen Gehäuseaußenwand 1.1 eine dritte Kammer 3.3 begrenzt. Zwischen den beiden Gehäusewänden 2.1, 2.2 ist eine zweite Kammer 3.2 vorgesehen. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel **Fig. 3 bis Fig. 6** ist nach Aus-

führungsbeispiel **Fig. 1** eine dritte Zwischenwand 2.3 vorgesehen, die wiederum zusammen mit der ersten Zwischenwand 2.1 und der Gehäuseaußenwand 1.1 die zweite Kammer 3.2 begrenzt. Zudem begrenzt die dritte Zwischenwand 2.3 zusammen mit der zweiten Zwischenwand 2.2 und der Gehäuseaußenwand 1.1 eine vierte Kammer 3.4.

[0030] Allen Ausführungsbeispielen nach **Fig. 1** bis **Fig. 6** ist gemein ein Einlassrohr 4, das durch die Gehäuseaußenwand 1.1 in die erste Kammer 3.1 geführt ist und welches ausgehend von der ersten Kammer 3.1 durch die erste Zwischenwand 2.1 in die zweite Kammer 3.2 geführt wird. Zudem ist allen Ausführungsbeispielen gemein ein Auslassrohr 6, welches durch die Gehäuseaußenwand 1.1 und durch die dritte Kammer 3.3 geführt wird und welches in der zweiten Kammer 3.2 mündet.

[0031] An das Einlassrohr 4 schließt in der ersten Kammer 3.1 ein Abgasrohr 5.1 an, welches durch die erste Kammer 3.1 und durch die Gehäuseaußenwand 1.1 in eine Umgebung 10 geführt wird. In dem Auslassrohr 6 ist stromab der Gehäuseaußenwand 1.1 eine Abgasklappe 7 platziert, über die ein in die Umgebung 10 zu führender Abgasstrom regelbar ist.

[0032] Nach Ausführungsbeispiel **Fig. 1** ist das Einlassrohr 4 durch die zweite Kammer 3.2 und durch die vierte Kammer 3.4 geführt und mündet mit einer endseitigen Rohröffnung in der dritten Kammer 3.3. Sowohl in der zweiten Kammer 3.2 als auch in der vierten Kammer 3.4 weist das Einlassrohr 4 eine Perforationszone PE2, PE3 auf, über die das Einlassrohr 4 an die zweite Kammer 3.2 bzw. an die vierte Kammer 3.4 gekoppelt ist. Das Auslassrohr 6 weist ebenfalls eine Perforationszone PA3 auf, welche in der vierten Kammer 3.4 platziert ist und somit die vierte Kammer 3.4 an das Auslassrohr 6 koppelt. Das Auslassrohr 6 mündet mit einer endseitigen Rohröffnung innerhalb der zweiten Kammer 3.2.

[0033] Die erste Zwischenwand 2.1 ist mit einer Perforationszone PZ1 versehen, wodurch die erste Kammer 3.1 an die zweite Kammer 3.2 gekoppelt ist.

[0034] Dem Abgasstrom innerhalb des Auslassrohres 6 bzw. des Einlassrohres 4, soweit sie sich durch die verschiedenen Kammern 3.2-3.4 erstrecken, liegt eine Hauptströmungsrichtung S des Abgases zugrunde. Mit Bezug zu dieser Strömungsrichtung S sind alle vier Kammern seriell, mithin nacheinander angeordnet. Die jeweiligen Zwischenwände 2.1-2.3 stellen mithin Trennwände zwischen den verschiedenen Kammern 3.1-3.4 dar. Das Auslassrohr 6 ist mit Abstand ar zum Einlassrohr 4 angeordnet und verläuft neben dem Einlassrohr 4. Auslassrohr 6 und Einlassrohr 4 können parallel oder windschief zueinander angeordnet sein. Von wesentlicher Bedeutung für die Mündungsakustik ist der Abstand ar,

der auch mit Bezug zur Richtung der Strömungsrichtung S variieren kann.

