



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**15.06.2005 Patentblatt 2005/24**

(51) Int Cl.7: **F23M 13/00, F23M 9/06**

(21) Anmeldenummer: **04103743.3**

(22) Anmeldetag: **04.08.2004**

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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH  
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Schaefer, Albrecht  
70771 Leinfelden-Echterdingen (DE)**

(30) Priorität: **23.09.2003 DE 10344001**

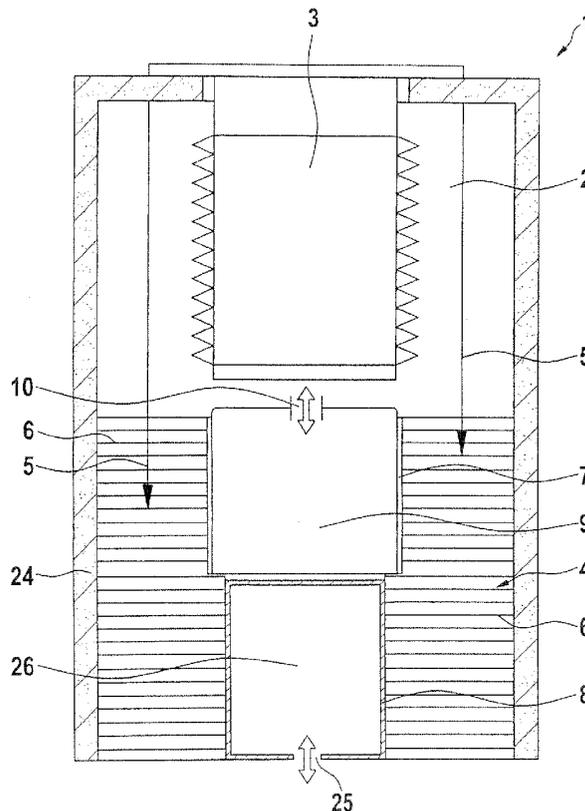
(54) **Brennwerteinheit**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennwerteinheit mit einem Brennraum, in dem sich ein zu bedämpfender Schall ausbreitet, mit einem Brenner, mit einem Wärmeübertrager, der eine von einem Abgas zumindest zum Teil umströmte Übertragungseinheit aufweist, und mit mindestens einem Verdrängungskörper, der das Abgas in Richtung der Übertragungseinheit

führt.

Hierbei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Verdrängungskörper mindestens einen Hohlkörper aufweist, der mindestens über eine Verbindungsöffnung mit dem Brennraum mittelbar oder unmittelbar derart verbunden ist, dass eine Dämpfung des Schalls bewirkt wird.

**Fig. 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Brennwerteinheit mit einem Brennraum, in dem sich ein zu bedämpfender Schall ausbreitet, mit einem Brenner, mit einem Wärmeübertrager, der eine von einem Abgas zumindest zum Teil umströmte Übertragungseinheit aufweist, sowie mit mindestens einem Verdrängungskörper, der das Abgas in Richtung der Übertragungseinheit führt.

**[0002]** Aus DE 195 10 612 A1 ist ein Wärmeerzeuger mit einem in einem Gehäuse angeordneten Heizwasserraum, einem Brennraum, einem Heizgasraum, in dem ein Heizgas strömt, und einem in dem Heizgasraum eingeordneten Verdrängungskörper bekannt. Der Verdrängungskörper zwingt hierbei das Heizgas möglichst nahe entlang des Heizwasserraumes zu strömen, wodurch der Wärmeübergang vom Heizgas in den Heizwasserraum erhöht werden kann. Aufgrund der hermetisch geschlossenen Brennräume neigen jedoch derartige Brennwerteinheiten zur Erzeugung von Flammenschwingungen, die aufgrund von Resonanzeffekten in dem Brenner, in dem Brennraum etc. entstehen. Einer der Ursachen für die Entwicklung der unvorhersehbaren Schallprobleme liegt in dem Oszillieren der Brennerflamme der Brennwerteinheit. Vom Brennraum her breiten sich je nach Geometrie desselben Druckstöße in alle Bereiche der Brennwerteinheit aus bis sie in die Umgebung durch eine Abgasleitung austreten. Die Druckstöße werden auf dem Weg bis zur Abgasleitung kaum absorbiert, da die Brennwerteinheit im Innern in der Regel glatte und hochreflektierende Flächen aufweist, was zu einer die zulässige Geräuschgrenze übersteigenden Geräuschentwicklung führen kann. Je nach der Anzahl von Bögen oder Querführungen innerhalb einer Brennwerteinheit kann diese Geräuschentwicklung jedoch noch verstärkt sein, welches von einer sich in der Nähe der Brennwerteinheit aufhaltenden Person als sehr unangenehm empfunden wird.

**[0003]** Aus DE 38 39 243 C2 ist ein Schalldämpfer für Heizgeräte mit einem Brenner, einer Brennkammer, einer flexiblen Abgasabführungsleitung und einem Wärmetauscher bekannt. Die Abgasabführungsleitung weist ferner ein freies Ende auf, an dem ein Resonanzschalldämpfer angeordnet ist. Nachteilig ist jedoch, dass lediglich tieffrequente Verbrennungsgeräusche, die innerhalb des Heizgerätes entstehen, gedämpft werden können.

