



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**15.03.2017 Patentblatt 2017/11**

(51) Int Cl.:  
**F01N 1/00 (2006.01)** **F01N 1/06 (2006.01)**  
**F01N 13/00 (2010.01)**

(21) Anmeldenummer: **16184744.7**

(22) Anmeldetag: **18.08.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **Eberspächer Exhaust Technology GmbH & Co. KG**  
**66539 Neunkirchen (DE)**

(72) Erfinder: **Koch, Viktor**  
**73207 Plochingen (DE)**

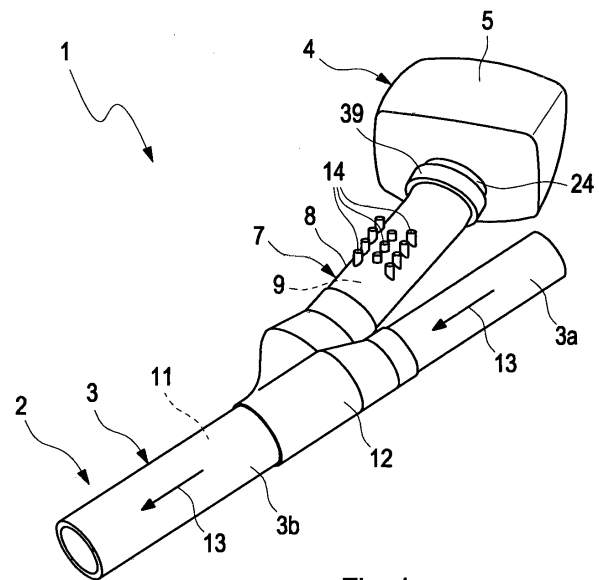
(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**  
**Rechtsanwälte Patentanwälte**  
**Steuerberater**  
**Königstraße 28**  
**70173 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **11.09.2015 DE 102015217461**

(54) **VERBINDUNGSRÖHR ZUM ANSCHLIESSEN EINES AKTIVEN SCHALLDÄMPFERS AN EINE ABGASANLAGE FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verbindungsrohr (7) zum fluidischen Verbinden eines Schalldämpfergehäuses (5) eines aktiven Schalldämpfers (4) mit einem Abgas führenden Abgasrohr (3) eines Abgasstrangs (2) einer Abgasanlage (1) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei das Verbindungsrohr (7) eine Rohrwand (8) aufweist, die einen vom Schalldämpfergehäuse (5) zum Abgasrohr (3) führenden Verbindungsraum (9) umhüllt.

Ein verbesserter thermischer Schutz des Schalldämpfers (4) ergibt sich, wenn im Verbindungsraum (9) wenigstens ein von einem Kühlmittel durchströmbares Kühlrohr (14) angeordnet ist, das einen Einlassabschnitt (15) und einen Auslassabschnitt (16) aufweist, wobei der Einlassabschnitt (15) die Rohrwand (8) durchdringt, so dass ein Kühlmittelinlass (17), durch den Kühlmittel in das Kühlrohr (14) eintreten kann, außerhalb des Verbindungsrohrs (7) angeordnet ist, während der Auslassabschnitt (16) die Rohrwand (8) durchdringt, so dass ein Kühlmittelauslass (19), durch den Kühlmittel aus dem Kühlrohr (14) austreten kann, außerhalb des Verbindungsrohrs (7) angeordnet ist.



**Fig. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verbindungsrohr zum Verbinden eines aktiven Schalldämpfers mit einem Abgasrohr einer Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem einen aktiven Schalldämpfer, der mit einem derartigen Verbindungsrohr an ein Abgasrohr einer Abgasanlage angeschlossen ist. Schließlich betrifft die Erfindung noch eine Abgasanlage mit einem aktiven Schalldämpfer, der mit einem derartigen Verbindungsrohr an ein Abgasrohr der Abgasanlage angeschlossen ist.

**[0002]** Aus der DE 10 2011 089 774 A1 ist eine Abgasanlage bekannt, die einen Abgasstrang aufweist, der ein Abgas führendes Abgasrohr besitzt. Ferner ist ein aktiver Schalldämpfer vorgesehen, der ein Schalldämpfergehäuse und einen im Schalldämpfergehäuse angeordneten elektroakustischen Wandler aufweist. Schließlich ist ein Verbindungsrohr vorgesehen, dessen Rohrwand einen vom Schalldämpfergehäuse zum Abgasrohr führenden Verbindungsraum umhüllt und das an das Schalldämpfergehäuse sowie an das Abgasrohr fluidisch angeschlossen ist. Der Wandler, bei dem es sich bevorzugt um einen Lautsprecher handelt, ist im Gehäuse einem Vorvolumen ausgesetzt, das über das Verbindungsrohr fluidisch mit dem Innenraum des Abgasrohrs gekoppelt ist. Auf diese Weise kann im Betrieb des aktiven Schalldämpfers vom Wandler generierter Schall in das Vorvolumen eingeleitet werden, so dass der Schall vom Vorvolumen durch das Verbindungsrohr in das Abgasrohr eingeleitet werden kann. Im Betrieb der Abgasanlage bedeutet dies jedoch auch, dass heiße Abgase vom Abgasrohr durch das Verbindungsrohr in das Vorvolumen und somit zum Wandler gelangen können. Hierdurch ist der Wandler einer vergleichsweise hohen thermischen Belastung ausgesetzt.

**[0003]** Um die thermische Belastung des Wandlers bzw. des gesamten aktiven Schalldämpfers zu reduzieren, können bei der aus der vorstehend genannten DE 10 2011 089 774 A1 bekannten Abgasanlage Blendenelemente so im Verbindungsrohr angeordnet werden, dass das Verbindungsrohr einerseits für Luftschall durchlässig bleibt, während es in einer parallel zur Längsmittelachse des Verbindungsrohrs verlaufenden Blickrichtung blickdicht wird. Hierdurch kann Wärmestrahlung aus dem Inneren des Abgasrohrs nicht direkt durch das Verbindungsrohr hindurch bis zum Vorvolumen bzw. bis zum Wandler gelangen. Derartige blickdicht angeordnete Blendenelemente behindern jedoch eine direkte Luftschallübertragung vom Vorvolumen des Wandlers durch das Verbindungsrohr in das Abgasrohr, wodurch die akustische Effizienz des aktiven Schalldämpfers reduziert ist. Darüber hinaus kann ein Abschnitt des Verbindungsrohrs, der mit den Blendenelementen ausgestattet ist, als Kühlkörper ausgestaltet sein, um auf diese Weise Wärme aus dem Abgas abzuleiten, um so die thermische

Belastung des aktiven Schalldämpfers und insbesondere des Wandlers zu reduzieren.

**[0004]** Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für ein Verbindungsrohr bzw. für einen aktiven Schalldämpfer bzw. für eine Abgasanlage der eingangs genannten Art eine verbesserte oder zumindest eine andere Ausführungsform anzugeben, die sich durch einen effizienten thermischen Schutz des Wandlers bzw. des aktiven Schalldämpfers auszeichnet. Gleichzeitig ist eine effiziente akustische Kopplung zwischen Schalldämpfer und Abgasrohr angestrebt.

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

**[0006]** Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, wenigstens ein Kühlrohr vorzusehen, das von einem Kühlmittel durchströmbar ist und so angeordnet ist, dass es das Verbindungsrohr durchsetzt. Hierdurch befindet sich ein Abschnitt des Kühlrohrs im Verbindungsraum und kann dort eine Kühlung bewirken. Durch die Verwendung eines Kühlrohrs, das von einem Kühlmittel durchströmbar ist, kann Wärme vom Abgas, das sich im Verbindungsraum befindet, auf das Kühlrohr und vom Kühlrohr auf das Kühlmittel übertragen werden und mit dem Kühlmittel aus dem Kühlrohr abgeführt werden. Hierdurch ergibt sich eine besonders effiziente Kühlung des Abgases im Verbindungsraum, wodurch ein entsprechender, effizienter thermischer Schutz des Wandlers bzw. des Schalldämpfers erreicht werden kann.

**[0007]** Durch eine entsprechende Dimensionierung und/oder Anordnung des jeweiligen Kühlrohrs sowie bei mehreren Kühlrohren durch eine entsprechende Anzahl und/oder Verteilung der Kühlrohre im Verbindungsraum lässt sich eine besonders effiziente Kühlung realisieren, ohne dass dabei eine störende Beeinträchtigung für den Schallübertragungspfad im Verbindungsrohr entsteht. Somit besitzt die hier vorgestellte Abgasanlage eine besonders hohe akustische Effizienz.

**[0008]** Das jeweilige Kühlrohr weist einen Einlassabschnitt und einen Auslassabschnitt auf. Die Anbringung des Kühlrohrs am bzw. im Verbindungsrohr erfolgt dabei so, dass der Einlassabschnitt die Rohrwand durchdringt, so dass ein Kühlmittelinlass, durch den Kühlmittel in das Kühlrohr eintreten kann, außerhalb des Verbindungsrohrs angeordnet ist, und dass der Auslassabschnitt die Rohrwand durchdringt, so dass ein Kühlmittelauslass, durch den Kühlmittel aus dem Kühlrohr austreten kann, außerhalb des Verbindungsrohrs angeordnet ist. Auf diese Weise benötigt das Zuführen und Abführen des Kühlmittels innerhalb des Verbindungsrohrs keinen Raum, so dass vergleichsweise viel freier Querschnitt zur Ausbreitung von Luftschall im Verbindungsraum zur Verfügung steht. Die jeweilige Wanddurchführung ist dabei dicht ausgeführt, so dass kein Abgas aus dem Verbindungsraum in die Umgebung austreten kann.

**[0009]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform können Einlassabschnitt und Auslassabschnitt des je-

weiligen Kühlrohrs an gegenüberliegenden Seiten des Verbindungsrohrs durch die Rohrwand hindurchgeführt sein. Zweckmäßig erfolgt diese Durchführung durch die Rohrwand derart, dass beim jeweiligen Kühlrohr der Kühlmiteleinlass und der Kühlmittelauslass jeweils einen Abstand von der Rohrwand aufweisen. Besagter Abstand ist dabei quer zur Längsmittelachse des Verbindungsrohrs gemessen. Somit steht das jeweilige Kühlrohr einlassseitig und auslassseitig nach außen über die Rohrwand des Verbindungsrohrs über. Hierdurch ergibt sich eine besonders einfache Geometrie, die sich leicht herstellen lässt. Bei entsprechender Ausgestaltung der dichten Durchführung von Einlassabschnitt und Auslassabschnitt durch die Rohrwand lässt sich insbesondere auch eine Fixierung zwischen Kühlrohr und Rohrwand realisieren, so dass bei dieser Ausführungsform das Verbindungsrohr durch das jeweilige Kühlrohr signifikant ausgesteift ist. Durch die feste Verbindung des Kühlrohrs im Einlassabschnitt und im Auslassabschnitt mit dem Verbindungsrohr wirkt das Kühlrohr wie ein auf Zug- und Druckkräfte belastbarer hohler Anker. Die Durchführung ist beispielsweise mit einer Löt- oder Schweiß- oder Klebverbindung abgedichtet.

**[0010]** Bei einer Weiterbildung können der Kühlmiteleinlass und der Kühlmittelauslass des jeweiligen Kühlrohrs zu einer das Verbindungsrohr umhüllenden Umgebung offen sein, so dass Umgebungsluft als Kühlmittel durch das Kühlrohr strömen kann. Somit kann Umgebungsluft aus der Umgebung durch den Kühlmiteleinlass in das Kühlrohr eintreten und durch den Kühlmittelauslass aus dem Kühlrohr in die Umgebung austreten. Hierdurch ergibt sich eine besonders preiswerte Ausgestaltung für die Kühlung.