[0035] Das Ausführungsbeispiel nach **Fig. 2** unterscheidet sich zunächst von dem nach **Fig. 1** dadurch, dass das Einlassrohr 4 innerhalb der zweiten Kammer 3.2 mit der endseitigen Rohröffnung mündet. Ergänzend ist ein Schallrohr 5.2 vorgesehen, das ausgehend von der zweiten Kammer 3.2 durch die vierte Kammer 3.4 geführt ist und in der dritten Kammer 3.3 über die endseitige Rohröffnung mündet. Das Schallrohr 5.2 weist innerhalb der vierten Kammer 3.4 eine Perforationszone PE3 auf, über die es an die vierte Kammer 3.4 gekoppelt ist. Das Einlassrohr 4 und das Schallrohr 5.2 können coaxial zueinander angeordnet sein. Auch eine parallele Anordnung, die zumindest eine Überdeckung der jeweiligen endseitigen, gegenüberliegenden Rohröffnung gewährleistet, ist ausreichend. Aufgrund dieser Überdeckung ist eine Anströmung des Schallrohres 5.2 in seiner Funktion als Helmholtzrohr zur Anströmung der Helmholtzkammer 3.3 vorteilhaft.

[0036] Während nach Ausführungsform **Fig. 1** die erste Zwischenwand 2.1 die Perforationszone PZ1 aufweist, weist nach Ausführungsbeispiel **Fig. 2** die dritte Zwischenwand 2.3 eine Perforationszone PZ3 auf.

[0037] Nach den folgenden Ausführungsbeispielen **Fig. 3** bis **Fig. 6** ist die dritte Zwischenwand 2.3 nicht vorgesehen. Mithin wird die zweite Kammer 3.2 begrenzt durch die erste Zwischenwand 2.1 und die zweite Zwischenwand 2.2. Das Auslassrohr 6 mündet innerhalb der zweiten Kammer 3.2 und ist an die zweite Kammer 3.2 angekoppelt, zum einen über die endseitige Rohröffnung sowie über die Perforationszone PA3. Das Einlassrohr 4 wiederum mündet mit der endseitigen Rohröffnung innerhalb der zweiten Kammer 3.2. Zusätzlich dazu mit axialem Abstand ar ist das Schallrohr 5.2 vorgesehen, welches sowohl in der dritten Kammer 3.3 als auch in der zweiten Kammer 3.2 mit der jeweiligen endseitigen Rohröffnung mündet. Wie auch nach Ausführungsbeispiel **Fig. 1** weist die erste Zwischenwand 2.1 eine Perforationszone PZ1 auf, welche die erste Kammer 3.1 an die zweite Kammer 3.2 koppelt. Zudem weist die zweite Zwischenwand 2.2 eine Perforationszone PZ2 auf, welche die zweite Kammer 3.2 an die dritte Kammer 3.3 koppelt.

[0038] Nach Ausführungsbeispiel **Fig. 4** ist im Gegensatz zu Ausführungsbeispiel **Fig. 3** das Einlassrohr 4 ausgehend von der ersten Kammer 3.1 bis in die dritte Kammer 3.3 geführt. Innerhalb der zweiten Kammer 3.2 weist das Einlassrohr 4 eine Perforationszone PE2 auf, über die es an die zweite Kammer 3.2 gekoppelt ist. Das Auslassrohr 6 weist in der zweiten Kammer 3.2 keine Perforationszone auf

und ist lediglich über die endseitige Rohröffnung an die zweite Kammer 3.2 gekoppelt.

[0039] Das Einlassrohr 4 weist innerhalb der ersten Kammer 3.1 eine Perforationszone PE1 auf, über die es an die erste Kammer 3.1 gekoppelt ist. Die Perforationszone PE1 kann in mehrere Abschnitte oder Segmente aufgeteilt werden. Gleiches gilt für die Perforationszone PE2 innerhalb des Einlassrohres 4 oder für die Perforationszone PE3 innerhalb des Auslassrohres 6.

[0040] Das Ausführungsbeispiel **Fig. 5** entspricht über weite Teile dem der Ausführungsform nach **Fig. 3**. Das Einlassrohr 4 mündet ebenfalls in der zweiten Kammer 3.2. Die Ankopplung erfolgt jedoch lediglich über die endseitige Rohröffnung ohne Anwendung einer Perforationszone. Sowohl das Auslassrohr 6 als auch das Schallrohr 5.2 sind gekürzt und enden unmittelbar im Bereich der zweiten Zwischenwand 2.2.