**[0004]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Brennwerteinheit bereitzustellen, bei der die in der Brennwerteinheit entstehenden Geräuschentwicklungen mit einer verbesserten Dämpfungswirkung reduziert werden können. Ferner soll ein einfacher und kompakter Aufbau der Brennwerteinheit erzielt werden.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch eine Brennwerteinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Brennwerteinheit sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0006]** Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Verdrängungskörper mindestens einen Hohlkörper aufweist, der mindestens über eine Verbindungsöffnung mit dem Brennraum mittelbar oder unmittelbar derart verbunden ist, dass eine Dämpfung des Schalls bewirkt wird. Der Verdrängungskörper ist hierbei so gestaltet, dass der Hohlkörper zur Geräuschdämpfung eingesetzt werden kann. Der Hohlkörper kann vorzugsweise als Helmholtzresonator ausgebildet sein, der über die Verbindungsöffnung mit dem Brennraum kommuniziert, in der sich der zu bedämpfende Schall ausbreitet, wobei der Hohlkörper im übrigen vorzugsweise geschlossen ist. Besonders vorteilhaft ist, dass der Verdrängungskörper gleichzeitig als ein Schalldämpfer wirken kann, so dass auf ein zusätzliches Bauelement innerhalb der Brennwerteinheit verzichtet werden kann. Durch eine derartige Integration des Schalldämpfers in der Verdrängungseinheit vereinfacht sich die konstruktive Auslegung der Brennwerteinheit, insbesondere reduziert sich zugleich der Montageaufwand.

**[0007]** Es besteht ebenfalls die Möglichkeit in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung den Hohlkörper als Lambda-Viertel-Rohr auszubilden. Die Länge des Rohres entspricht hierbei einer axialen Länge, die etwa einem Viertel der Wellenlänge Lambda der tiefsten Resonanzfrequenz des der Brennwerteinheit verlassenen Abgases entspricht, wodurch insbesondere mittelund tieffrequente Schwingungen des Abgases gedämpft werden können und ein leiser Betrieb der Brennwerteinheit erzielbar ist.

**[0008]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Verdrängungskörper derart gestaltet, dass durch teilweise oder vollständige Umlenkung der Strömungswegen der Schallwellen innerhalb des Verdrängungskörpers Schwingungen gedämpft werden können. Hierbei werden zunächst die Schallwellen innerhalb des Verdrängungskörpers in mehrere Schallwellenströme aufgeteilt. Anschließend werden diese Schallwellenströme nach unterschiedlich langen Strömungswegen wieder zusammengeführt, wobei während des Zusammenführens sich die Schallwellen teilweise gegenseitig löschen (Interferenz). Um eine derartige Interferenz zu erreichen, weist die Brennwerteinheit vorzugsweise einen innerhalb des Verdrängungskörpers angeordneten ersten Hohlkörper (erste Kammer) auf, in den die Schallwellen durch eine Verbindungsöffnung gelangen. Ferner ist vorzugsweise ein zweiter Hohlkörper (zweite Kammer) vorgesehen, der durch eine Wand von dem ersten Hohlkörper getrennt ist. Die Wand weist in einer vorteilhaften Ausführung mehrere Öffnungen auf, durch die sich das Abgas und die Schallwellen stromabwärts in den zweiten Hohlkörper ausbreiten. Aufgrund der unterschiedlichen Strömungswegen der Schallwellen entstehen die bereits oben beschriebenen Interferenzen im zweiten Hohlkörper beziehungsweise in der zweiten Kammer mit dem Effekt, dass eine derartige Ausgestaltung des Verdrängungskörpers zu einer wesentlichen Geräuschminderung führt.

**[0009]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Brennwerteinheit ist innerhalb des Verdrängungskörpers eine perforierte Wandung mit Dämmmaterial angeordnet, durch die das Abgas stromabwärts strömt. Die Schallwellen gelangen hierbei über die Verbindungsöffnung in den Hohlkörper des Verdrängungskörpers und treffen auf die Wandung. Ein Grossteil der Schallwellen dringt durch die Perforation in das vorzugsweise poröse Dämmmaterial ein, wobei die Schallwellen durch die entstehende Reibung in Wärme umgewandelt werden (Absorption). Hierbei werden insbesondere mittlere und höhere Frequenzen durch das Dämmmaterial "geschluckt", das vorzugsweise aus Fasermaterial wie Steinwolle, Glaswolle oder dergleichen bestehen kann. Als Dämmmaterial kann jedoch auch anderes anorganisches Material, wie zum Beispiel keramisches Material, verwendet werden.

**[0010]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Verdrängungskörper mindestens eine erste und eine zweite Verbindungsöffnung auf, über die der Hohlkörper mit dem Wärmeübertrager verbunden ist. Die Verbindungsöffnungen sind hierbei derart positioniert, dass das Abgas durch die erste Verbindungsöffnung mit einer Temperatur strömt, die größer oder kleiner ist als eine Temperatur, die das Abgas während der Durchströmung durch die zweite Verbindungsöffnung aufweist. Aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen sind die Schallgeschwindigkeiten und die Wellenlängen im jeweiligen abgezweigten Abgasstrom unterschiedlich, so dass beim Aufeinandertreffen dieser Abgasströme im Hohlraum es zur Löschung von Schwingungen durch Interferenz kommt.

**[0011]** Vorzugsweise sind mehrere, in Reihe angeordnete Verdrängungskörper in Achsrichtung der Brennwerteinheit vorgesehen, so dass unterschiedliche Schallfrequenzen wirkungsvoll gedämpft werden. Jeder Verdrängungskörper weist mindestens einen Hohlkörper auf, der vorzugsweise als Helmholtzresonator ausgebildet ist. Um die Dämpfungswirkung, insbesondere eine Breitbandwirkung, der erfindungsgemäßen Brennwerteinheit zu verbessern, können sich zumindest einige Helmholtzresonatoren dadurch voneinander unterscheiden, dass deren Hohlkörper und/oder deren Verbindungsöffnungen unterschiedliche Längen und/oder Querschnitte und/oder Geometrien und/oder Orientierungen aufweisen.