**[0011]** Gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung kann das jeweilige Kühlrohr relativ zum Verbindungsrohr so angeordnet sein, dass im Einbauzustand der Abgasanlage und im Betrieb der Brennkraftmaschine die Ausbildung einer Konvektionsströmung durch das Kühlrohr begünstigt ist. Wenn das heiße Abgas Wärme vom Kühlrohr auf die im Kühlrohr angeordnete Luft überträgt, kann sich die Luft im Kühlrohr ausdehnen. Durch Konvektion kann es dabei zu einem Luftstrom im jeweiligen Kühlrohr kommen. Die Anordnung des Kühlrohrs am bzw. im Verbindungsrohr begünstigt diese Konvektion, so dass die vom Abgas erwärmte Luft aus dem Kühlrohr durch den Kühlmittelauslass austritt. Gleichzeitig strömt Luft aus der Umgebung durch den Kühlmiteleinlass in das Kühlrohr nach. Durch diese passive konvektionsbedingte Durchströmung des jeweiligen Kühlrohrs lässt sich eine besonders preiswerte Kühlung realisieren.

**[0012]** Bei einer anderen Ausführungsform kann sich der Kühlmittelauslass an einer Oberseite des Verbindungsrohrs befinden, während sich der Kühlmiteleinlass an einer Unterseite des Verbindungsrohrs befindet. Die Oberseite des Verbindungsrohrs ist dabei im Einbauzustand der Abgasanlage bezüglich der Schwerkraftrichtung oberhalb der Unterseite des Verbindungsrohrs angeordnet. Durch diese Orientierung bzw. Ausrichtung

des Verbindungsrohrs wird die Konvektionsströmung durch das Kühlrohr begünstigt.

**[0013]** Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung kann das Kühlrohr relativ zum Verbindungsrohr so angeordnet und/oder so geformt sein, dass der Kühlmiteleinlass einem Umgebungsluftstrom zugewandt ist, der sich bei einer Verwendung des Verbindungsrohrs bzw. des Schalldämpfers bzw. der Abgasanlage in einem Kraftfahrzeug und bei fahrendem Fahrzeug durch die Bewegung des Fahrzeugs im Bereich des Verbindungsrohrs einstellt. Zusätzlich oder alternativ kann dieser Umgebungsluftstrom mittels eines in der Umgebung angeordneten Gebläses erzeugt oder verstärkt werden. Da der Kühlmiteleinlass diesem Umgebungsluftstrom zugewandt ist, führt dies am Kühlmiteleinlass zu einem erhöhten Druck, der die Umgebungsluft in das Kühlrohr antreibt und im Kühlrohr einen Kühlluftstrom vom Kühlmiteleinlass zum Kühlmittelauslass erzeugt.

**[0014]** Bei einer anderen Weiterbildung kann der Einlassabschnitt des Kühlrohrs zumindest außerhalb des Verbindungsrohrs so gebogen sein, dass der Kühlmiteleinlass einen Abstand zur Längsmittelachse des jeweiligen Kühlrohrs aufweist. Insbesondere kann dadurch eine Ausrichtung des Kühlmiteleinlasses auf den vorstehend genannten Umgebungsluftstrom verbessert werden. Zweckmäßig ist der Einlassabschnitt so gebogen, dass der Kühlmiteleinlass dem Umgebungsluftstrom zugewandt ist. Hierdurch erfolgt eine geometrische Anpassung des Kühlrohrs im Bereich des Einlassabschnitts an die Einbausituation, um die Zuströmung des Umgebungsluftstroms zum Kühlmiteleinlass zu verbessern.

**[0015]** Zusätzlich oder alternativ kann der Kühlmiteleinlass gegenüber einer Längsmittelachse des Kühlrohrs so abgeschrägt sein, dass ein dem Umgebungsluftstrom zugewandter Einlassquerschnitt des Kühlmiteleinlasses größer ist als ein Rohrquerschnitt des Kühlrohrs benachbart zum abgeschrägten Kühlmiteleinlass. Der Rohrquerschnitt wird dabei senkrecht zur Längsmittelachse des Kühlrohrs bestimmt. Durch den vergrößerten Einlassquerschnitt lässt sich der Staudruck am Kühlmiteleinlass aufgrund der Anströmung des Umgebungsluftstroms erhöhen. Folglich kann die Strömungsgeschwindigkeit, mit der die Luft durch das Kühlrohr strömt, erhöht werden.

**[0016]** Zusätzlich oder alternativ kann das Kühlrohr zumindest im Verbindungsraum geradlinig ausgestaltet und gegenüber dem Verbindungsrohr schräg angeordnet sein, so dass der Kühlmiteleinlass dem Umgebungsluftstrom zugewandt ist. Hierdurch wird der offene Querschnitt des Kühlmiteleinlasses in einer Projektion parallel zur Strömungsrichtung des Umgebungsluftstroms vergrößert, was den Staudruck am Kühlmiteleinlass erhöht und die Durchströmung des Kühlrohrs mit Kühlluft bzw. Umgebungsluft verbessert.

**[0017]** Bei einer anderen Ausführungsform kann zumindest ein solches Kühlrohr in einen Kühlkreis eingebunden sein, in dem ein Kühlmittel zirkuliert. Dabei ist der Kühlmiteleinlass an einen Vorlauf des Kühlkreises

angeschlossen, der dem Kühlrohr das Kühlmittel zuführt, während der Kühlmittelauslass an einen Rücklauf des Kühlkreises angeschlossen ist, der das Kühlmittel vom Kühlrohr abführt. Hierbei kann es sich um einen offenen Kühlkreis handeln. Bevorzugt kommt jedoch ein geschlossener Kühlkreis zum Einsatz. Hierbei kann es sich um einen an der Brennkraftmaschine bzw. im Fahrzeug ohnehin vorhandenen Kühlkreis handeln, in den das jeweilige Kühlrohr auf entsprechende Weise eingebunden ist. Beispielsweise kann es sich um einen Motorkühlkreis handeln. Ebenso ist denkbar, einen Kühlkreis bzw. Kältekreis einer Klimaanlage des Fahrzeugs zu verwenden. Alternativ dazu ist auch denkbar, für die Kühlung des aktiven Schalldämpfers einen separaten Kühlkreis vorzusehen. In einem derartigen geschlossenen Kühlkreis kann insbesondere ein flüssiges Kühlmittel zum Einsatz kommen, was die Effizienz der Wärmeübertragung und somit die Kühlwirkung erheblich verbessert.

**[0018]** Vorteilhaft sind zumindest zwei Kühlrohre parallel in den Kühlkreis eingebunden, so dass sie parallel vom Kühlmittel durchströmbar sind. Ferner ist denkbar, dass zumindest zwei Kühlrohre in Reihe in den Kühlkreis eingebunden sind, so dass sie nacheinander vom Kühlmittel durchströmbar sind. Die parallele Durchströmbarkeit ermöglicht einen größeren Volumenstrom an Kühlmittel. Die Reihenschaltung führt zu einem erhöhten Wirkungsgrad. Zweckmäßig sind alle vorhandenen Kühlmittelrohre entweder parallel oder in Reihe in den Kühlkreis eingebunden. Ebenso ist eine Ausführungsform denkbar, bei der mehrere Kühlrohre parallel durchströmt sind, während mehrere Kühlrohre in Reihe durchströmt sind. Beispielsweise ist denkbar, zumindest zwei Gruppen von Kühlrohre in Reihe mit Kühlmittel zu durchströmen, wobei die Gruppen selbst parallel in den Kühlkreis eingebunden sind.

**[0019]** Bei einer anderen Ausführungsform kann der Kühlmittelinlass wenigstens eines solchen Kühlrohrs über wenigstens eine Zuführleitung an ein Kühlluftgebläse angeschlossen sein, das Umgebungsluft ansaugt und durch das jeweilige Kühlrohr fördert, wobei der Kühlmittelauslass in der Umgebung offen ist, so dass die Umgebungsluft durch den Kühlmittelauslass dieses oder eines anderen Kühlrohrs unmittelbar wieder in die Umgebung austritt. Dies entspricht einer aktiven Kühlung mit einem offenen Kühlkreis, bei dem Umgebungsluft als Kühlmittel zum Einsatz kommt. Zweckmäßig kann eine gemeinsame Zuführleitung vorgesehen sein, die mehrere Kühlrohre mit Umgebungsluft versorgt. Sofern eine Reihenanzordnung mit mehreren Kühlrohren vorgesehen ist, kann der Kühlmittelauslass eines Kühlrohrs, das nicht das letzte Kühlrohr der jeweiligen Reihe ist, mittels einer Verbindungsleitung an den Kühlmittelinlass eines nachfolgenden Kühlrohrs angeschlossen werden. Innerhalb der Reihenanzordnung tritt die Kühlluft dann erst am letzten Kühlrohr der Reihe unmittelbar in die Umgebung aus.

**[0020]** Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann zumindest ein solches Kühlrohr zumindest im Verbindungsraum geradlinig ausgestaltet sein. Geradli-

nige Kühlrohre lassen sich besonders einfach und somit preiswert in das Verbindungsrohr einbauen. Zusätzlich oder alternativ kann zumindest ein solches Kühlrohr zumindest im Verbindungsraum einen Kreisquerschnitt besitzen. Derartige Kühlrohre lassen sich besonders preiswert herstellen und auf einfache Weise verbauen.

**[0021]** Bei einer anderen Ausführungsform kann zumindest ein solches Kühlrohr zumindest im Verbindungsraum einen länglichen Querschnitt besitzen. Der Querschnitt ist dabei wieder senkrecht zur Längsmittelachse des jeweiligen Kühlrohrs orientiert. Bei dieser Bauform kann das Kühlrohr eine besonders große Oberfläche besitzen, was ebenfalls eine effiziente Wärmeübertragung vom Abgas zum Kühlmittel begünstigt. Um die akustische Kopplung zwischen dem aktiven Schalldämpfer und dem Abgasrohr möglichst wenig zu beeinträchtigen, kann das mit dem länglichen Querschnitt ausgestattete und insoweit flache Kühlrohr hinsichtlich der Längsrichtung des länglichen Querschnitts parallel zur Längsmittelachse des Verbindungsrohrs ausgerichtet im Verbindungsraum angeordnet sein. Ebenso ist denkbar, das flache Kühlrohr bezüglich der Längsrichtung seines länglichen Querschnitts geneigt und insbesondere senkrecht zur Längsmittelachse des Verbindungsrohrs im Verbindungsraum anzuordnen. Denkbar ist auch eine Anordnung mehrerer derartiger flacher Kühlrohre im Verbindungsraum, derart, dass eine mehr oder minder blickdichte Abdeckung des Querschnitts des Verbindungsrohrs entsteht, und zwar in einer parallel zur Längsmittelachse des Verbindungsrohrs verlaufenden Blickrichtung.

**[0022]** Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

**[0023]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0024]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

**[0025]** Es zeigen, jeweils schematisch,

- |        |   |
|--------|---|
| Fig. 1 | eine vereinfachte isometrische Ansicht einer Abgasanlage im Bereich eines aktiven Schalldämpfers, |
| Fig. 2 | eine Draufsicht der Abgasanlage im Bereich des aktiven Schalldämpfers,                            |
| Fig. 3 | eine vereinfachte isometrische Ansicht eines Verbindungsrohrs der Abgasanlage,                    |

- Fig. 4-10 jeweils stark vereinfachte Prinzipdarstellungen im Bereich eines Längsschnitts des Verbindungsrohrs bei verschiedenen Ausführungsformen,
- Fig. 11-13 jeweils einen stark vereinfachten Querschnitt des Verbindungsrohrs bei verschiedenen Ausführungsformen,
- Fig. 14-20 jeweils eine stark vereinfachte Draufsicht auf das Verbindungsrohr bei unterschiedlichen Ausführungsformen.