[0041] Die verschiedenen Perforationszonen innerhalb der verschiedenen Zwischenwände 2.1-2.3 können unterschiedlich kombiniert sein. Ergänzend zu den hier ausgeführten Ausführungsformen sind auch andere Variationen möglich. Dies gilt auch für die Anwendung von Perforationszonen innerhalb des Einlassrohres 4 oder des Auslassrohres 6, soweit es die Ankopplung des jeweiligen Rohrs an eine der Kammern betrifft.

[0042] Die Perforationszone PZ2 innerhalb der zweiten Zwischenwand 2.2 ist lediglich für die Ausführungsform **Fig. 2**, **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellt. Die Perforation der ersten Zwischenwand 2.1, mithin die Perforationszone PZ1 ist lediglich für die Ausführungsform nach **Fig. 1** sowie 3 bis 6 dargestellt. Die Perforation der dritten Zwischenwand 2.3 ist beispielhaft lediglich im Ausführungsbeispiel **Fig. 2** dargestellt. Auch diesbezüglich sind andere Variationen möglich.

[0043] Nach Ausführungsbeispiel **Fig. 7** ist die Perforationszone PE3 des Einlassrohrs 4 halbseitig, mithin nur über einen Umfang U und einen Winkel-Abschnitt A von etwa 150° ausgebildet und auf der dem Rohr 6 gegenüberliegenden Seite des jeweiligen Rohres 4 angeordnet. Es ist auch möglich, dass ergänzend oder alternativ das Rohr 6 nur halbseitig perforiert ist und diese Perforationszone PA3 auf der dem Rohr 4 abgewandten Seite angeordnet ist.

[0044] **Fig. 8** zeigt den Abgasschalldämpfer 1 mit der Gehäuseaußenwand 1.1 sowie dem nach außen geführten Abgasrohr 5.1 mit der Abgasklappe 7. Anschließend an das Abgasrohr 5.1 ist ein Abgasendrohr 9 vorgesehen, über welches die Abgasströmung in eine Umgebung 10 geleitet wird.

[0045] Nach **Fig. 9** ist skizziert eine Brennkraftmaschine 11 mit einer Abgasleitung 11.1, in der ein Abgasschalldämpfer 1 wie vorgehend beschrieben integriert ist. Ausgehend von dem Abgasschalldämpfer 1 wird das Abgas über das Abgasendrohr 9 an eine Umgebung 10 weitergeleitet.

Bezugszeichenliste

1	Abgasschalldämpfer
1.1	Gehäuseaußenwand
1.2	Gehäuse
2.1	erste Zwischenwand
2.2	zweite Zwischenwand
2.3	dritte Zwischenwand
3.1	erste Kammer, Absorptionskammer
3.2	zweite Kammer, Expansions- und Reflexionskammer
3.3	dritte Kammer, Helmholtzkammer
3.4	vierte Kammer, Absorptionskammer
4	Einlassrohr
5.1	Abgasrohr
5.2	Schallrohr
6	Auslassrohr
7	Abgasklappe
8	Absorptionsmittel
9	Abgasendrohr, schalldämpferfreies Abgasrohr
10	Umgebung
11	Brennkraftmaschine
11.1	Abgasleitung
A	Winkel-Abschnitt
ar	radialer Abstand
PE1	Perforationszone Einlassrohr
PE2	Perforationszone Einlassrohr
PE3	Perforationszone Einlassrohr, Schallrohr
PA3	Perforationszone Auslassrohr
PZ1	Perforationszone Zwischenwand
PZ2	Perforationszone Zwischenwand
PZ3	Perforationszone Zwischenwand
S	Strömungsrichtung
U	Umfang

Patentansprüche

1. Abgasschalldämpfer (1) für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine mit einem Gehäuseaußenwand (1.1) aufweisenden Gehäuse (1.2), mit einer in dem Gehäuse (1.2) angeordneten ersten Zwischenwand (2.1) und mit einer in dem Gehäuse (1.2) angeordneten zweiten Zwischenwand (2.2), die das Gehäuse (1.2) in eine erste Kammer (3.1), eine zweite Kammer (3.2) und eine dritte Kammer (3.3) unterteilen, mit einem Einlassrohr (4), das von außen durch die Gehäuseaußenwand (1.1) in die erste Kammer (3.1) geführt ist und an die zweite Kammer (3.2) angekoppelt ist, und mit einem Abgasrohr (5.1), das von außen durch die Gehäuseaußenwand (1.1) in die erste Kammer (3.1) geführt ist, wobei die erste Kammer (3.1) mit Absorptionsmittel (8) gefüllt und als Absorptionskammer ausgebildet ist und die dritte Kammer (3.3) als Helmholtzkammer ausgebildet ist, wobei ein Auslassrohr (6) vorgesehen ist, das durch die dritte Kammer (3.3) geführt ist und in der zweiten Kammer (3.2) mündet, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abgasrohr (5.1) in der ersten Kammer (3.1) an das Einlassrohr (4) angekoppelt ist.