**[0012]** Erfindungsgemäß ist ein in einem Verdrängungskörper angeordneter Hohlkörper als Lambda-Viertel-Rohr und ein in einem anderen Verdrängungskörper sich befindender Hohlkörper als Helmholtzresonator ausgebildet. Ebenfalls besteht die Möglichkeit in einem Verdrängungskörper einen Helmholtzresonator sowie Einbauten vorzusehen, mit denen durch Absorption und/oder Interferenz und/oder Reflexion eine Schalldämpfung erzielbar ist.

**[0013]** Nachstehend wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Brennwerteinheit mit zwei Verdrängungskörpern in Schnittansicht,

5 Fig. 2 eine alternative Ausführungsform einer Brennwerteinheit mit einem Verdrängungskörper,

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform einer Brennwerteinheit mit zwei Verdrängungskörpern und

10 Fig. 4 eine zusätzliche Ausführungsform einer Brennwerteinheit mit zwei Verdrängungskörpern.

15 **[0014]** Figur 1 zeigt eine Brennwerteinheit 1 mit einem Brenner 3, einem Brennraum 2 sowie einem Wärmeübertrager 4. Die Brennwerteinheit 1 weist eine zylindrische Form auf, die durch ein Gehäuse 24 gebildet wird. Der Brenner 3 ist bei dieser Ausführungsform mittig in der Brennwerteinheit 1 am Deckenbereich des Gehäuses 24 befestigt. Der Wärmeübertrager 4 weist eine von einem Abgas 5 umströmte Übertragungseinheit 6 auf, die bei der vorliegenden Ausführungsform Rippen aufweist. Die Rippen dienen dazu, eine größere Wärmeübertragungsfläche bereitzustellen, wodurch sich der Wirkungsgrad eines Wärmeübertragers 4 verbessert. Das heiße Abgas 5 strömt entlang der Übertragungseinheit 6 und gibt aufgrund des Temperaturgefälles Wärme ab. Die Wärme kann beispielsweise durch ein in einem Rohr strömendes Fluid aufgenommen werden (nicht in den Figuren dargestellt), wobei das Rohr direkt mit der Übertragungseinheit 6 verbunden ist.

20 **[0015]** Unterhalb des Brenners 3 sind zwei, eine zylindrische Form aufweisende Verdrängungskörper 7,8 angeordnet, die das vom Brennraum 2 strömende Abgas 5 in Richtung der Übertragungseinheit 6 lenken. Die Verdrängungskörper 7,8 sind in Achsrichtung der Brennwerteinheit 1 in Reihe angeordnet, wobei der obere Verdrängungskörper 7 einen ersten Hohlkörper 9 aufweist, der größer ist als ein zweiter Hohlkörper 26 des unteren Verdrängungskörpers 8. Hierdurch wird erreicht, dass unterschiedliche Schallfrequenzen innerhalb der Brennwerteinheit 1 gedämpft werden. Die Verdrängungskörper 7,8 sind des Weiteren mit jeweils einer oberen beziehungsweise einer unteren Verbindungsöffnung 10,25 ausgebildet. Die obere Verbindungsöffnung 10 verbindet den Brennraum 2 mit dem ersten Hohlkörper 9. Im übrigen sind die Hohlkörper 9,26 geschlossen.

25 **[0016]** Während des Betriebes der Brennwerteinheit 1 entstehen aufgrund von Flammenschwingungen des Brenners 3 Verbrennungsgeräusche, die in der Regel eine mittlere oder tiefe Frequenz aufweisen. Die entstehenden Schallwellen werden durch die Verdrängungskörper 7,8 gedämpft. Der obere und der untere Verdrängungskörper 7,8 sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel jeweils als Helmholtzresonator ausgebildet, der jeweils ein Schwingungssystem im Bereich der Verbindungsöffnungen 10,25 bildet, welches in einem be-

stimmten Frequenzbereich den Schallwellen Energie entzieht. Das im Hohlkörper 9,26 eingeschlossene Gasvolumen wirkt dabei als eine Art "Feder" und das Gasvolumen in der Verbindungsöffnung 10,25 wirkt als "Masse", wodurch ein schwingungsfähiges System gebildet wird. Das Schwingungssystem ist durch Schallwellen zu Schwingungen anregbar, wobei den Schallwellen gleichzeitig Energie entzogen wird, das bedeutet, dass der Schall gedämpft wird. Folglich kann der sich innerhalb der Brennwerteinheit 1 ausbreitende Schall hinsichtlich bestimmter Frequenzen beziehungsweise Frequenzbänder wirksam gedämpft werden, wodurch sich die Schallemission, insbesondere im mittel- und tieffrequenten Bereich, der gesamten Anordnung wirksam reduzieren lassen. Die Frequenz und das Frequenzband, bei dem der Helmholtzresonator seine Dämpfungswirkung entfaltet, hängt beispielsweise von der Geometrie, dem Querschnitt, der Länge und somit vom Volumen des Hohlkörpers 9,26 sowie von der Verbindungsöffnung 10,25 des Helmholtzresonators ab.