**[0026]** Entsprechend den Fig. 1 und 2 umfasst eine Abgasanlage 1 für eine hier nicht gezeigte Brennkraftmaschine zumindest einen Abgasstrang 2, der wenigstens ein Abgas führendes Abgasrohr 3 aufweist. Die Abgasanlage 1 dient in üblicher Weise zum Abführen von Verbrennungsabgasen von der Brennkraftmaschine sowie zur Nachbehandlung der Abgase, um Schallemissionen und Schadstoffemissionen zu reduzieren. Vorzugsweise sind die Brennkraftmaschine und die Abgasanlage 1 in einem Kraftfahrzeug angeordnet. Grundsätzlich ist die Verwendung der hier vorgestellten Abgasanlage auch bei einer stationären Brennkraftmaschine denkbar. Der Abgasstrang 2 ist eingangsseitig über einen nicht gezeigten Krümmer an einen Zylinderkopf der Brennkraftmaschine angeschlossen. Ausgangsseitig besitzt der Abgasstrang 2 ein hier ebenfalls nicht gezeigtes Endrohr, durch das die Abgase in die Umgebung austreten können. Zwischen Abgaskrümmer und Endrohr ist an den Abgasstrang 2 bzw. an das Abgasrohr 3 zumindest ein aktiver Schalldämpfer 4 angeschlossen, mit dessen Hilfe der im Abgas transportierte Störschall verändert werden kann. Üblicherweise generiert der aktive Schalldämpfer 4 phasenverschobenen Gegenschall, sogenannter "Antischall", um gezielt den Störschall zu reduzieren. Zusätzlich oder alternativ kann der aktive Schalldämpfer 4 auch dazu genutzt werden, den im Abgasstrang 2 transportierten Schall zu modulieren, um einen angenehmeren Klang zu erzeugen. Hierzu ist nicht unbedingt eine Reduzierung der Lautstärke des emittierten Schalls erforderlich. Der Schalldämpfer 4 dient somit zum Reduzieren von Störschall durch Überlagerung mit synthetisch erzeugtem Schall, was zu einer Reduzierung der Lautstärke und/oder Veränderung des emittierten Schalls führt.

**[0027]** Der Schalldämpfer 4 weist ein Schalldämpfergehäuse 5 auf, in dem in üblicher Weise zumindest ein in Fig. 2 schematisch angedeuteter elektroakustischer Wandler 6, z.B. in Form eines Lautsprechers, angeordnet ist, mit dessen Hilfe der vorstehend genannte synthetische Schall erzeugt werden kann. Zur akustischen und fluidischen Kopplung des Schalldämpfergehäuses 5 mit dem Abgasrohr 3 ist ein Verbindungsrohr 7 vorgesehen, dessen Rohrwand 8 einen Verbindungsraum 9 umhüllt. Der Verbindungsraum 9 verbindet ein im Schalldämpfergehäuse 5 angeordnetes Vorvolumen 10, das im Betrieb

des Schalldämpfers 4 vom Wandler 6 mit Schall beaufschlagt ist, mit einem Innenraum 11 des Abgasrohrs 3, in dem während des Betriebs der Brennkraftmaschine das Abgas strömt. Das Verbindungsrohr 7 bzw. dessen Rohrwand 8 verbindet somit gasdicht das Schalldämpfergehäuse 5 mit dem Abgasrohr 3. Die Verbindung führt bevorzugt auch zu einer mechanischen Fixierung des Verbindungsrohrs 7 am Abgasrohr 3 und am Schalldämpfergehäuse 5, so dass letztlich auch eine mechanische Fixierung des Schalldämpfergehäuses 5 mithilfe des Verbindungsrohrs 7 am Abgasrohr 3 erfolgt. Hierzu kann der Abgasstrang 2 im Abgasrohr 3 ein Verbindungsstück 12 aufweisen, das im Beispiel der Fig. 1 als Y-Rohr ausgestaltet ist. Wesentlich ist beim hier gezeigten Beispiel, dass bei der hier gezeigten Ausführungsform beiderseits der Anschlussstelle des Schalldämpfers 4 an das Abgasrohr 3, also hier beiderseits des Verbindungsstücks 12 jeweils ein Abschnitt des Abgasrohrs 3 vorhanden ist, nämlich ein stromaufliegender Rohrabchnitt 3a und ein stromabliegender Rohrabchnitt 3b, wobei sich die Strömungsrichtung auf die Abgasströmung bezieht, die sich während des Betriebs der Brennkraftmaschine im Abgasrohr 3 einstellt und die in den Figuren durch Pfeile 13 angedeutet ist. Ferner weist hier das Schalldämpfergehäuse 5 zum Anbinden des Verbindungsrohrs 7 einen Stutzen 24 auf. Die Anbindung kann beispielsweise mittels einer Schweiß- und/oder Schellenverbindung 39 realisiert sein.

**[0028]** Bevorzugt kommt ein derartiger aktiver Schalldämpfer 4 möglichst weit hinten, also motorfern, zum Einsatz, um den Störschall beeinflussen zu können, bevor er durch das jeweilige Endrohr den Abgasstrang 2 in die Umgebung austritt. An einer motorfernen Positionierung ist der Störschall schon wesentlich durch die Abgasanlage, insbesondere durch herkömmliche passive Schalldämpfer, gedämpft, so dass an dieser Stelle die Effizienz des aktiven Schalldämpfers 4 besonders groß ist. Insbesondere kann der in Fig. 1 gezeigte abströmseitige Rohrabchnitt 3b das Endrohr bilden. Grundsätzlich ist jedoch jede beliebige Positionierung entlang des Abgasstrangs 2 denkbar. Insbesondere ist auch eine motornahe Anordnung denkbar.

**[0029]** Das Abgas führt Wärme mit, die sich vom Innenraum 11 des Abgasrohrs 3 durch den Verbindungsraum 9 bis in das Vorvolumen 10 des Schalldämpfers 4 ausbreiten kann und dort zu einer entsprechenden Erwärmung des Wandlers 6 führen kann. Je näher der Schalldämpfer 4 am Motor angeordnet ist, desto größer ist die thermische Belastung des Schalldämpfers 4 bzw. des jeweiligen Wandlers 6. Um diese thermische Belastung zu reduzieren, weist die hier vorgestellte Abgasanlage 1 bzw. der hier vorgestellte Schalldämpfer 4 bzw. das hier vorgestellte Verbindungsrohr 7 zumindest ein Kühlrohr 14 auf, das von einem Kühlmittel durchströmbar ist und das zumindest teilweise im Verbindungsraum 9 angeordnet ist. Zweckmäßig sind mehrere derartige Kühlrohre 14 vorgesehen, die vorzugsweise gleich oder zumindest ähnlich ausgestaltet sind. Nachfolgend wer-

den mehrere verschiedene Ausführungsformen für diese Kühlrohre 14 vorgestellt, die bevorzugt alternativ realisiert werden können. Grundsätzlich können zwei oder mehr oder sämtliche Varianten auch kumuliert realisiert werden, derart, dass innerhalb desselben Verbindungsrohrs 7 zumindest zwei Kühlrohre 14 verschieden ausgestaltet sind.

**[0030]** Wie sich insbesondere den Fig. 3 bis 14 entnehmen lässt, besitzt das jeweilige Kühlrohr 14 einen Einlassabschnitt 15 und einen Auslassabschnitt 16. Der Einlassabschnitt 15 durchdringt die Rohrwand 8, so dass sich ein Kühlmiteleinlass 17 des jeweiligen Kühlrohrs 14 außerhalb des Verbindungsrohrs 7 befindet. Durch den Kühlmiteleinlass 17 kann ein in den Figuren durch Pfeile 18 angedeuteter Kühlmittelstrom in das jeweilige Kühlrohr 14 eintreten. Der Auslassabschnitt 16 durchdringt ebenfalls die Rohrwand 8, so dass auch ein Kühlmittel- auslass 19 außerhalb des Verbindungsrohrs 7 angeordnet ist. Durch den Kühlmittelauslass 19 tritt das Kühlmittel wieder aus dem Kühlrohr 14 aus. Die einzelnen Rohrdurchführungen sind auf geeignete Weise hinreichend dicht ausgeführt. Beispielsweise können in der Rohrwand 8 Durchzüge ausgeformt sein, durch welche die Kühlrohre 14 hindurchgesteckt sind. Ein nach außen abstehender Ringkragen des jeweiligen Durchzugs kommt dabei flächig am Außenumfang des jeweiligen Kühlrohrs 14 zur Anlage, so dass insbesondere in Kombination mit einer Lötverbindung oder Schweißverbindung eine hinreichend dichte Verbindung realisiert werden kann.

**[0031]** Bei den hier gezeigten bevorzugten Ausführungsformen sind bei allen Kühlrohren 14 der Einlassabschnitt 15 und der Auslassabschnitt 16 an gegenüberliegenden Seiten (22, 23) des Verbindungsrohrs 7 durch die Rohrwand 8 hindurchgeführt. Hierdurch lassen sich die Kühlrohre 14, insbesondere bei einer bevorzugten gradlinigen Ausführung, besonders einfach in das Verbindungsrohr 7 einbauen. Lediglich die Fig. 12 und 13 deuten an, dass es auch möglich ist, Einlassabschnitt 15 und Auslassabschnitt 16 anders anzuordnen, insbesondere so, dass sie an derselben Seite (23) des Verbindungsrohrs 7 die Rohrwand 8 durchsetzen. Derartige Konfigurationen eignen sich dabei eher für weiter unten beschriebene Ausführungsformen, die mit aktiver Kühlung arbeiten. Bevorzugt stehen Einlassabschnitt 15 und Auslassabschnitt 16 über die Rohrwand 8 vor, so dass der Kühlmiteleinlass 17 gegenüber der Rohrwand 8 einen in Fig. 5 eingezeichneten Abstand 42 besitzt. Auch besitzt der Kühlmittelauslass 19 gegenüber der Rohrwand 8 einen Abstand 41. Der jeweilige Abstand 41, 42 ist dabei parallel zu einer Querrichtung des Verbindungsrohrs 7 gemessen, die sich senkrecht zur Längsrichtung des Verbindungsrohrs 7 erstreckt. Die Längsrichtung des Verbindungsrohrs 7 erstreckt sich dabei parallel zur Längsmittelachse 27 des Verbindungsrohrs 7. Die Abstände 41 und 42 können unterschiedlich groß sein.