2. Abgasschalldämpfer (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einlassrohr (4) durch die erste Kammer (3.1) geführt ist und in der zweiten Kammer (3.2) oder in der dritten Kammer (3.3) mündet und dass bei Mündung in der zweiten Kammer (3.2) ein Schallrohr (5.2) vorgesehen ist, das von der zweiten Kammer (3.2) in die dritte Kammer (3.3) geführt ist.

3. Abgasschalldämpfer (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine dritte Zwischenwand (2.3) vorgesehen ist, die die zweite Kammer (3.2) begrenzt und eine vierte Kammer (3.4) zwischen der zweiten Kammer (3.2) und der dritten Kammer (3.3) innerhalb des Gehäuses (1.2) bildet, wobei das Einlassrohr (4) oder das Schallrohr (5.2) durch die vierte Kammer (3.4) geführt ist und in der dritten Kammer (3.3) mündet.

4. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einlassrohr (4) und/oder das Abgasrohr (5.1) eine Perforationszone PE1 aufweist, über die das Einlassrohr (4) und/oder das Abgasrohr (5.1) an die erste Kammer (3.1) angekoppelt ist.

5. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslassrohr (6) in der zweiten Kammer (3.2) oder in der vierten Kammer (3.4) eine Perforationszone PA3 aufweist.

6. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

net, dass das Einlassrohr (4) in der zweiten Kammer (3.2) eine Perforationszone PE2 und/oder in der vierten Kammer (3.4) eine Perforationszone PE3 aufweist.

7. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (1.2) ein Abgasschalldämpfervolumen von 27 Liter bis 36 Liter umfasst, wobei die erste Kammer (3.1) ein Volumen von 7 Liter bis 15 Liter umfasst und/oder die zweite Kammer (3.2) ein Volumen von 5 Liter bis 12 Liter umfasst und/oder die dritte Kammer (3.3) ein Volumen von 8 Liter bis 15 Liter umfasst.

8. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einlassrohr (4) einen Innendurchmesser zwischen 70 mm und 90 mm aufweist und/oder dass das Abgasrohr (5.1) einen Innendurchmesser zwischen 60 mm und 75 mm aufweist und/oder dass das Auslassrohr (6) einen Innendurchmesser zwischen 50 mm und 65 mm aufweist.

9. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Zwischenwand (2.1) und/oder die dritte Zwischenwand (2.3) eine Wandfläche und eine Perforationszone PZ1, PZ3 aufweist, wobei ein Öffnungsquerschnitt der Perforationszone PZ1, PZ3 maximal 70 % der jeweiligen Wandfläche beträgt.

10. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Zwischenwand (2.2) eine Wandfläche und eine Perforationszone PZ2 aufweist, wobei ein Öffnungsquerschnitt der Perforationszone PZ2 maximal 70 % der Wandfläche beträgt, oder dass die dritte Kammer (3.3) mit Ausnahme der Ankopplung des Einlassrohres (4) oder des Schallrohres (5.2) abgekoppelt ist.

11. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kammern (3.1, 3.2, 3.4, 3.3) mit Bezug zu einer Strömungsrichtung S des Abgases im Einlassrohr (4) oder im Auslassrohr (6) nacheinander in Reihe angeordnet sind.

12. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine der Perforationszonen PE1 - PE3, PA3 mit Bezug zu einem Umfang U des jeweiligen Rohres (4, 5.2, 6) beschränkt ist auf einen Winkel-Abschnitt (A) zwischen 150° und 210°.

13. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abgasrohr (5.1) eine Abgasklappe (7) aufweist, die stromab der Gehäuseaußenwand

(1.1) angeordnet ist, über die ein unmittelbar in eine Umgebung (10) ableitbarer Abgasstrom regelbar ist.

14. Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einlassrohr (4) und das Auslassrohr (6) zumindest teilweise nebeneinander verlaufend und mit einem radialen Abstand (ar) zueinander angeordnet sind.

15. Abgasanlage einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasschalldämpfer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

16. Abgasanlage nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass unmittelbar an das Abgasrohr (5.1) ein schalldämpferfreies Abgasendrohr (9) angekoppelt ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

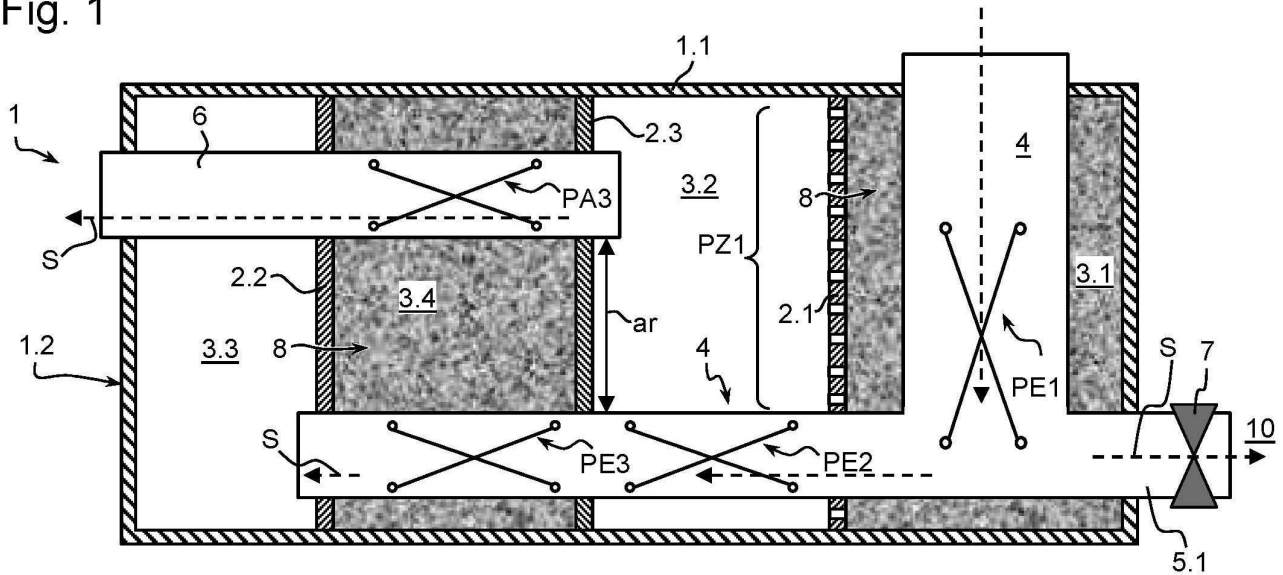


Fig. 2

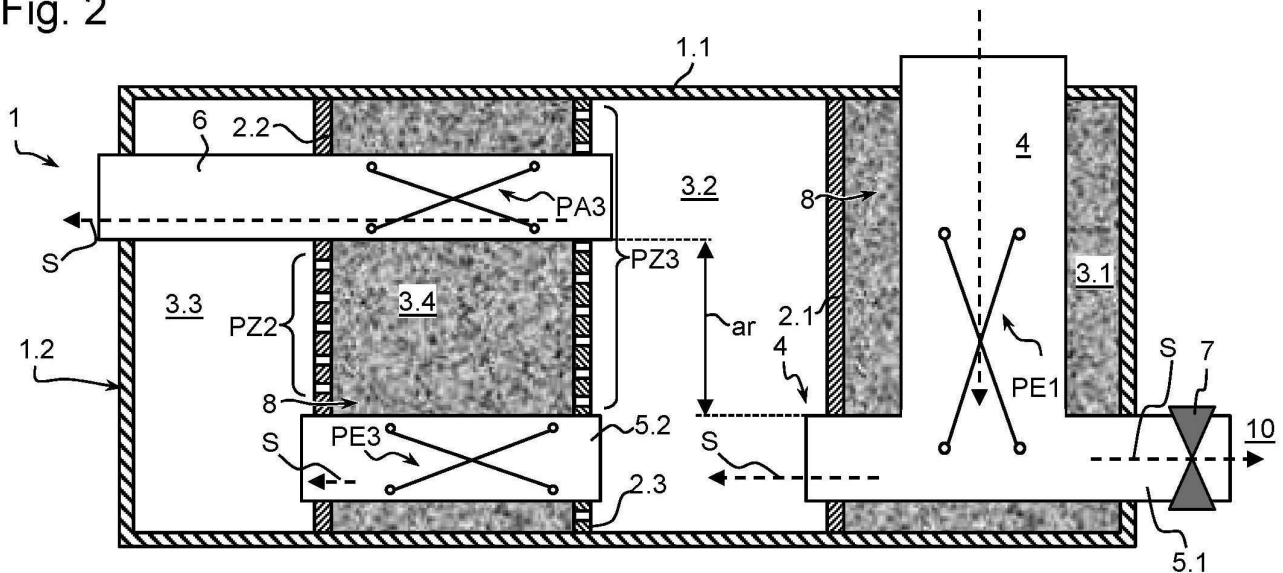


Fig. 3

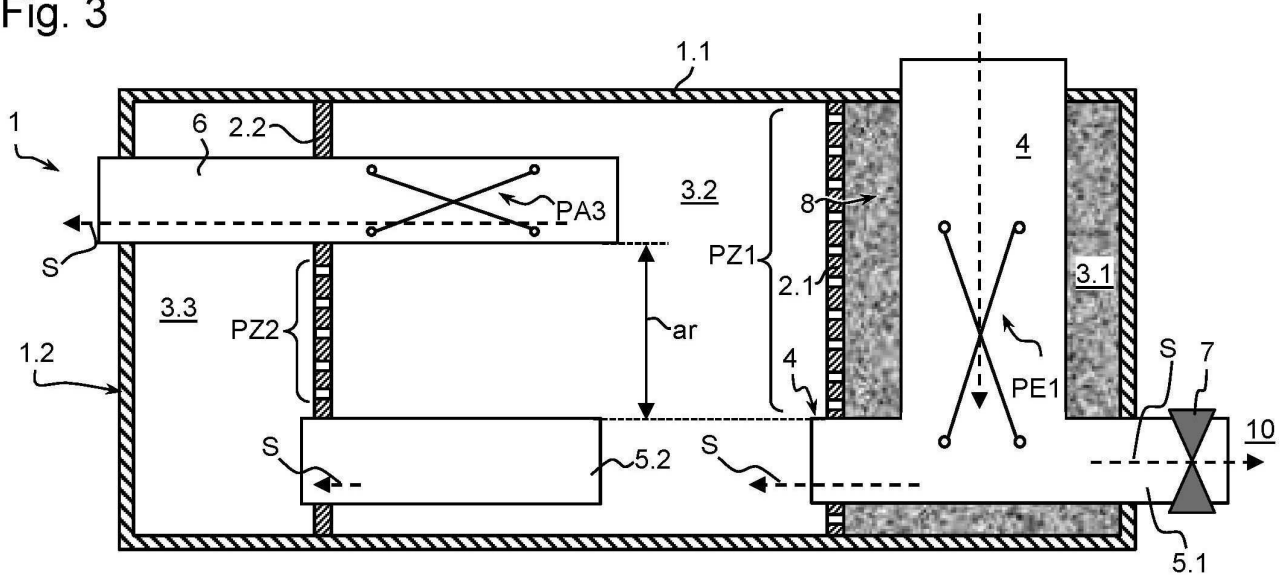


Fig. 4

