

(19)



(11)

**EP 4 290 058 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.12.2023 Patentblatt 2023/50**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F01N 1/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **23172177.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F01N 1/08; F01N 1/083; F01N 2470/04;**  
**F01N 2530/18**

(22) Anmeldetag: **09.05.2023**

(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 ME MK MT NL**  
**NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder:

- **Wagmann, Martin**  
**St. Wendel (DE)**
- **Hackländer, Felix**  
**Esslingen (DE)**

(74) Vertreter: **Ruttensperger Lachnit Trossin Gomoll**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**PartG mbB**  
**Arnulfstraße 58**  
**80335 München (DE)**

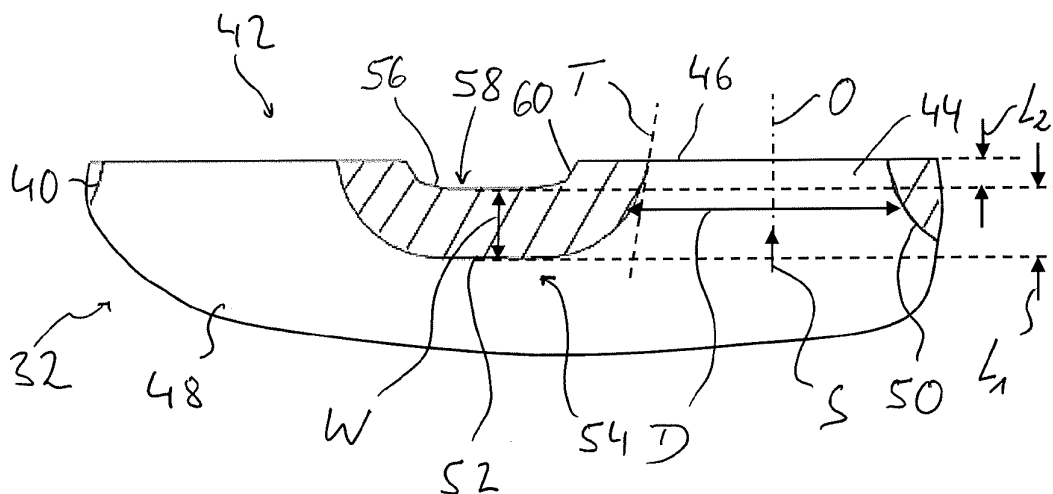
(30) Priorität: **09.06.2022 DE 102022114527**

(71) Anmelder: **Purem GmbH**  
**66539 Neunkirchen (DE)**

(54) **SCHALLDÄMPFER**

(57) Ein Schalldämpfer für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine umfasst wenigstens eine Schalldämpferkomponente (30) mit einer Mehrzahl von Durchströmöffnungen (44) umfassenden Perforation (42) in einer Wand (40) der Schalldämpferkomponente (30), wobei die Durchströmöffnungen (44) in Richtung von einer stromaufwärtigen Seite (54) der Wand (40) zu einer stromabwärtigen Seite (58) der Wand (40) in einer

Strömungsrichtung (S) durchströmbar sind, wobei wenigstens bei einem Teil der Durchströmöffnungen (44), vorzugsweise allen Durchströmöffnungen (44), der Perforation (42) zum Bereitstellen einer Durchströmöffnung-Strömungsleitfläche (50) ein Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt (D) in der Strömungsrichtung (S) abnimmt.



**Fig. 5**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schalldämpfer, der beispielsweise in einer Abgasanlage einer Brennkraftmaschine genutzt werden kann, um im Arbeitsbetrieb der Brennkraftmaschine entstehende Geräusche zu dämpfen.