**[0032]** Bei den in den Fig. 1 bis 6 gezeigten Ausführungsformen sind der Kühlmiteleinlass 17 und der Kühlmittelauslass 19 des jeweiligen Kühlrohrs 14 jeweils zu

einer das Verbindungsrohr 7 umhüllenden Umgebung 20 offen. In der Folge kann Umgebungsluft als Kühlmittel durch das jeweilige Kühlrohr 14 strömen. Diese Kühlmitteldurchströmung bzw. Luftdurchströmung der Kühlrohre 14 kann dabei rein passiv durch Konvektion erfolgen. Zweckmäßig können hierzu die Kühlrohre 14 relativ zum Verbindungsrohr 7 so angeordnet werden, dass im Einbauzustand der Abgasanlage 1 und im Betrieb der Brennkraftmaschine die Ausbildung einer Konvektionsströmung, die in Fig. 4 durch Pfeile 21 angedeutet ist, durch das jeweilige Kühlrohr 14 hindurch begünstigt ist. Besonders vorteilhaft ist hierbei eine Ausführungsform, bei der sich der Kühlmittelauslass 19 an einer Oberseite 22 des Verbindungsrohrs 7 befindet, während sich der Kühlmiteleinlass 17 an einer Unterseite 23 des Verbindungsrohrs 7 befindet. Im Einbauzustand der Abgasanlage 1 befindet sich die Oberseite 22 bezüglich der durch einen Pfeil angedeuteten Schwerkraftrichtung G oberhalb der Unterseite 23. Oberseite 22 und Unterseite 23 bilden demnach bevorzugt die beiden vorstehend genannten, gegenüberliegenden Seiten des Verbindungsrohrs 7, durch welche der jeweilige Einlassabschnitt 15 und der jeweilige Auslassabschnitt 16 hindurchgeführt sind. Im Betrieb der Abgasanlage 1 erwärmt das Abgas, das vom Abgasrohr 3 in das Verbindungsrohr 7 eintreten kann, das jeweilige Kühlrohr 14, das im Verbindungsraum 9 dem Abgas ausgesetzt ist. Die vom Kühlrohr 14 aufgenommene Wärme wird auf die darin befindliche Luft übertragen, so dass sich diese erwärmt und aufsteigen kann. Die erwärmte Luft tritt somit an der Oberseite 22 aus den Kühlrohren 14 aus, wobei gleichzeitig an der Unterseite 23 kühlere Luft aus der Umgebung 20 angesaugt wird.

**[0033]** Zur Verbesserung dieser Konvektionsströmung 21 kann das jeweilige Kühlrohr 14 relativ zum Verbindungsrohr 7 so angeordnet und/oder so geformt sein, dass der Kühlmiteleinlass 17 einem Umgebungsluftstrom 25, der in den Fig. 4 bis 6 jeweils durch einen Pfeil angedeutet ist, zugewandt ist. Dieser Umgebungsluftstrom 25 kann sich im Bereich des Verbindungsrohrs 7 beispielsweise durch die Bewegung des Fahrzeugs einstellen, wenn die Abgasanlage 1 in einem Fahrzeug zur Anwendung kommt. Der Umgebungsluftstrom 25 wird dabei insbesondere durch einen Teil des sogenannten "Fahrtwinds" gebildet. Zusätzlich oder alternativ kann auch ein in Fig. 6 angedeutetes Gebläse 26 vorgesehen sein, das hierzu in der Umgebung 20 angeordnet ist und das den Umgebungsluftstrom 25 erzeugt oder verstärkt. Ein solches Gebläse 26 kann optional auch bei den anderen Ausführungsformen vorgesehen sein.

**[0034]** Gemäß dem in Fig. 4 gezeigten Beispiel kann der Einlassabschnitt 15 des jeweiligen Kühlrohrs 14 außerhalb des Verbindungsrohrs 7 so gebogen sein, dass der Kühlmittelauslass 17 dem Umgebungsluftstrom 25 zugewandt ist. Im Beispiel der Fig. 4 verläuft der Umgebungsluftstrom 25 im Wesentlichen parallel zur Längsmittelachse 27 des Verbindungsrohrs 7. Die Kühlrohre 14 erstrecken sich innerhalb des Verbindungsraums 9

senkrecht zu der Längsmittelachse 27. In der Folge sind die Einlassabschnitte 15 um etwa 90° umgebogen, so dass der Kühlmiteleinlass 17 optimal auf den Umgebungsluftstrom 25 ausgerichtet ist. Der gebogene Einlassabschnitt 15 hat außerdem zur Folge, dass der Kühlmiteleinlass 17 bezüglich der Längsmittelachse 28 des jeweiligen Kühlrohrs 14 exzentrisch angeordnet ist und dementsprechend einen Abstand 43 von der Längsmittelachse 28 des Kühlrohrs 14 besitzt. In diesem Fall steht die Abstandsrichtung senkrecht auf der Längsmittelachse 28 des jeweiligen Kühlrohrs 14.

**[0035]** Bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform wird auf eine derartige Biegeverformung der Kühlrohre 14 im Bereich des Einlassabschnitts 15 verzichtet. Hier wird dagegen der Kühlmiteleinlass 15 gegenüber einer Längsmittelachse 28 des jeweiligen Kühlrohrs 14 abgeschragt. Der Kühlmittelauslass 17 ist dadurch nicht mehr parallel zur Längsmittelachse 28 orientiert, sondern geneigt dazu. Hierdurch wird ein Einlassquerschnitt 29 des jeweiligen Kühlmiteleinlasses 17 größer als ein Rohrquerschnitt 30 des Kühlrohrs 14, den das Kühlrohr 14 im übrigen Verlauf besitzt, zumindest jedoch innerhalb des Verbindungsraums 9. Die Abschrägung des Kühlmiteleinlasses 17 erfolgt derart, dass der vergrößerte Einlassquerschnitt 29 dem Umgebungsluftstrom 25 zugewandt ist.

**[0036]** Bei der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform wird die Unterstützung der Konvektionsströmung 21 durch eine schräge Anordnung der Kühlrohre 14 im Verbindungsrohr 7 realisiert. Die Kühlrohre 14, die zweckmäßig zumindest im Verbindungsraum 9 geradlinig ausgestaltet sind, sind gegenüber dem Verbindungsrohr 7 schräg angeordnet, wobei auch hier die Ausrichtung so erfolgt, dass der jeweilige Kühlmiteleinlass 17 der Umgebungsluftströmung 25 zugewandt ist. Hierzu schließen die Längsmittelachsen 28 der Kühlmittelrohre 14 mit der Längsmittelachse 27 des Verbindungsrohrs 7 einen Winkel ein, der kleiner als 90° ist.

**[0037]** Obwohl die in den Fig. 4 bis 6 gezeigten Ausführungsformen alternativ erläutert worden sind, ist klar, dass diese verschiedenen Ausführungsformen auch in Kombination zur Anwendung kommen können. Somit kann vorgesehen sein, die Kühlrohre 14 im Verbindungsrohr 7 schräg anzuordnen und/oder mit einem abgeschragten Kühlmiteleinlass 17 und/oder mit einem gebogenen Einlassabschnitt 15 zu versehen.

**[0038]** Während die Kühlung bei den in den Fig. 1 bis 5 gezeigten Ausführungsformen weitgehend passiv arbeitet, werden in den Fig. 7 bis 10 Beispiele für eine aktive Kühlung vorgestellt. Gemäß Fig. 7 kann der Kühlmiteleinlass 17 beim jeweiligen Kühlrohr 14 an ein Kühlluftgebläse 46 angeschlossen sein. Das Kühlluftgebläse 46 ist dabei saugseitig an die Umgebung 20 angeschlossen und druckseitig über eine Zuführleitung 40 mit dem Kühlmiteleinlass 17 verbunden. Somit saugt das Kühlluftgebläse 46 Umgebungsluft als Kühlmittel von einem grundsätzlich beliebigen, geeigneten, insbesondere kühlen, Ort an und fördert diese durch das jeweilige Kühlrohr 14.

Eine entsprechende Kühlluftströmung ist durch Pfeile 45 angedeutet. Durch den Kühlmittelauslass 19 des jeweiligen Kühlrohrs 14 tritt die Kühlluftströmung 45 wieder unmittelbar in die Umgebung 20 aus. In Fig. 7 wird demnach ein offener Kühlkreis realisiert, der mit Umgebungsluft als Kühlmittel arbeitet. Bei einer Parallelschaltung mehrerer Kühlrohre 14 führt die Zuführleitung 40 die vom Kühlluftgebläse 46 angetriebene Kühlluft parallel mehreren Kühlrohren 14 zu, aus deren Kühlmittelauslässen 19 die Kühlluft dann parallel in die Umgebung 20 austritt. Bei einer Reihenschaltung mehrerer Kühlrohre 14 führt die Zuführleitung 40 die vom Kühlluftgebläse 46 angetriebene Kühlluft dem ersten Kühlrohr 14 der Reihe zu. Innerhalb dieser Reihe ist dann, abgesehen vom letzten Kühlrohr 14 der Reihe, jedes Kühlrohr 14 über eine Verbindungsleitung mit dem in der Reihe nachfolgenden Kühlrohr 14 verbunden, wobei die Verbindungsleitung den Kühlmittelauslass 19 des einen Kühlrohrs 14 mit dem Kühlmiteleinlass 17 des nächsten Kühlrohrs 14 verbindet. Lediglich am letzten Kühlrohr 14 tritt die Kühlluft aus dem Kühlmittelauslass 19 in die Umgebung 20 aus.

**[0039]** Im Unterschied dazu zeigen die Fig. 8 bis 10 Beispiele für einen geschlossenen Kühlkreis 31, in den das jeweilige Kühlrohr 14 eingebunden ist. Hierzu ist der Kühlmiteleinlass 17 an einen Vorlauf 32 des Kühlkreises 31 angeschlossen, während der Kühlmittelauslass 19 an einen Rücklauf 33 des Kühlkreises 31 angeschlossen ist. Im Betrieb des Kühlkreises 31 wird das jeweilige Kühlmittel über den Vorlauf 32 dem jeweiligen Kühlrohr 14 zugeführt und über den Rücklauf 33 davon abgeführt. Hierdurch entsteht im Kühlrohr 14 eine Kühlmittelströmung, die durch einen Pfeil 34 angedeutet ist. Im Kühlkreis 31 zirkuliert bevorzugt ein flüssiges Kühlmittel. Beispielsweise handelt es sich beim Kühlkreis 31 um einen Zweig eines Motorkühlkreises, der zum Kühlen der Brennkraftmaschine dient. Der Kühlkreis 31 weist hierzu in üblicher Weise eine Kühlmittelpumpe 35 zum Antreiben des Kühlmittels sowie einen Wärmetauscher 36 auf, über den die aufgenommene Wärme vom Kühlmittel an die Umgebung abgegeben werden kann.

**[0040]** Die Einbindung der Kühlrohre 14 in den Kühlkreis 31 kann gemäß Fig. 9 so erfolgen, dass mehrere Kühlrohre 14 parallel in den Kühlkreis 31 eingebunden sind, so dass diese Kühlrohre 14 parallel vom Kühlmittel durchströmt werden. Alternativ kann gemäß Fig. 10 vorgesehen sein, mehrere Kühlrohre 14 in Reihe in den Kühlkreis 31 einzubinden, so dass sie nacheinander vom Kühlmittel durchströmt werden. Der Vorlauf 32 ist dabei an den Kühlmiteleinlass 17 des ersten Kühlrohrs 14 der Reihenschaltung oder Reihe angeschlossen, während der Rücklauf 33 an den Kühlmittelauslass 19 des letzten Kühlrohrs 14 der Reihe angeschlossen ist. Zwischen dem Vorlauf 32 und dem Rücklauf 33 sind die Kühlrohre 14 der Reihe wenigstens eine Verbindungsleitung 44 miteinander verbunden, wobei die jeweilige Verbindungsleitung 44 den Kühlmittelauslass 19 des einen Kühlrohrs 14 mit dem Kühlmiteleinlass 17 des in der Reihe nachfolgenden Kühlrohrs 14 verbindet. Es ist klar, dass auch

hier eine Kombination denkbar ist. Beispielsweise können am Verbindungsrohr gemäß den in den Fig. 14 bis 17 gezeigten Beispielen mehrere Kühlrohre 14 bezüglich der Längsmittelachse 27 des Verbindungsrohrs 7 hintereinander und nebeneinander angeordnet sein, wobei zumindest zwei nebeneinander angeordnete Reihen oder Gruppen 37 an Kühlrohren 14 gebildet werden, in denen jeweils mehrere hintereinander angeordnete Kühlrohre 14 enthalten sind. Bevorzugt können nun die einzelnen Kühlrohrgruppen 37 parallel an den Kühlkreis 31 angeschlossen sein, so dass diese Kühlrohrgruppen 37 parallel vom Kühlmittel durchströmt werden. Innerhalb der jeweiligen Kühlrohrgruppe 37 können die zugehörigen Kühlrohre 14 in Reihe an den Kühlkreis 31 angeschlossen sein, so dass sie innerhalb der Kühlrohrgruppe 37 nacheinander vom Kühlmittel durchströmt werden.