**[0017]** Da insbesondere der obere, dem Brenner 3 zugewandte Verdrängungskörper 7 hohen thermischen Belastungen sowie schnellen Temperaturwechseln ausgesetzt ist, besteht dieser aus einem keramischen Werkstoff. Am vom Brenner 3 abgewandten, unteren Verdrängungskörper 8 unterschreitet in der Regel das Abgas 5 die Kondensationstemperatur, so dass der im Abgas 5 enthaltene Wasserdampf sowie Säurebestandteile auskondensieren. Da dieses angefallene Kondensat aufgrund seiner Säurebestandteile korrosiv wirkt, bietet es sich an, den unteren Verdrängungskörper 8 beispielsweise aus einem Kunststoff, insbesondere aus Fluorkunststoff, oder aus einem rostfreien Stahl herzustellen.

**[0018]** Figur 2 zeigt eine weitere Alternative einer Brennwerteinheit 1, bei der an Stelle zweier Verdrängungskörper (Figur 1) lediglich ein Verdrängungskörper 30 innerhalb der Brennwerteinheit 1 angeordnet ist. Der Verdrängungskörper 30, der wie die Brennwerteinheit 1 eine zylindrische Form aufweist, ist bei dieser Ausführungsform an der dem Brenner 3 abgewandten Seite offen ausgebildet. Im oberen Bereich des Verdrängungskörpers 30 ist ein Hohlkörper 31 mit einer Verbindungsöffnung 32 angeordnet, der als Helmholtzresonator wirkt. Unterhalb des Hohlkörpers 31 befinden sich eine erste 14 und eine zweite Kammer 13, die durch eine mit Öffnungen 11 ausgebildete Wand 12 voneinander getrennt sind. Im Bereich der zweiten Kammer 13 ist eine perforierte Wandung 15 mit einem Dämmmaterial 16 bestehend aus Fasermaterial angeordnet. Der untere Bereich der Brennwerteinheit 1 - stromabwärts nach dem Wärmeübertrager 4 - weist eine aus Kunststoff bestehende Wanne 17 auf, die mit einer richtungsumlenkenden Abgasabführung 18 und mit einer Öffnung 19 für eine Kondensatabführung ausgebildet ist. Ferner umfasst die Wand 12 ein Führungsmittel 23, das in die Wanne 17 hineinragt, wodurch das Abgas 5, das vom Brenner 3 über den seitlich angeordneten Wärmeüber-

trager 4 geleitet wird, nach dem Austreten von dem Führungsmittel 23 wieder zum Teil nach oben in die zweite Kammer 14 geleitet wird. Die zweite Kammer 14 ist innerhalb des Verdrängungskörpers 30 und in einem Innenraum des Wärmeübertragers 4 angeordnet. Das Führungsmittel 23 verläuft bei dieser Ausführungsform zunächst ausgehend von der Wand 12 in Achsrichtung der Brennwerteinheit 1 bis zu einem Abstand zu dem Wannenboden 17. Anschließend weist das Führungsmittel 23 einen senkrecht zur Achsrichtung der Brennwerteinheit 1 beziehungsweise einen parallel zum Wannenboden 17 sich erstreckenden Verlauf auf mit einem freien Ende, das einen Abstand zu der zugewandten rechten Wannenwand 17 aufweist.

**[0019]** Die im Brennraum 2 entstehenden Schallschwingungen und das Abgas 5 werden mit Hilfe des Führungsmittels 23 durch eine Verbindungsöffnung 20 in die erste Kammer 14 geleitet, wo sie durch die Öffnungen 11 der Wand 12 in die zweite Kammer 13 gelangen. Die Schallwellen breiten sich hierbei in der ersten Kammer 14 nach oben aus und erreichen die zweite Kammer 13 durch die Öffnungen 11, die in einem regelmäßigen Abstand an der Wand 12 angeordnet sind. Ein Teil der Schallwellen durchströmt bereits die untere Öffnung 11, ein anderer Teil legt hingegen einen größeren Weg in der ersten Kammer 14 zurück und gelangt erst durch die oberen Öffnungen 11 in die zweite Kammer 13. In der zweiten Kammer 13 treffen die Schallwellen wieder aufeinander, wobei sie aufgrund ihrer bereits unterschiedlich langen Ausbreitungswege sich teilweise löschen. Durch die Interferenz entsteht eine Dämpfung der Schallwellen innerhalb der Brennwerteinheit 1.

**[0020]** Des Weiteren wirkt der im oberen Bereich des Verdrängungskörpers 30 angeordnete Hohlkörper 31 mit der Verbindungsöffnung 32 als Helmholtzresonator, wodurch eine weitere Dämpfungswirkung erzielt wird. Der Hohlkörper 30 kommuniziert über die Verbindungsöffnung 32 mit der zweiten Kammer 13, wodurch den in der zweiten Kammer 13 sich befindenden Schallwellen Energie entzogen wird.

**[0021]** Eine zusätzliche Dämpfung wird durch die perforierte Wandung 15 erreicht, die als Absorptionsschalldämpfer wirkt. Die Schallwellen dringen durch die Perforationen in das Dämmmaterial 16 ein und werden von dem Dämmmaterial 16 gedämpft, so dass eine weitere Dämpfung der Schallwellen innerhalb des Verdrängungskörpers 30 erreicht wird. Ein Teil der Schallwellen gelangt aus der zweiten Kammer 13 in die Wanne 17, in der die Schallwellen mit weiteren Schallwellen aufeinander treffen, die nicht in den Verdrängungskörper 30 geleitet wurden. Auch hier entsteht aufgrund der unterschiedlich zurückgelegten Ausbreitungswege der Schallwellen eine Interferenzwirkung, bei der sich die zusammentreffenden Schallwellen teilweise gegenseitig auslöschen. Das Abgas 5, das im Brennraum 2 eine Temperatur von beispielsweise 1200°C haben kann, wird auf dem Strömungsweg entlang der Übertragungseinheit 6 abgekühlt, wobei beim Unterschreiten der Kon-

densationstemperatur Kondensat anfällt, welches über die Öffnung 19 abgeführt wird.