**[0002]** Derartige in Abgasanlagen von Brennkraftmaschinen einsetzbare Schalldämpfer umfassen im Allgemeinen eine einen Schalldämpferinnenraum umgrenzende Außenwand. In dem Schalldämpferinnenraum wird das von einer Brennkraftmaschine ausgestoßene Abgas durch ein oder mehrere jeweils Schalldämpferkomponenten bereitstellende Abgasführungsrohre geführt. Weiter können in dem Schalldämpferinnenraum eine oder mehrere Schalldämpferkomponenten bereitstellende Trennwände vorgesehen sein, durch welche beispielsweise verschiedene Funktionen erfüllende Schalldämpferkammern voneinander getrennt sind.

**[0003]** Um in einem derartigen Schalldämpfer verschiedene Volumenbereiche im Schalldämpferinnenraum in Strömungsverbindung miteinander zu bringen, können in einer oder in mehreren Schalldämpferkomponenten, beispielsweise einem oder mehreren Abgasführungsrohren oder/und einer oder mehreren Trennwänden, Perforationen mit einer Mehrzahl von im Allgemeinen vergleichsweise kleinen und nahe beieinander liegenden Durchströmöffnungen ausgebildet sein. Die Durchströmöffnungen einer derartigen Perforation dienen zum direkten Hindurchtritt von Abgas und sind nicht dazu vorgesehen, beispielsweise bei Ausgestaltung in einer Trennwand Abgasführungsrohre aufzunehmen, um diese an eine derartige Trennwand anzubinden und das durch ein derartiges Abgasführungsrohr hindurchgeleitete Abgas auch durch die Trennwand zu leiten. Durch derartige Durchströmöffnungen einer Perforation kann Abgas beispielsweise aus dem im Inneren eines Abgasführungsrohrs gebildeten Volumen in das das Abgasführungsrohr umgebende Volumen strömen, oder es kann Abgas aus einer von zwei durch eine Trennwand getrennten Kammern in die andere der beiden durch diese Trennwand getrennten Kammern strömen, wenn eine derartige Perforation in der Trennwand ausgebildet ist.

**[0004]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Schalldämpfer für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine vorzusehen, welcher eine verbesserte Strömungsführung bei verbessertem Schalldämpfungsverhalten erreicht.

**[0005]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch einen Schalldämpfer für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, umfassend wenigstens eine Schalldämpferkomponente mit einer Mehrzahl von Durchströmöffnungen umfassenden Perforation in einer Wand der Schalldämpferkomponente, wobei die Durchströmöffnungen in Richtung von einer stromaufwärtigen Seite der Wand zu einer stromabwärtigen Seite der Wand in einer Strömungsrichtung durchströmbar sind, wobei wenigstens bei einem Teil der Durchströmöffnun-

gen, vorzugsweise allen Durchströmöffnungen, der Perforation zum Bereitstellen einer Durchströmöffnung-Strömungsleitfläche ein Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt in der Strömungsrichtung abnimmt.

**[0006]** Durch das Bereitstellen von Strömungsleitflächen an in ihrem Strömungsquerschnitt in Strömungsrichtung abnehmenden Durchströmöffnungen in Komponenten von Schalldämpfern wird beispielsweise das von einer Brennkraftmaschine ausgestoßene Abgas aus dem Bereich größeren Strömungsquerschnitts in den Bereich kleineren Strömungsquerschnitts einer jeweiligen Durchströmöffnung geleitet. Dadurch werden im Abgasstrom entstehende Verwirbelungen im Bereich der Durchströmöffnungen gemindert, was einerseits zur Absenkung des Strömungswiderstands und andererseits zur verminderten Entstehung von Geräuschen beim Durchströmen einer derartigen Perforation beiträgt.

**[0007]** Für eine optimierte Strömungsführung kann der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt in der Strömungsrichtung degressiv abnehmen.

**[0008]** Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt mit einem abgerundeten Querschnittsänderungsprofil abnimmt. Besonders vorteilhaft ist zum Vermeiden der Entstehung von Verwirbelungen eine Ausgestaltung, bei welcher der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt mit einem im Wesentlichen kantenfreien Querschnittsänderungsprofil abnimmt.