**[0041]** Rein exemplarisch sind bei den Varianten der Fig. 16 und 17 jeweils zwei Kühlrohrgruppen 37 angedeutet, während das Beispiel der Fig. 14 drei Kühlrohrgruppen 37 und das Beispiel der Fig. 15 vier Kühlrohrgruppen 37 zeigt.

**[0042]** Diese Beispiele für Reihenschaltungen und Parallelschaltungen bei geschlossenem Kühlkreis 31 der Fig. 9 und 10 einschließlich deren Abwandlungen in Verbindungen mit den Fig. 14 bis 17 lassen sich einfach in die weiter oben mit Bezug auf Fig. 7 beschriebenen Beispiele für Reihenschaltungen und Parallelschaltungen bei offenem Kühlkreis modifizieren. Hierzu muss aus den Fig. 9 und 10 nur der Rücklauf 33 entfernt werden. In der Parallelschaltung der Fig. 9 mündet dann bei jedem Kühlrohr 14 der Kühlmittelauslass 19 in die Umgebung. In der Reihenschaltung der Fig. 10 mündet dagegen nur beim letzten Kühlrohr 14 der Kühlmittelauslass 19 in die Umgebung.

**[0043]** Zweckmäßig besitzen die Kühlrohre 14 jeweils einen kreisförmigen Querschnitt, was in den Beispielen der Fig. 14 bis 17 angedeutet ist. Im Unterschied dazu zeigen die Fig. 18 bis 20 Beispiele für Kühlrohre 14, die zumindest im Verbindungsraum 9 einen länglichen, insbesondere geradlinigen, Querschnitt besitzen. Hierdurch erhält das jeweilige Kühlrohr 14 ein flaches Profil, dessen Längsrichtung durch die größere Abmessung des länglichen Querschnitts definiert ist. Im Beispiel der Fig. 18 ist das flache Kühlrohr 14 bezüglich seiner Längsrichtung parallel zur Längsmittelachse 27 des Verbindungsrohrs 7 ausgerichtet. In den Beispielen der Fig. 19 und 20 ist das jeweilige Kühlrohr 14 dagegen hinsichtlich seiner Längsrichtung gegenüber der Längsmittelachse 27 des Verbindungsrohrs 7 angestellt. Im Beispiel der Fig. 19 liegt ein Winkel von etwa 45° vor. Im Beispiel der Fig. 20 liegt ein Winkel von etwa 90° vor. Des Weiteren ist bei den Ausführungsformen der Fig. 19 und 20 die Anordnung der flachen Kühlrohre 14 so gewählt, dass sich in einer Blickrichtung 38, die parallel zur Längsmittelachse 27 des Verbindungsrohrs 7 verläuft, eine große Abdeckung für den Querschnitt des Verbindungsrohrs 7 ergibt.

**[0044]** Das Verbindungsrohr 7 ist bei den hier gezeig-

ten Ausführungsformen geradlinig ausgestaltet, was dessen Herstellung vereinfacht.

## 5 Patentansprüche

1. Verbindungsrohr zum fluidischen Verbinden eines Schalldämpfergehäuses (5) eines aktiven Schalldämpfers (4) mit einem Abgas führenden Abgasrohr (3) eines Abgasstrangs (2) einer Abgasanlage (1) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs,

- wobei das Verbindungsrohr (7) eine Rohrwand (8) aufweist, die einen vom Schalldämpfergehäuse (5) zum Abgasrohr (3) führenden Verbindungsraum (9) umhüllt,

**dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** im Verbindungsraum (9) wenigstens ein von einem Kühlmittel durchströmbares Kühlrohr (14) angeordnet ist, das einen Einlassabschnitt (15) und einen Auslassabschnitt (16) aufweist,

- **dass** der Einlassabschnitt (15) die Rohrwand (8) durchdringt, so dass ein Kühlmittelinlass (17), durch den Kühlmittel in das Kühlrohr (14) eintreten kann, außerhalb des Verbindungsrohrs (7) angeordnet ist,

- **dass** der Auslassabschnitt (16) die Rohrwand (8) durchdringt, so dass ein Kühlmittelauslass (19), durch den Kühlmittel aus dem Kühlrohr (14) austreten kann, außerhalb des Verbindungsrohrs (7) angeordnet ist.

2. Verbindungsrohr nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** Einlassabschnitt (15) und Auslassabschnitt (16) des jeweiligen Kühlrohrs (14) an gegenüberliegenden Seiten (22, 23) des Verbindungsrohrs (7) durch die Rohrwand (8) hindurchgeführt sind, derart, dass beim jeweiligen Kühlrohr (14) der Kühlmittelinlass (17) und der Kühlmittelauslass (19) jeweils einen Abstand (41, 42) von der Rohrwand (8) aufweisen.

3. Verbindungsrohr nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Kühlmittelinlass (17) und der Kühlmittelauslass (19) zu einer das Verbindungsrohr (7) umhüllenden Umgebung (20) offen sind, so dass Umgebungsluft als Kühlmittel durch das Kühlrohr (14) strömen kann.

4. Verbindungsrohr nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das Kühlrohr (14) relativ zum Verbindungsrohr (7) so angeordnet ist, dass im Einbauzustand des Verbindungsrohrs (7) und der Abgasanlage (1) und im Betrieb der Brennkraftmaschine die Ausbildung



einer Konvektionsströmung (21) durch das Kühlrohr (14) begünstigt ist.

5. Verbindungsrohr nach Anspruch 3 oder 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**
  - **dass** sich der Kühlmittelauslass (19) an einer Oberseite (22) des Verbindungsrohrs (7) befindet, während sich der Kühlmiteleinlass (17) an einer Unterseite (23) des Verbindungsrohrs (7) befindet,
  - **dass** sich die Oberseite (22) des Verbindungsrohrs (7) bezüglich der Schwerkraftrichtung (G) oberhalb der Unterseite (23) des Verbindungsrohrs (7) befindet.
  
6. Verbindungsrohr nach einem der Ansprüche 3 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Kühlrohr (14) relativ zum Verbindungsrohr (7) so angeordnet und/oder so geformt ist, dass der Kühlmiteleinlass (17) einem Umgebungsluftstrom (25) zugewandt ist, der sich bei einer Verwendung in einem Kraftfahrzeug und bei fahrendem Fahrzeug durch die Bewegung des Fahrzeugs im Bereich des Verbindungsrohrs (7) einstellt und/oder der mittels eines in der Umgebung (20) angeordneten Gebläses (26) erzeugt oder verstärkt wird.
  
7. Verbindungsrohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Einlassabschnitt (15) des Kühlrohrs (14) zumindest außerhalb des Verbindungsrohrs (7) so gebogen ist, dass der Kühlmiteleinlass (17) einen Abstand (43) zur Längsmittelachse (28) des jeweiligen Kühlrohrs (14) aufweist.
  
8. Verbindungsrohr nach Anspruch 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Kühlmiteleinlass (17) gegenüber einer Längsmittelachse (28) des Kühlrohrs (14) so abgelenkt ist, dass ein dem Umgebungsluftstrom (25) zugewandter Einlassquerschnitt (29) des Kühlmiteleinlasses (17) größer ist als ein Rohrquerschnitt (30) des Kühlrohrs (14).
  
9. Verbindungsrohr nach einem der Ansprüche 6 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Kühlrohr (14) zumindest im Verbindungsraum (9) geradlinig ausgestaltet und gegenüber dem Verbindungsrohr (7) schräg angeordnet ist, so dass der Kühlmiteleinlass (17) dem Umgebungsluftstrom (25) zugewandt ist.
  
10. Verbindungsrohr nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**
  - **dass** wenigstens ein solches Kühlrohr (14) in

einen Kühlkreis (31) eingebunden ist, in dem ein Kühlmittel zirkuliert,

- **dass** der Kühlmiteleinlass (17) an einem Vorlauf (32) des Kühlkreises (31) angeschlossen ist, der dem Kühlrohr (14) das Kühlmittel zuführt,
  - **dass** der Kühlmittelauslass (19) an einem Rücklauf (33) des Kühlkreises (31) angeschlossen ist, der das Kühlmittel vom Kühlrohr (14) abführt.
- 
11. Verbindungsrohr nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**
  - **dass** wenigstens zwei Kühlrohre (14) parallel in den Kühlkreis (31) eingebunden sind, so dass sie parallel vom Kühlmittel durchströmbar sind, und/oder
  - **dass** zumindest zwei Kühlrohre (14) in Reihe in den Kühlkreis (31) eingebunden sind, so dass sie nacheinander vom Kühlmittel durchströmbar sind.
- 
12. Verbindungsrohr nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Kühlmiteleinlass (17) wenigstens eines solchen Kühlrohrs (14) mittels wenigstens einer Zuführleitung (40) an ein Kühlluftgebläse (46) angeschlossen ist, das Umgebungsluft ansaugt und durch das jeweilige Kühlrohr (14) fördert, wobei die Umgebungsluft durch den Kühlmittelauslass (19) des jeweiligen Kühlrohrs (14) wieder in die Umgebung (20) austritt oder bei einer Reihenanordnung mehrerer Kühlrohre (14) mittels einer Verbindungsleitung dem Kühlmiteleinlass (17) eines nachfolgenden Kühlrohrs (14) zugeführt wird.
- 
13. Verbindungsrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**
  - **dass** zumindest ein solches Kühlrohr (14) zumindest im Verbindungsraum (9) geradlinig ausgestaltet ist, und/oder
  - **dass** zumindest ein solches Kühlrohr (14) zumindest im Verbindungsraum (9) einen Kreisquerschnitt besitzt.
  - **dass** mindestens ein solches Kühlrohr (14) zumindest im Verbindungsraum (9) einen länglichen Querschnitt besitzt.
- 
14. Aktiver Schalldämpfer für eine Abgasanlage (1) einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs,
  - mit einem Schalldämpfergehäuse (5),
  - mit wenigstens einem im Schalldämpfergehäuse (5) angeordneten elektroakustischen Wandler (6),

- mit mindestens einem Verbindungsrohr (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dessen Rohrwand (8) an das Schalldämpfergehäuse (5) sowie an ein Abgasrohr (3) eines Abgasstrangs (2) der Abgasanlage (1) fluidisch angeschlossen ist. 5

15. Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, 10

- mit mindestens einem Abgasstrang (2), der zumindest ein Abgasführendes Abgasrohr (3) aufweist, 15  
- mit mindestens einem aktiven Schalldämpfer (4) nach Anspruch 14, dessen Schalldämpfergehäuse (5) über das Verbindungsrohr (7) an das Abgasrohr (3) fluidisch angeschlossen ist. 20