**[0022]** In Figur 3 sind zwei Verdrängungskörper 35,36 unterhalb des Brenners 3 angeordnet, wobei der dem Brenner 3 zugewandte obere Verdrängungskörper 35 ein Lambda-Viertel-Rohr ist. Das Lambda-Viertel-Rohr weist einen Hohlkörper 33 sowie eine Verbindungsöffnung 34 auf, so dass der Hohlkörper 33 und der Brennraum 2 miteinander verbunden sind. Die Länge des Hohlkörpers 33, das bedeutet der in Achsrichtung der Brennwerteinheit 1 sich erstreckende Verlauf des Hohlkörpers 33, entspricht etwa einem Viertel der Wellenlänge der tiefsten Resonanzfrequenz des Abgases 5. Bei einer derartigen Auslegung können insbesondere Verbrennungsgeräusche mit tiefen Frequenzen wirksam gedämpft werden, wodurch die Laufruhe einer derartigen Brennwerteinheit 1 verbessert werden kann.

**[0023]** Unterhalb des oberen Verdrängungskörpers 35, das heißt an der vom Brenner 3 abgewandten Seite, ist der untere Verdrängungskörper 36 angeordnet, mit dem durch Interferenz die im Brennraum 2 sich ausbreitenden Schallwellen gedämpft werden können. Der zweite Verdrängungskörper 36 weist eine erste Kammer 27 auf, die mit dem Brennraum 2 über eine Verbindungsöffnung 21 verbunden ist. Die Verbindungsöffnung 21 ist in einer Seitenwand des Verdrängungskörpers 36 eingebracht. Ferner weist der Verdrängungskörper 36 eine Trennwand 12 mit Öffnungen 11 auf, die senkrecht zu den Seitenwänden angeordnet ist. Die Öffnungen 11 leiten die Schallwellen von der ersten Kammer 27 in eine zweite Kammer 28, die mit einer Verbindungsöffnung 22 ausgebildet ist. Durch die an der Seitenwand angeordnete Verbindungsöffnung 22 können ebenfalls die Schallwellen aus dem Brennraum 2 in die zweite Kammer 28 gelangen. Die Verbindungsöffnungen 21,22 sind an gegenüberliegenden Seiten des unteren Verdrängungskörpers 36 angeordnet. Aufgrund der unterschiedlichen Ausbreitungswege des Schalls entsteht in der zweiten Kammer 28 die bereits oben beschriebene Interferenz, wodurch eine Dämpfung des Schalls erzielt wird. Die Schallwellen verlassen den zweiten Verdrängungskörper 36 nach unten über eine Öffnung 29 und werden beispielsweise in eine Wanne geführt, bei der gesondert das angefallene Kondensat und der Abgasstrom 5 der Brennwerteinheit 1 entzogen werden (in Figur 3 nicht dargestellt).

**[0024]** Figur 4 stellt eine weitere Alternative einer Brennwerteinheit 1 dar. Wie in den Figuren 1 und 3 sind in der Brennwerteinheit 1 zwei Verdrängungskörper 7,37 angeordnet. Der dem Brenner 3 zugewandte Verdrängungskörper 7 ist als Helmholtzresonator ausgebildet, der darunter sich befindende Verdrängungskörper 37 weist zwei Verbindungsöffnungen 40,41 auf, in die das Abgas 5 in einen Hohlkörper 38 des Verdrängungskörpers 37 strömen kann. Die Verbindungsöffnungen 40,41 sind auf unterschiedlichen Höhen am Verdrängungskörper 37 angeordnet, wodurch erreicht wird, dass das Abgas 5, welches durch die Verbindungsöffnung

40 in den Hohlkörper 38 einströmt, eine andere Temperatur hat als das Abgas 5, welches durch die Verbindungsöffnung 41 eintritt. Bei diesem Ausführungsbeispiel weist der durch die Verbindungsöffnung 41 ein tretende Abgasstrom 5 eine höhere Temperatur auf als der durch die Verbindungsöffnung 40 strömende Abgasstrom 5. Aufgrund der Unterschiede in der Temperatur und der damit verbundenen unterschiedlichen Schallgeschwindigkeit und Wellenlänge in dem jeweiligen Abgasstrom 5 kommt es bei einem Aufeinandertreffen beider Abgasströme 5 zu einer Interferenz, bei der sich die Schallwellen zum Teil auslöschen. Dieser beschriebene Effekt tritt auch in dem Verdrängungskörper 36 des Ausführungsbeispiels der Figur 3 ein. Das Abgas 5 sowie die Schallwellen verlassen gemäß Fig. 4 den Verdrängungskörper 37 über eine Austrittsöffnung 39.

**[0025]** Vorzugsweise werden mehr als zwei Verdrängungskörper in der Brennwerteinheit 1 angeordnet oder die Verdrängungskörper 7,8,30,35,36,37 können parallel in Achsrichtung innerhalb der Brennwerteinheit 1 positioniert werden. Die gewählte Anordnung hängt jedoch von dem jeweiligen Anwendungsfall ab.

**[0026]** Die Erfindung ist nicht auf die speziellen zuvor beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern es sind auch Kombinationen der einzelnen erläuterten Schalldämpfungsarten in einem und/oder in mehreren nachgeschalteten Verdrängungskörpern möglich.