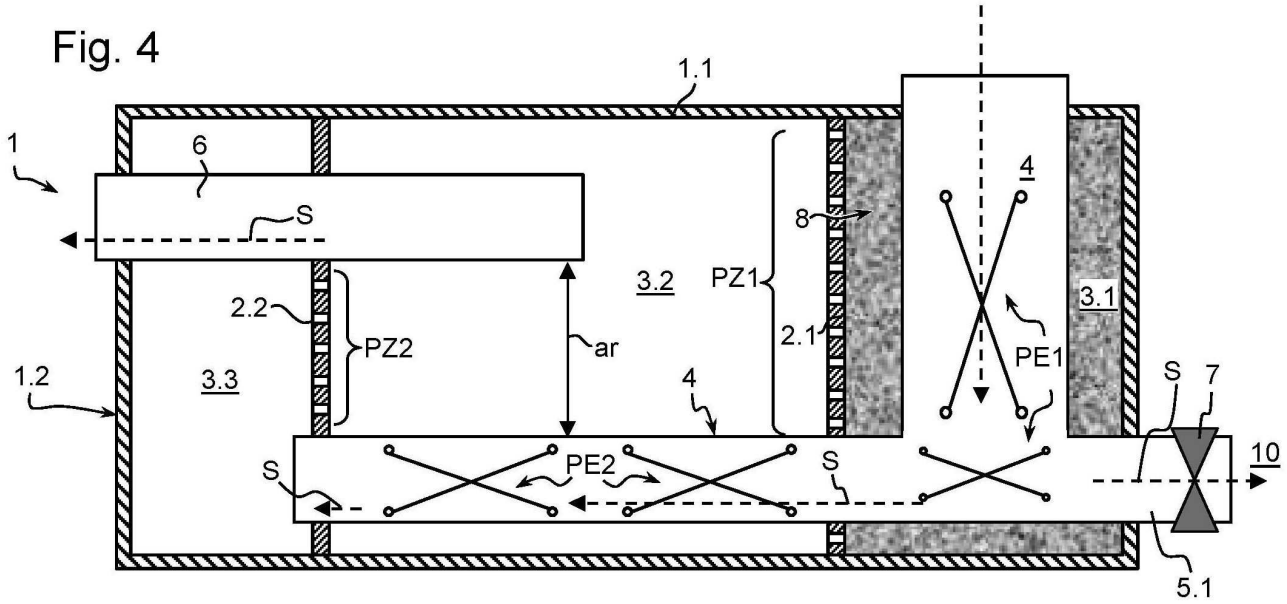


Fig. 5

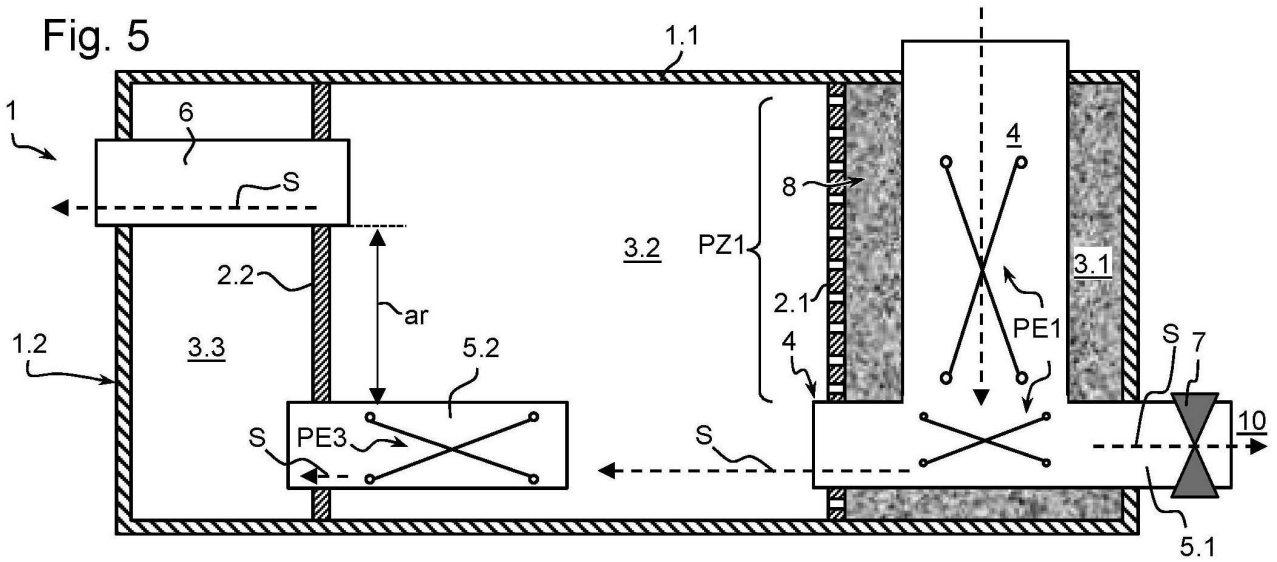


Fig. 6

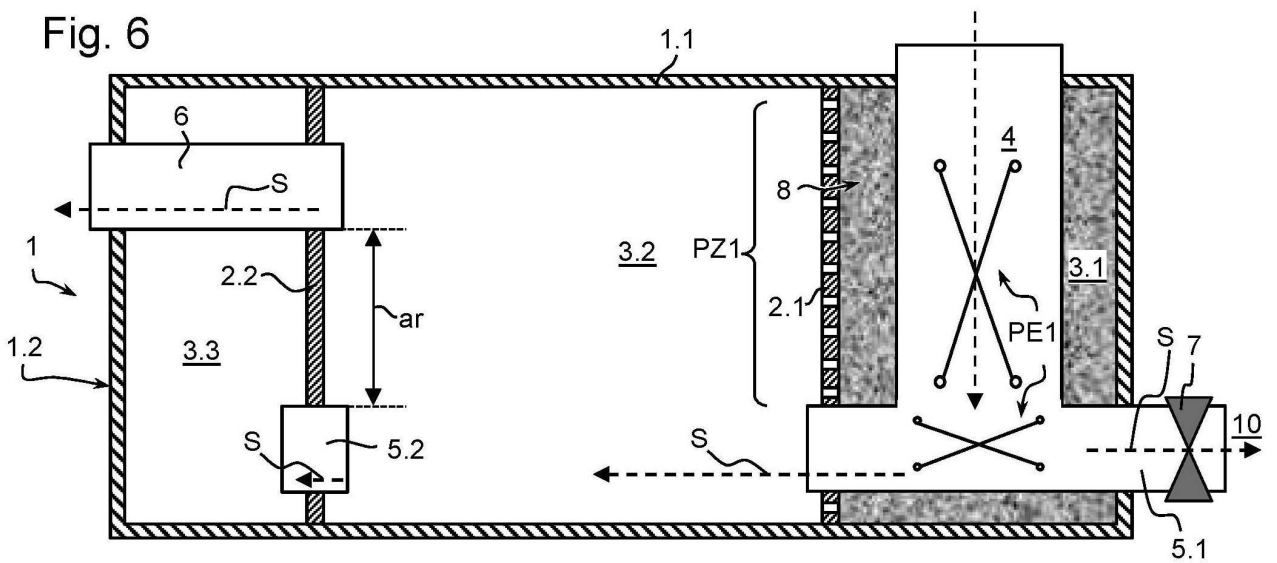


Fig. 7

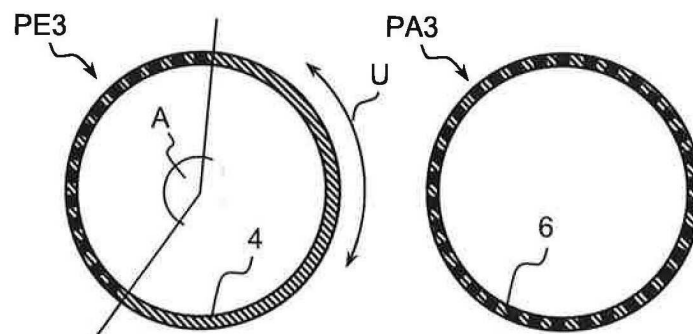


Fig. 8

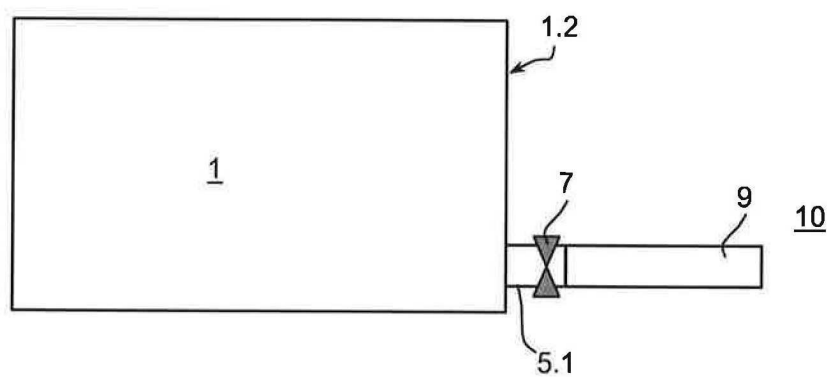


Fig. 9