20

25

30

35

40

45

50

55

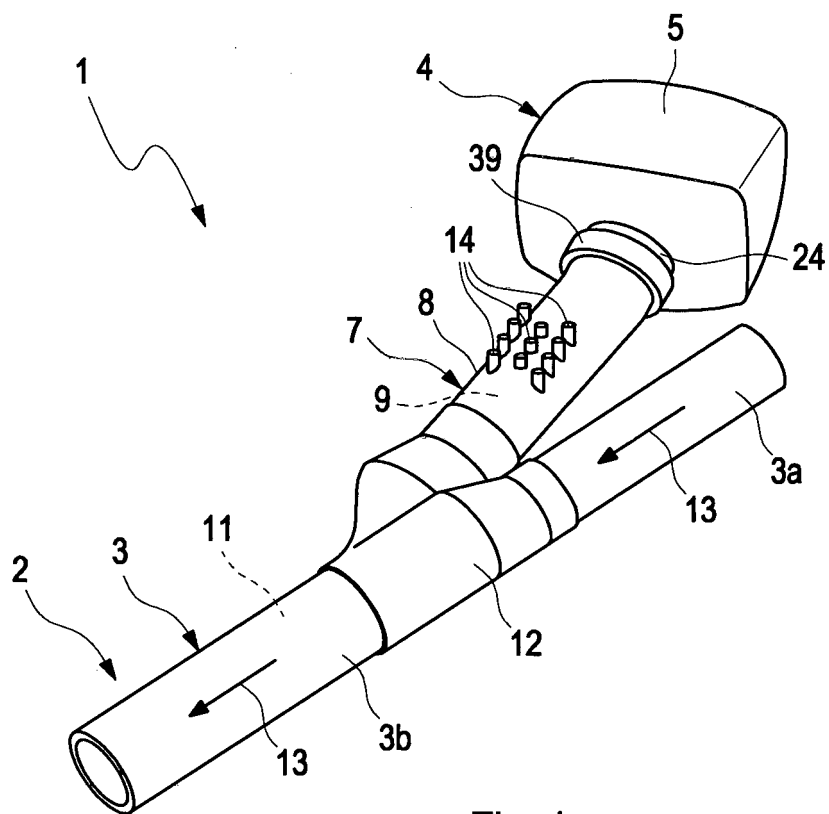


Fig. 1

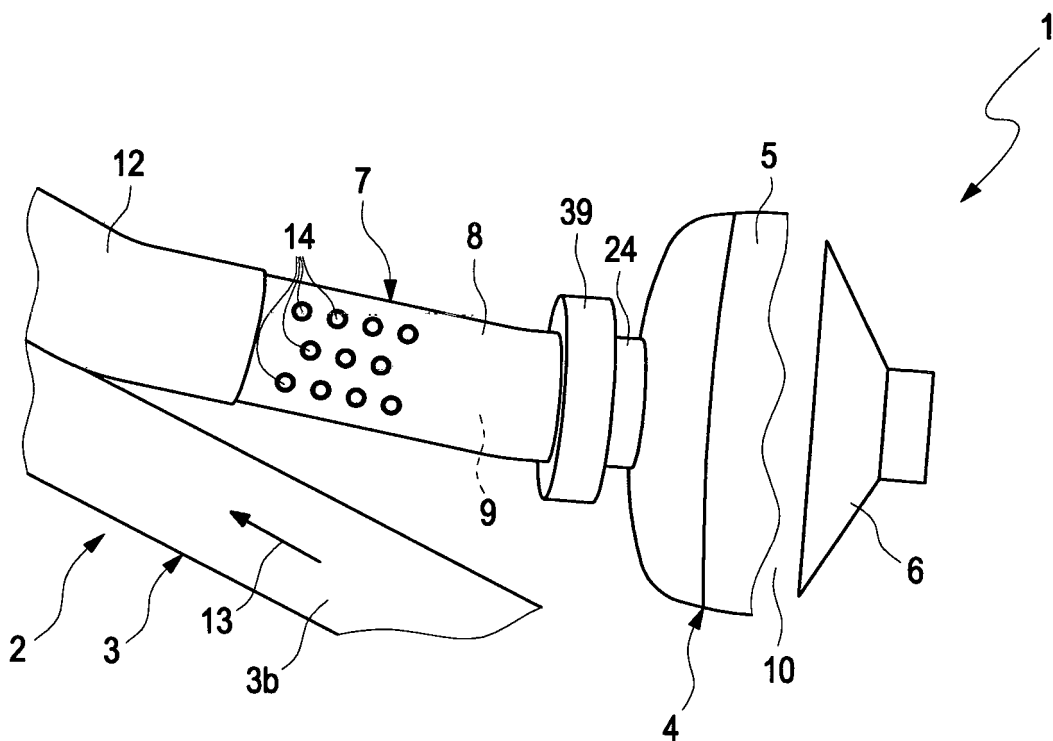
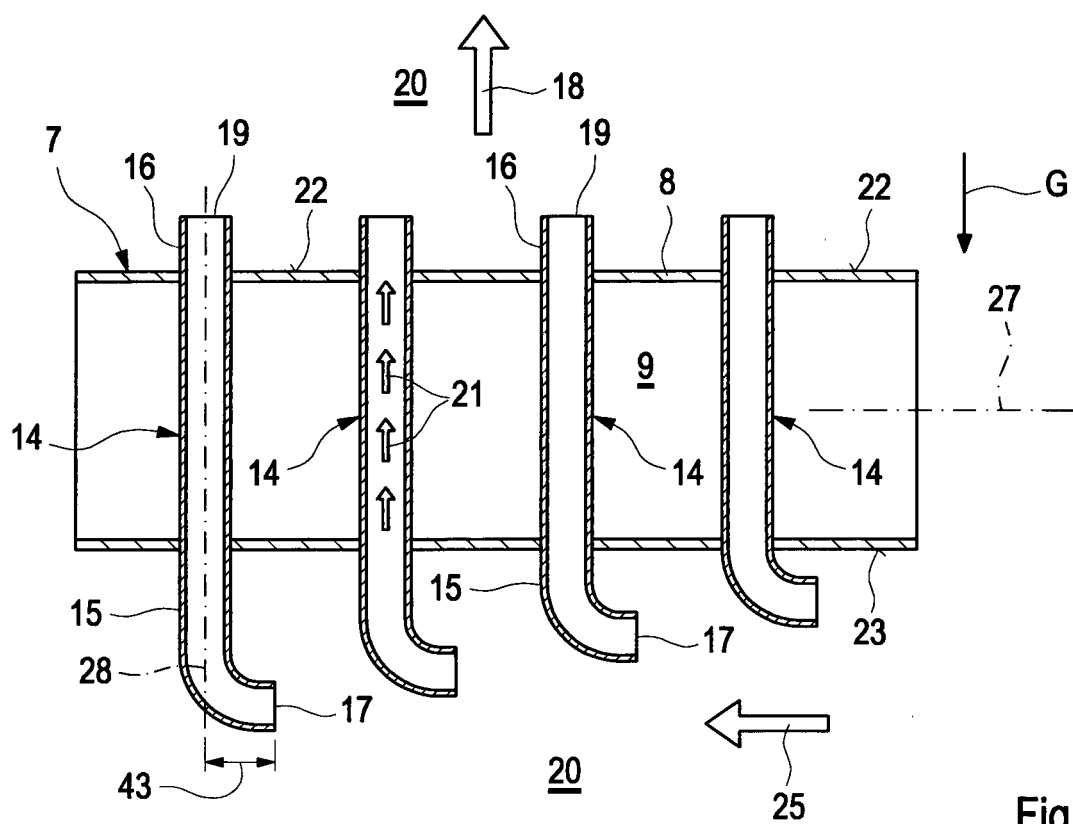
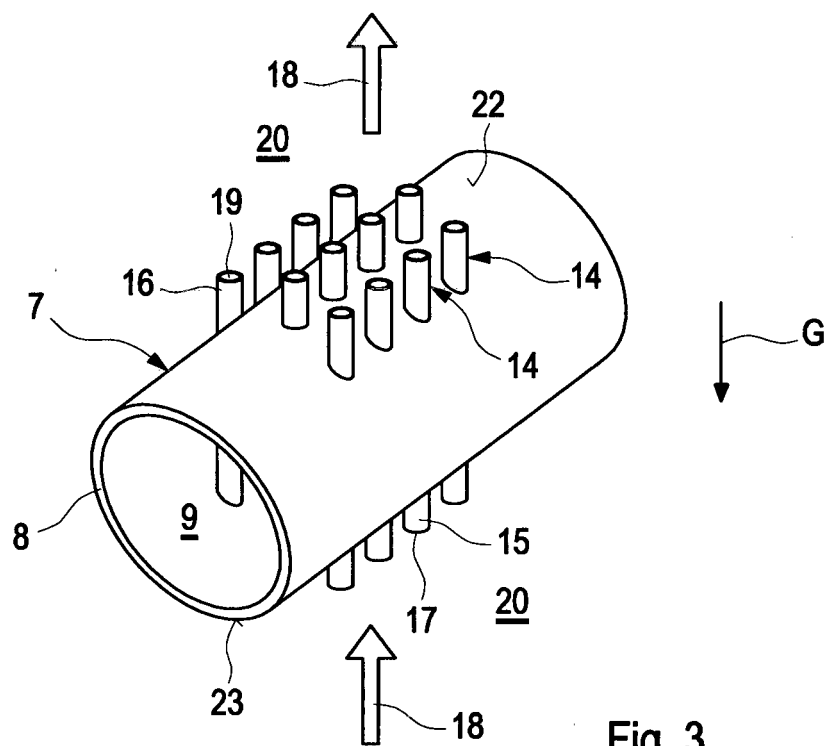