## 30 Patentansprüche

1. Brennwerteinheit (1) mit einem Brennraum (2), in dem sich ein zu bedämpfender Schall ausbreitet, mit einem Brenner (3), mit einem Wärmeübertrager (4), der eine von einem Abgas (5) zumindest zum Teil umströmte Übertragungseinheit (6) aufweist, und mit mindestens einem Verdrängungskörper (7,8,30,35,36,37), der das Abgas (5) in Richtung der Übertragungseinheit (6) führt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdrängungskörper (7,8,30,35,36,37) mindestens einen Hohlkörper (9,13,14,26,27,28,31,33,38) aufweist, der mindestens über eine Verbindungsöffnung (10,20,21,22,25,32,34,40,41) mit dem Brennraum (2) mittelbar oder unmittelbar derart verbunden ist, dass eine Dämpfung des Schalls bewirkt wird.
2. Brennwerteinheit (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere, in Achsrichtung der Brennwerteinheit (1) in Reihe angeordnete Verdrängungskörper (7,8,30,35,36,37) angeordnet sind.
3. Brennwerteinheit (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster und ein zweiter Verdrängungskörper (7,8) in der Brennwerteinheit (1) angeordnet

- sind, dass der erste Verdrängungskörper (7) eine Verbindungsöffnung (10) aufweist, die mit dem Brennraum (2) verbunden ist, und der zweite Verdrängungskörper (8) eine Verbindungsöffnung (25) aufweist, die mit dem Abgasstrom nach der Übertragungseinheit (6) verbunden ist.
4. Brennwerteinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Hohlkörper (13,14,27,28) aus einer ersten (14,27) und einer zweiten Kammer (13,28) besteht und innerhalb des Verdrängungskörpers (30,36) eine mit Öffnungen (11) ausgebildete Trennwand (12) angeordnet ist, die das Abgas (5) von der ersten Kammer (14,27) stromabwärts in die zweite Kammer (13,28) leiten.
5. Brennwerteinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** innerhalb des Verdrängungskörpers (30) eine perforierte Wandung (15) mit Dämmmaterial (16) angeordnet ist, durch die das Abgas (5) stromabwärts strömt.
6. Brennwerteinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** stromabwärts nach dem Wärmeübertrager (4) eine Wanne (17) mit einer richtungsumlenkenden Abgasabführung (18) und einer Öffnung (19) für eine Kondensatabführung angeordnet ist.
7. Brennwerteinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Hohlkörper (9,26,31) als Helmholtzresonator ausgebildet ist.
8. Brennwerteinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Hohlkörper (33) als Lambda-Viertel-Rohr ausgebildet ist.
9. Brennwerteinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Hohlkörper (31) über die Verbindungsöffnung (32) mit der zweiten Kammer (13) verbunden ist, in der die perforierte Wandung (15) mit dem Dämmmaterial (16) angeordnet ist.
10. Brennwerteinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Trennwand (12) in die Wanne (17) sich erstreckende Mittel (23) aufweist, die das Abgas (5) zumindest teilweise in die erste Kammer (14) führen.
- 5 11. Brennwerteinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** ein erster Verdrängungskörper (35) ein Lambda-Viertel-Rohr ist, der dem Brenner (3) zugewandt ist, und ein zweiter vom Brenner (3) abgewandter Verdrängungskörper (36) eine erste (27) und eine zweite Kammer (28) aufweist, die in Achsrichtung der Brennwerteinheit (1) in Reihe zueinander angeordnet sind und über in Seitenwänden angeordnete Verbindungsöffnungen (21,22) mit dem Brennraum (2) verbunden sind, dass die erste (27) und die zweite Kammer (28) über eine Trennwand (12) mit Öffnungen (11) getrennt sind, dass die Trennwand (12) senkrecht zu den Seitenwänden angeordnet ist.
- 10  
15  
20  
25
12. Brennwerteinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** innerhalb des Verdrängungskörpers (30) ein Hohlkörper (31) mit einer Verbindungsöffnung (32) als Helmholtzresonator und eine erste (14) und eine zweite Kammer (13) angeordnet sind, dass die erste (14) und die zweite Kammer (13) über eine Trennwand (12) mit Öffnungen (11) getrennt ist, dass die zweite Kammer (13) eine perforierte Wandung (15) mit Dämmmaterial (16) aufweist, dass die zweite Kammer (13) über die Verbindungsöffnung (32) mit dem Hohlkörper (31) verbunden ist.
- 30  
35
13. Brennwerteinheit (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Verdrängungskörper(37) mindestens eine erste (40) und eine zweite Verbindungsöffnung (41) aufweist, über die der Hohlkörper (38) mit dem Wärmeübertrager (4) verbunden ist, wobei die Verbindungsöffnungen (40,41) derart positioniert sind, dass das Abgas (5) durch die erste Verbindungsöffnung (40) mit einer Temperatur strömt, die größer oder kleiner ist als eine Temperatur, die das Abgas (5) während der Durchströmung durch die zweite Verbindungsöffnung (41) aufweist.
- 40  
45  
50  
55