**[0009]** Um auch im Anschluss einer jeweiligen Durchströmöffnung-Strömungsleitfläche an die stromaufwärtige Seite der Wand der Schalldämpferkomponente das Entstehen von Verwirbelungen zu vermeiden, wird vorgeschlagen, dass die Durchströmöffnung-Strömungsleitfläche im Wesentlichen kantenfrei an die stromaufwärtige Seite der Wand anschließt.

**[0010]** Der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt kann beispielsweise in einem einer Wanddicke der Wand zwischen der stromaufwärtigen Seite der Wand und der stromabwärtigen Seite der Wand entsprechenden ersten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich abnehmen.

**[0011]** Eine stärker ausgeprägte Strömungsleiteigenschaft der Durchströmöffnungen kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass in Zuordnung zu wenigstens einem Teil der Durchströmöffnungen, vorzugsweise allen Durchströmöffnungen, ein über die stromabwärtige Seite der Wand in Richtung stromabwärts vorstehender, eine jeweilige Durchströmöffnung in einem zweiten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich ringartig umgebender Durchströmansatz vorgesehen ist. Bei wenigstens einem Teil der Durchströmansätze, vorzugsweise allen Durchströmansätzen, kann der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt jeder von einem der Durchströmansätze umgebenen Durchströmöffnung in dem zweiten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich abnehmen.

**[0012]** Zum Erreichen der degressiven Abnahme des Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitts kann der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt im ersten

Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich stärker abnehmen als im zweiten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich.

**[0013]** Zum effizienten Vermeiden von Strömungsverwirbelungen im Bereich der Durchströmöffnungen kann ein Neigungswinkel der Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen bezüglich einer Öffnungsmittelnachse im Bereich eines Austrittsendes einer jeweiligen Durchströmöffnung im Bereich von 5° bis 15° liegen.

**[0014]** Die wenigstens eine Schalldämpferkomponente kann beispielsweise als Abgasführungsrohr ausgebildet sein, wobei dann, wenn in einem Schalldämpfer mehrere Abgasführungsrohre vorgesehen sind, nur in einem oder einigen der Abgasführungsrohre oder in jedem Abgasführungsrohr eine derartige Perforation mit der erfindungsgemäß ausgebildeten Struktur der Durchströmöffnungen vorgesehen sein kann. Alternativ oder zusätzlich kann die wenigstens eine Schalldämpferkomponente als zwei Schalldämpferkammern voneinander trennende Trennwand ausgebildet sein. Auch hierbei kann dann, wenn in einem Schalldämpfer mehrere Trennwände vorgesehen sind, eine Perforation mit der erfindungsgemäßen Struktur der Durchströmöffnungen in einer oder einigen der Trennwände oder in jeder Trennwand vorgesehen sein.

**[0015]** Die Erfindung betrifft ferner eine Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, umfassend wenigstens einen erfindungsgemäß aufgebauten Schalldämpfer.

**[0016]** Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Schalldämpfers mit der vorangehend beschriebenen Struktur, welches sich dadurch auszeichnet:

- dass die wenigstens eine Schalldämpferkomponente mit Metallmaterial aufgebaut ist, und dass zum Bereitstellen der Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen Durchzüge in der Wand der Schalldämpferkomponente gebildet werden, oder
- dass die wenigstens eine Schalldämpferkomponente als Kunststoffformteil ausgebildet ist, und dass die Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen an die Wand der Schalldämpferkomponente angeformt werden.