Fig. 2



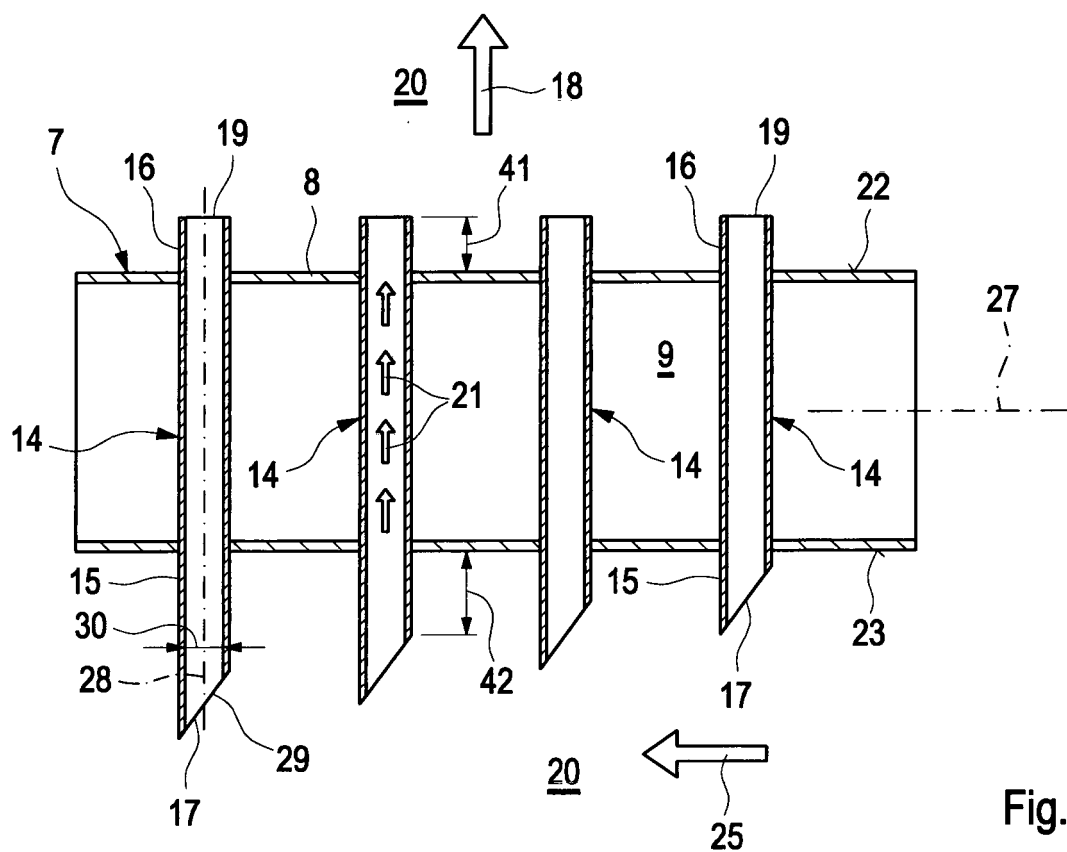


Fig. 5

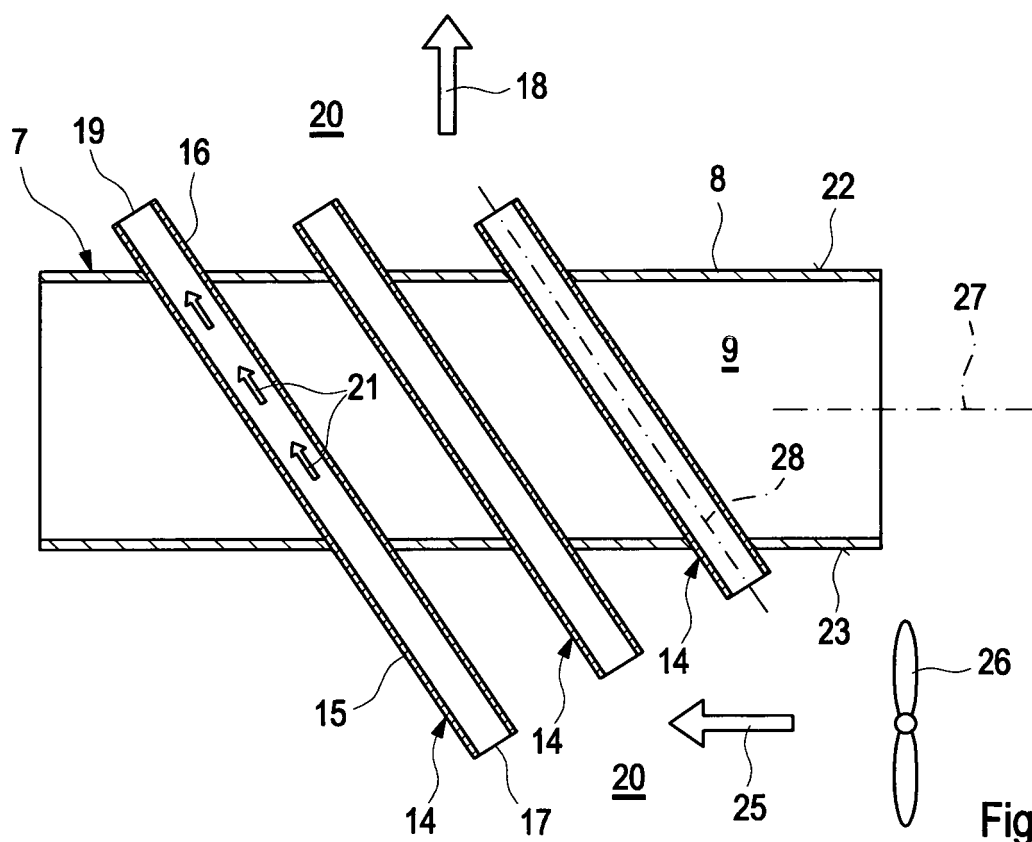


Fig. 6

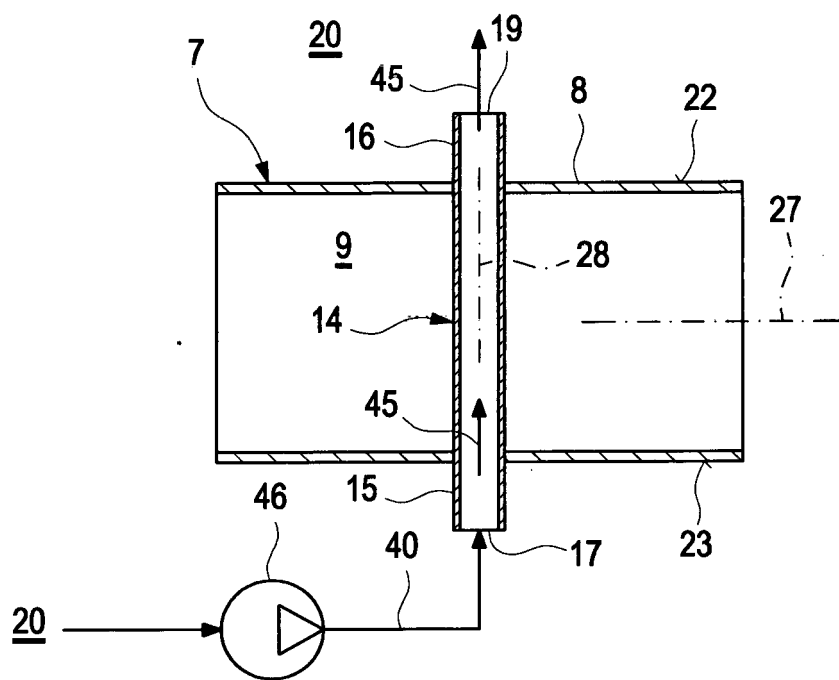


Fig. 7

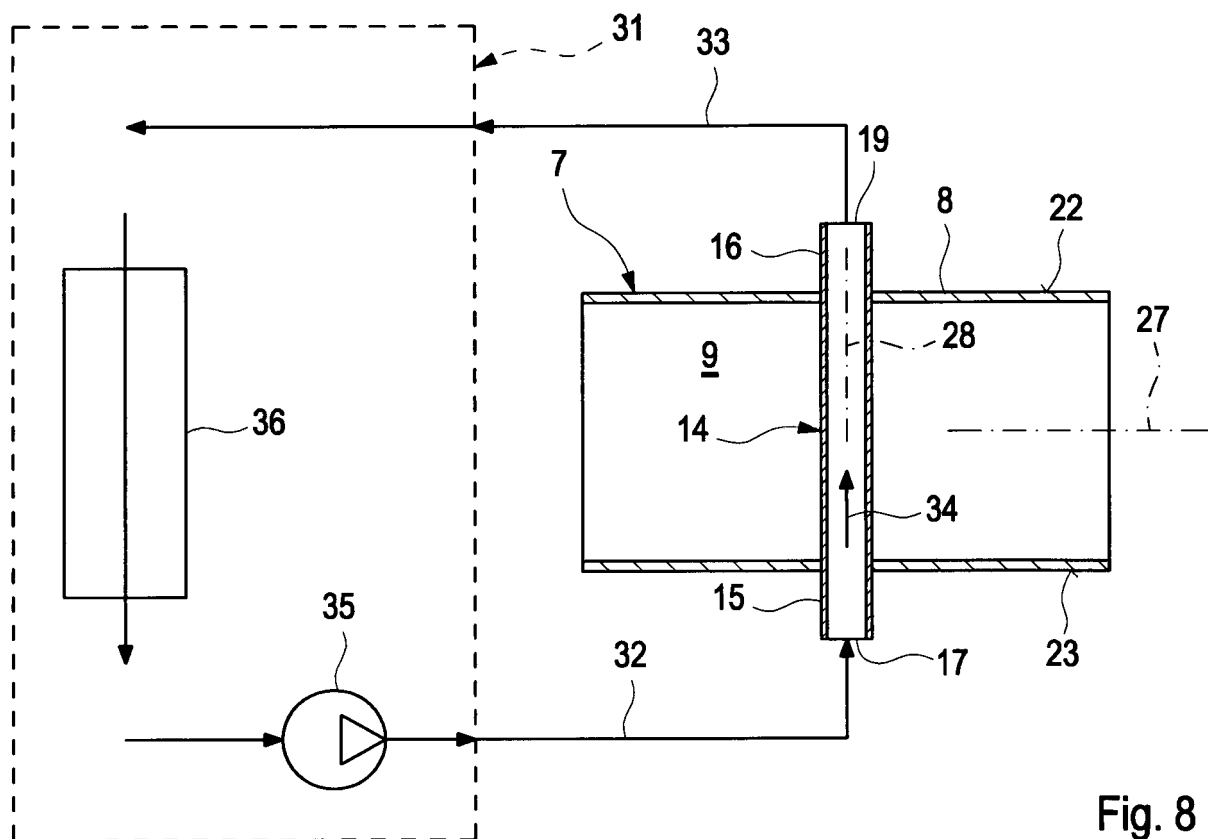
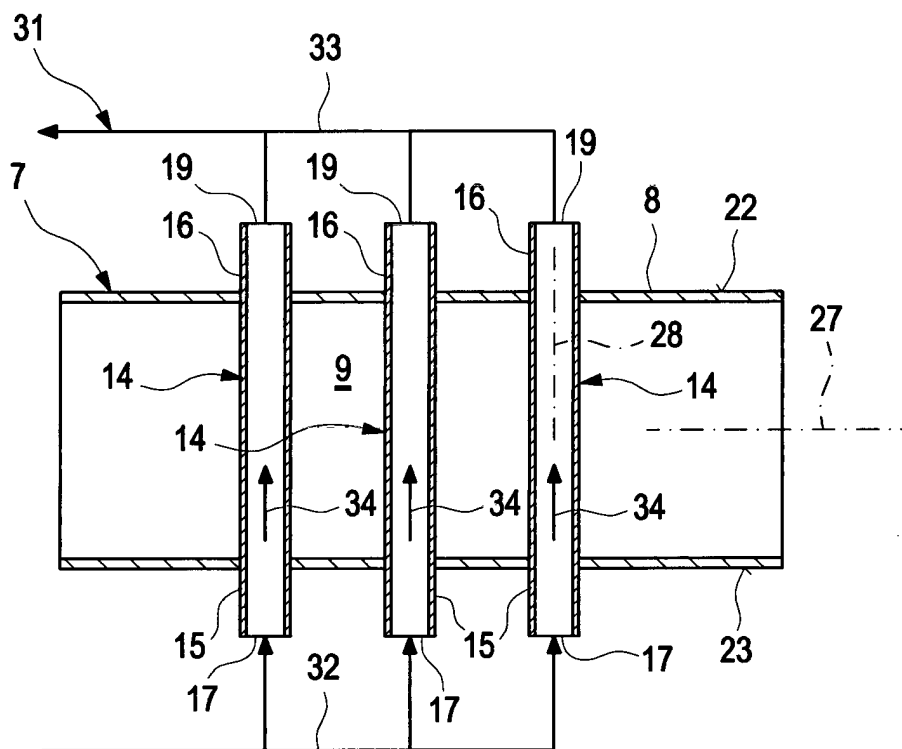
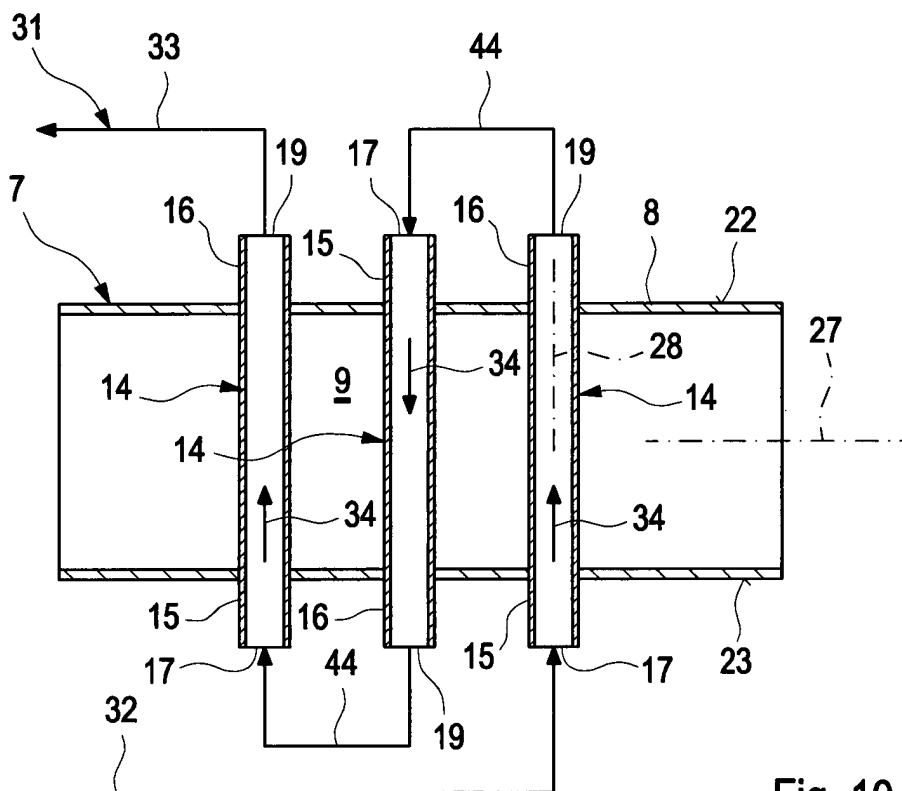