Fig. 1

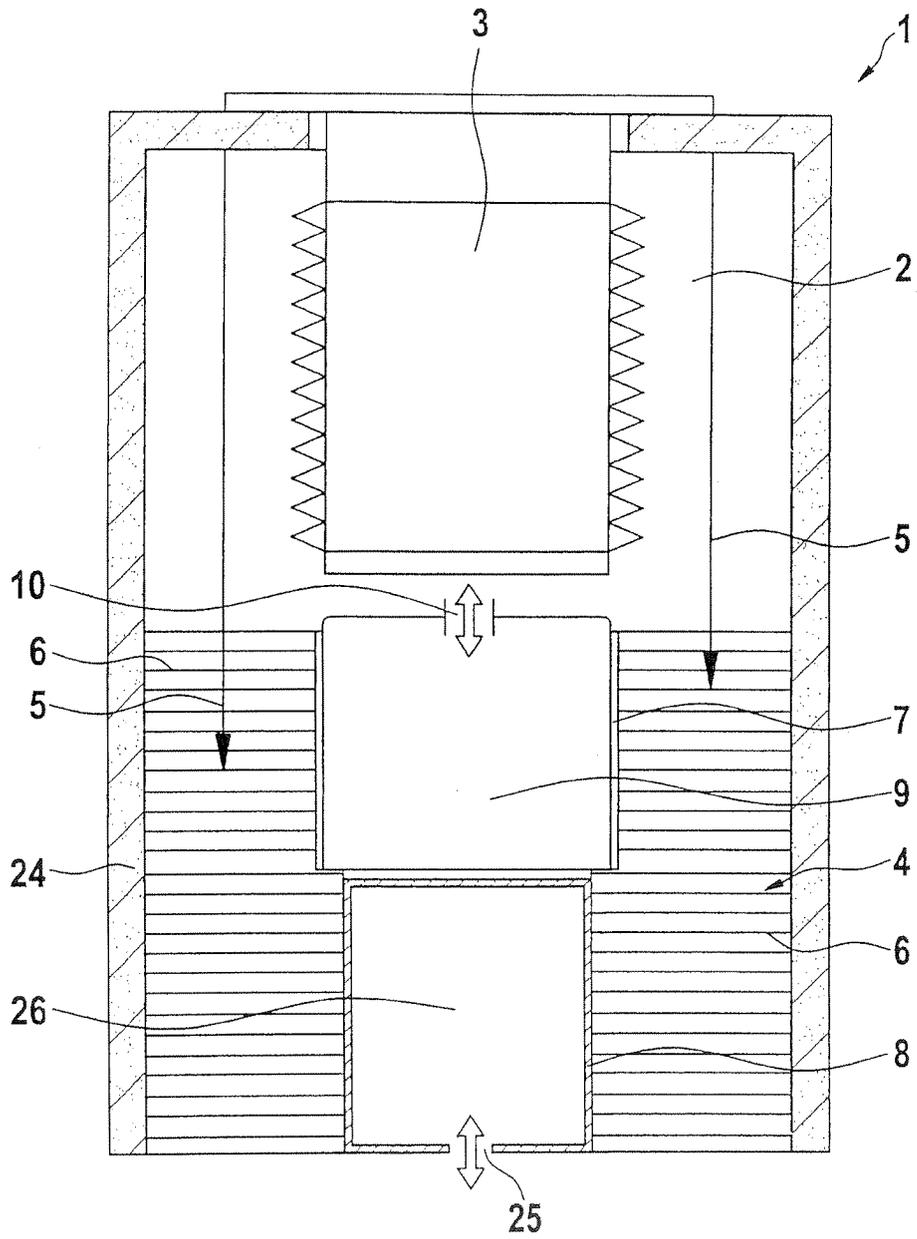


Fig. 2

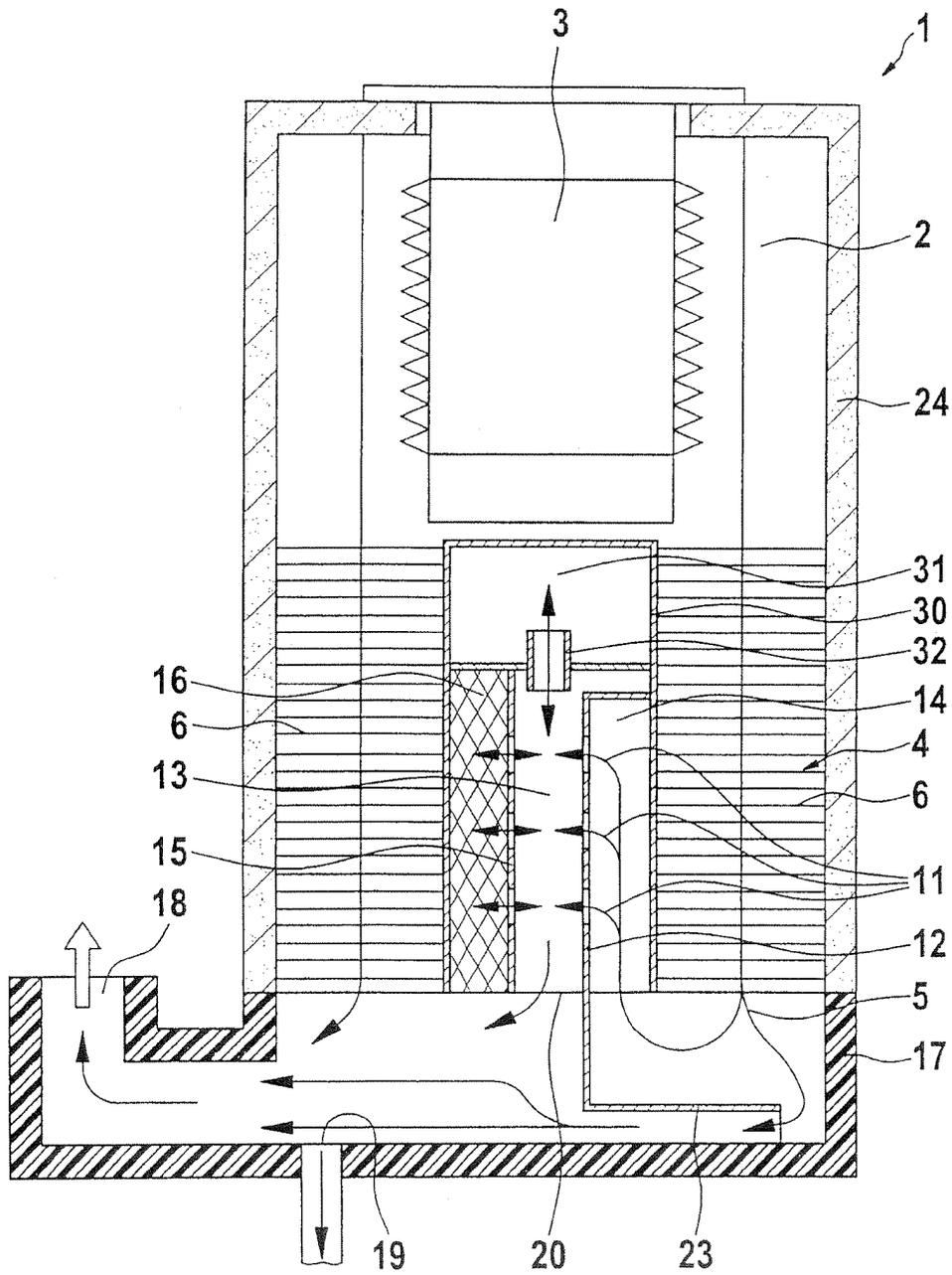