**[0017]** Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die beiliegenden Figuren detailliert beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 einen Schalldämpfer einer Abgasanlage einer Brennkraftmaschine mit teilweise offen dargestelltem Schalldämpfergehäuse;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines als Schalldämpferkomponente beispielsweise des Schalldämpfers der Fig. 1 einsetzbaren Abgasführungsrohrs;

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung einer als Schalldämpferkomponente beispielsweise des Schalldämpfers der Fig. 1 einsetzbaren Trennwand;

Fig. 4 eine Teil-Längsschnittansicht eines als Schalldämpferkomponente beispielsweise des Schalldämpfers der Fig. 1 einsetzbaren Abgasführungsrohrs;

Fig. 5 eine vergrößerte Darstellung des Details V in Fig. 4;

Fig. 6 eine der Fig. 5 entsprechende Darstellung einer alternativen Ausgestaltung einer Schalldämpferkomponente.

**[0018]** In Fig. 1 ist ein allgemein mit 10 bezeichneter Schalldämpfer einer Abgasanlage 12 für eine Brennkraftmaschine beispielhaft dargestellt. Der Schalldämpfer 10 umfasst ein Schalldämpfergehäuse 14, das im dargestellten Beispiel eine im Wesentlichen zylindrische Umfangswand 16 und zwei an deren axialen Enden vorgesehene Stirnwände 18, 20 umfasst. Im Inneren des Schalldämpfergehäuses 14 ist eine Trennwand 22 vorgesehen, welche den Innenraum 24 des Schalldämpfers in zwei Kammern 26, 28 unterteilt.

**[0019]** In der Kammer 26 erstreckt sich ein eine Schalldämpferkomponente 30 bereitstellendes Abgasführungsrohr 32 zwischen der Stirnwand 18 und der Trennwand 22. Das Abgasführungsrohr 32 kann in seinem an die Trennwand 22 anschließenden Endbereich durch die Trennwand 22 abgeschlossen sein, oder kann, wie bei der in Figur 3 dargestellten Trennwand 22 veranschaulicht, in seinem an die Trennwand 22 anschließenden axialen Endbereich zu einer in der Trennwand 22 beispielsweise mit einem Durchzug ausgebildeten Öffnung 34 und somit zur Kammer 28 offen sein.

**[0020]** In der Kammer 24 erstreckt sich ein eine weitere Schalldämpferkomponente 30 bereitstellendes Abgasführungsrohr 36, welches in seinem an die Trennwand 22 anschließenden Endbereich über eine beispielsweise durch einen Durchzug in der Trennwand 22 gebildete Öffnung 38 zur Kammer 26 offen ist. Beispielsweise kann das Abgasführungsrohr 32 ein Einlassrohr des Schalldämpfers 10 bereitstellen oder im Bereich der Stirnwand 18 an dieses anschließen. Das Abgasführungsrohr 36 kann ein Auslassrohr des Schalldämpfers 10 bereitstellen oder im Bereich der Stirnwand 20 an dieses anschließen. Ist bei dem in Fig. 1 beispielhaft dargestellten Schalldämpfer 10 das Abgasführungsrohr 32 in seinem an die Trennwand 22 anschließenden Endbereich durch die Trennwand 22 abgeschlossen, gelangt das in den Schalldämpfer über das Abgasführungsrohr 12 eintretende Abgas A über die Perforation 42 in die Kammer 26 und aus der Kammer 26 in das Abgasführungsrohr 36, über welches das Abgas A den Schalldämpfer 10 verlässt. Die Kammer 28 kann dabei nach Art einer Resonator-kammer

zur Schalldämpfung wirksam sein. Ist das Abgasführungsrohr 32 bei Ausgestaltung der Trennwand 22 so, wie in Fig. 3 dargestellt, über die Öffnung 34 in der Trennwand 22 zur Kammer 28 offen, kann in das Abgasführungsrohr 32 eintretendes Abgas A über die Perforation 42 im Abgasführungsrohr 32 und die Kammer 26 sowie auch über die Kammer 28 und die Perforation 42 im Abgasführungsrohr 36 in das Abgasführungsrohr 36 eintreten und über dieses aus dem Schalldämpfer 10 austreten.