Fig. 8



**Fig. 9**



**Fig. 10**

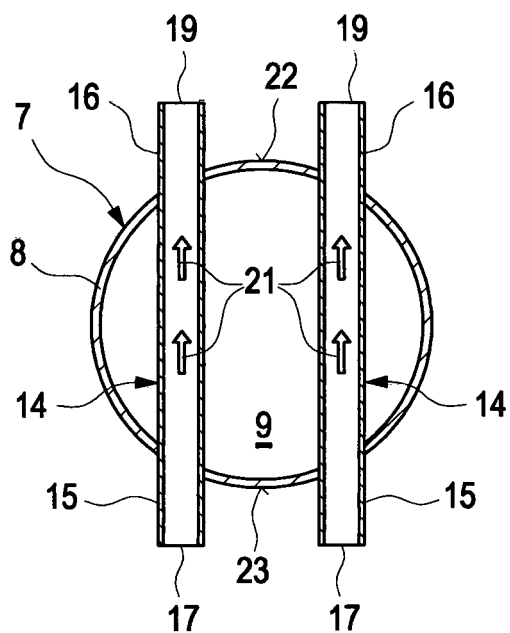


Fig. 11

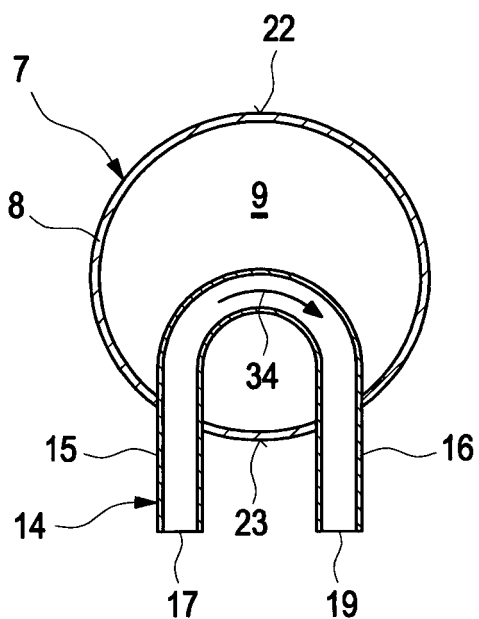


Fig. 12

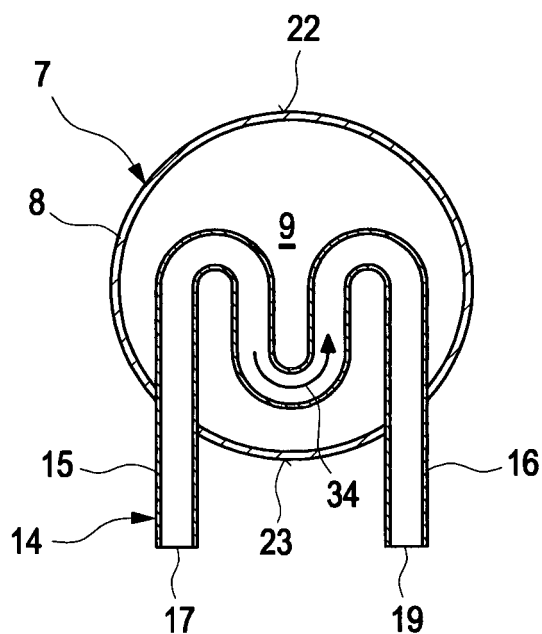


Fig. 13



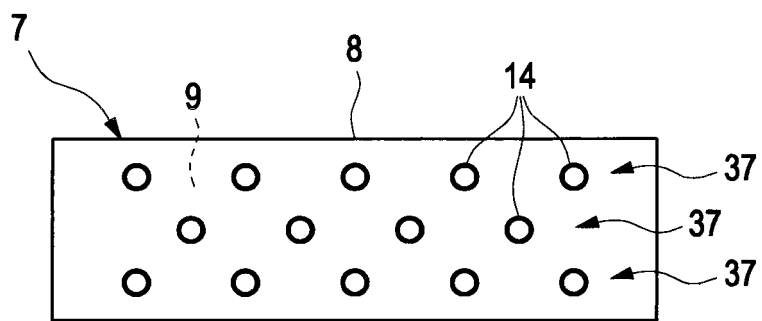


Fig. 14

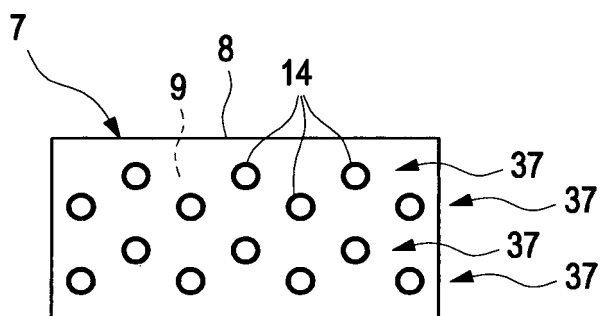


Fig. 15

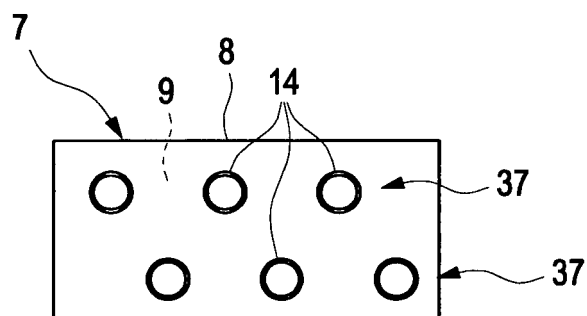


Fig. 16

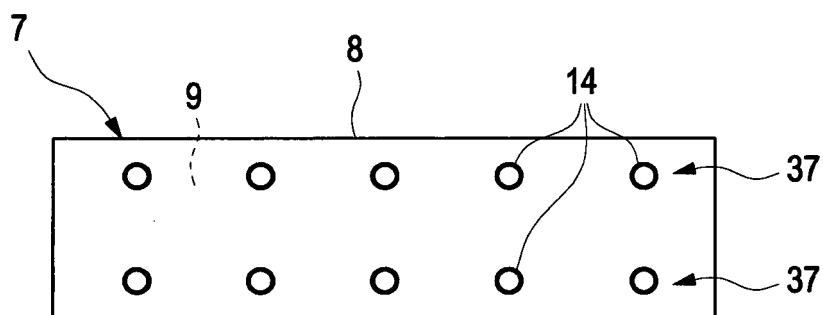


Fig. 17

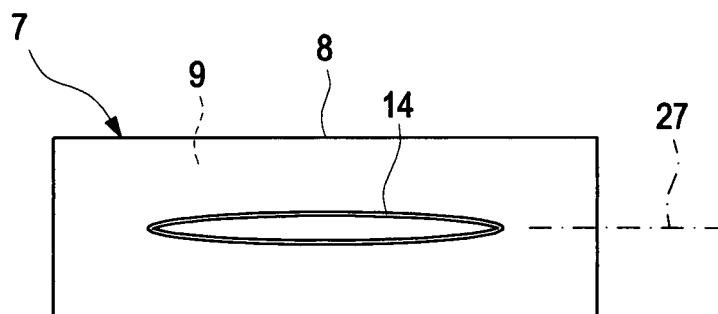


Fig. 18

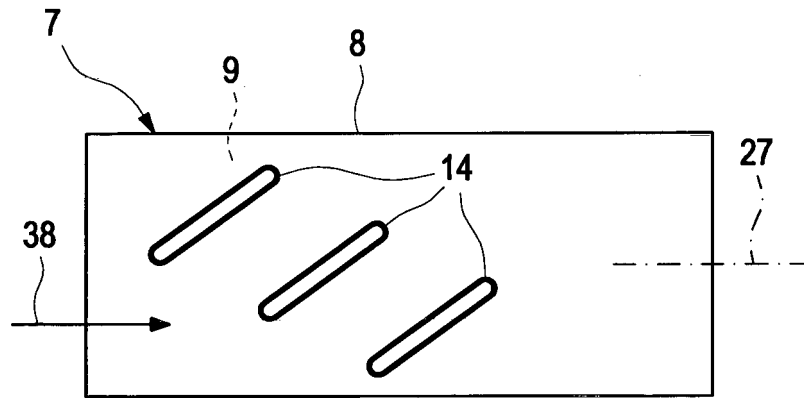


Fig. 19

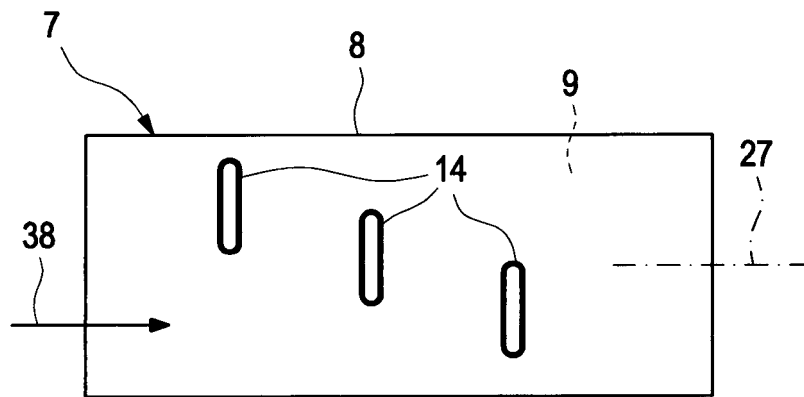


Fig. 20



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 16 18 4744

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	DE 10 2011 089774 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 27. Juni 2013 (2013-06-27) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 * * Absätze [0006] - [0025]; Ansprüche 1, 4, 12 *	1-15	INV. F01N1/00 F01N1/06 F01N13/00
A	DE 10 2009 031848 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 5. Januar 2011 (2011-01-05) * Zusammenfassung; Abbildungen 2-5 * * Absätze [0005] - [0012]; Ansprüche 1,2, 3, 4 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>29. November 2016</b>	Prüfer <b>Steinberger, Yvonne</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 18 4744

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

29-11-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102011089774 A1	27-06-2013	CN 103174499 A	26-06-2013
			DE 102011089774 A1	27-06-2013
			EP 2607639 A2	26-06-2013
			JP 2013139786 A	18-07-2013
			US 2013161125 A1	27-06-2013
20	DE 102009031848 A1	05-01-2011	CN 101943041 A	12-01-2011
			DE 102009031848 A1	05-01-2011
			EP 2282023 A1	09-02-2011
			US 2011000734 A1	06-01-2011
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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 102011089774 A1 [0002] [0003]