Fig. 3

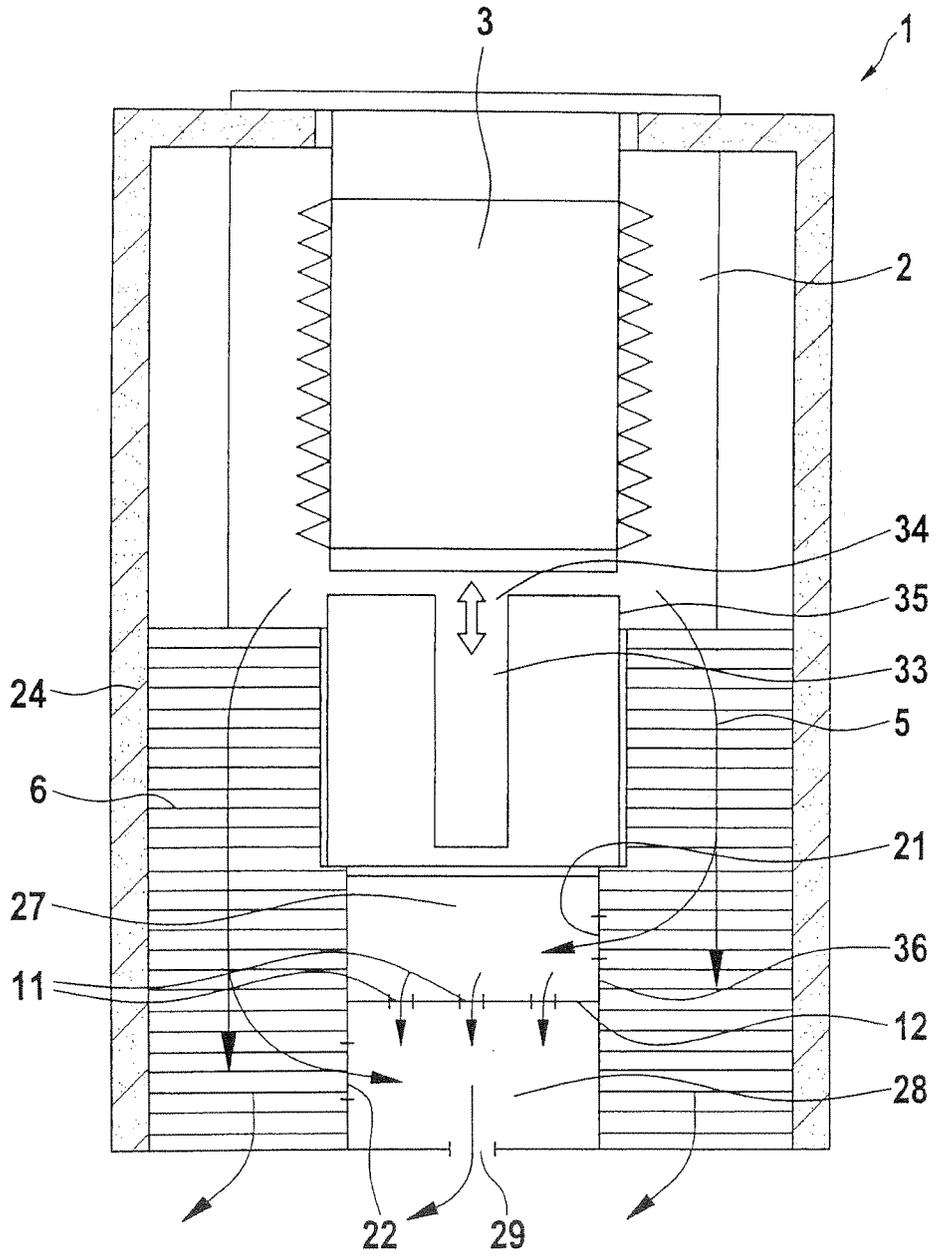


Fig. 4