**[0021]** Es ist darauf hinzuweisen, dass mit Bezug auf die Fig. 1 lediglich ein beispielhafter Aufbau eines sehr einfach strukturierten Schalldämpfers 10 hinsichtlich der wesentlichen Systembereiche eines derartigen Schalldämpfers erläutert wird. Selbstverständlich können in dem Schalldämpfergehäuse eines derartigen Schalldämpfers mehrere Kammern durch jeweilige Trennwände voneinander getrennt ausgebildet sein und es können mehr als die zwei dargestellten Abgasführungsrohre vorgesehen sein, um das den Schalldämpfer durchströmende Abgas in definierter Art und Weise durch diesen und die darin gebildeten Kammern hindurchzuleiten.

**[0022]** Die Fig. 2 veranschaulicht beispielsweise anhand des eine Schalldämpferkomponente 30 bereitstellenden Abgasführungsrohrs 32, dass in einer Wand 40 desselben eine allgemein mit 42 bezeichnete Perforation mit einer Vielzahl von Durchströmöffnungen 44 ausgebildet sein kann. Entsprechend kann beispielsweise auch in einer Wand des Abgasführungsrohrs 36 oder in der Trennwand 22 eine derartige in Fig. 3 veranschaulichte Perforation 42 mit einer Vielzahl von vergleichsweise klein dimensionierten und nahe beieinander liegenden Durchströmöffnungen 44 ausgebildet sein, durch welche das den Schalldämpfer 10 durchströmende Abgas hindurchströmen kann.

**[0023]** Die Struktur der Perforation 42 bzw. der Durchströmöffnungen 44 derselben wird nachfolgend mit Bezug auf die Fig. 4 und 5 detailliert erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass eine Perforation mit derartig strukturierten Durchströmöffnungen sowohl in einer Wand einer als Abgasführungsrohr ausgebildeten Schalldämpferkomponente, als auch in einer Wand einer als Trennwand ausgebildeten Schalldämpferkomponente vorgesehen sein kann.

**[0024]** Diese Figuren zeigen beispielsweise anhand des eine Schalldämpferkomponente 30 bereitstellenden Abgasführungsrohrs 32 wie die Struktur der Durchströmöffnungen 44 auf die Strömungsführung im Schalldämpfer 10 abgestimmt ist. Insbesondere ist zu erkennen, dass bei dem Abgasführungsrohr 32 das von einer Brennkraftmaschine ausgestoßene und in der Abgasanlage 12 auf den Schalldämpfer 10 zu strömende Abgas A in ein von der Wand 40 des Abgasführungsrohrs 32 umgrenztes Volumen 48 eintritt und durch die in der Wand 44 gebildete Perforation 42 bzw. die Durchströmöffnungen 44 derselben im dargestellten Beispiel in die Kammer 26 strömen kann. Dabei strömt im Bereich jeder der Durchströmöffnungen 44 das Abgas A im Wesentli-

chen in einer Strömungsrichtung S aus dem Volumen 48 in die Kammer 26, welche näherungsweise einer Erstreckungsrichtung einer Öffnungsmittelnachse O der Durchströmöffnungen 44 entsprechen kann. Unter Berücksichtigung des Umstandes, dass das Abgas A grundsätzlich in Richtung einer Rohrlängsachse R durch das Volumen 48 im Abgasführungsrohr 32 strömt, kann die Strömungsrichtung S bezüglich der Erstreckungsrichtung der Öffnungsmittelnachse O einer jeweiligen Durchströmöffnung 44 in Richtung der Rohrlängsachse R angestellt sein.

**[0025]** Man erkennt in Fig. 5, dass vorzugsweise jede der Durchströmöffnungen 44 derart gebildet ist, dass in der Strömungsrichtung S bzw. in Richtung der Öffnungsmittelnachse O ein in Fig. 5 anhand des Öffnungsdurchmessers veranschaulichter Strömungsquerschnitt D in der Strömungsrichtung S abnimmt und mit dem Querschnittsänderungsprofil eine jeweilige Durchströmöffnung-Strömungsleitfläche 50 bereitstellt. Die im Bereich jeder Durchströmöffnung 44 gebildete Durchströmöffnung-Strömungsleitfläche 50 schließt im dargestellten Beispiel im Wesentlichen ohne kantenartigen oder stufenartigen Übergang an eine eine Innenoberfläche 52 des Abgasführungsrohrs 32 bereitstellende stromaufwärtige Seite 54 der Wand 40 an und stellt ein grundsätzlich abgerundetes, kantenfreies Querschnittsänderungsprofil bereit.

**[0026]** Im Bereich vorzugsweise jeder Durchströmöffnung 44 ist ein über eine eine Außenumfangsfläche 56 bereitstellende stromabwärtige Seite 58 der Wand 40 des Abgasführungsrohrs 32 in Richtung stromabwärts hervorstehender Durchströmansatz 60 ausgebildet. Ist das Abgasführungsrohr 32 als Metallbauteil beispielsweise mit Blechmaterial aufgebaut, können im Bereich der Durchströmöffnungen 44 die Durchströmansätze 60 als Durchzüge durch Einsatz entsprechender Formgebungswerkzeuge beim Umformen eines Metallrohrlings gebildet werden. Wird das Abgasführungsrohr 32 als Kunststoffformteil, beispielsweise in einem Druckgussvorgang oder einem Tiefziehvorgang, hergestellt, können durch Einsatz entsprechender Formen die Durchströmansätze 60 an das Abgasführungsrohr 32 beim Druckgussvorgang angeformt werden.

**[0027]** Durch das Bereitstellen der Durchströmansätze 60 werden die Durchströmöffnungen 44 mit zwei in der Strömungsrichtung S aufeinanderfolgenden Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereichen  $L_1$ ,  $L_2$  gebildet. Der erste Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich  $L_1$  entspricht im Wesentlichen demjenigen Erstreckungsabschnitt einer jeweiligen Durchströmöffnung 44, welcher der Wanddicke W der Wand 40 des Abgasführungsrohrs 32 entspricht. Der in der Strömungsrichtung S dann anschließende zweite Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich  $L_2$  entspricht demjenigen Erstreckungsabschnitt, in welchem ein jeweiliger Durchströmansatz 60 nach außen über die stromabwärtige Seite 58 der Wand 40 hervorsteht.

**[0028]** Im dargestellten Ausgestaltungsbeispiel, bei

welchem eine jeweilige Durchströmöffnung-Strömungsleitfläche 50 in der Strömungsrichtung S abgerundet ist und somit der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt D, also beispielsweise der Durchmesser bei kreisrunder Ausgestaltung der Durchströmöffnungen 44, in der Strömungsrichtung S, also im Wesentlichen in Richtung der Öffnungsmittelnachse O, degressiv abnimmt, ändert sich der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt D im ersten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich  $L_1$  stärker als im zweiten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich  $L_2$ . Da der Durchströmöffnung-Öffnungsquerschnitt D sich über den gesamten Erstreckungsbereich einer jeweiligen Durchströmöffnung 44 in der Strömungsrichtung S ändert, also abnimmt, kann durch das Vorsehen der Durchströmansätze 60 und der damit im Vergleich zur Wanddicke W größeren Erstreckungslänge einer jeweiligen Durchströmöffnung 44 in der Strömungsrichtung S ein vergleichsweise großer Krümmungsradius für die Durchströmöffnung-Strömungsleitfläche 50 vorgesehen werden, so dass das das Volumen 48 durchströmende und näherungsweise in der Strömungsrichtung S durch die Durchströmöffnungen 44 bezüglich der Rohrlängsachse R des Abgasführungsrohrs 32 nach radial außen strömende Abgas A vergleichsweise sanft und ohne das Entstehen wesentlicher Verwirbelungen in die Durchströmöffnungen 44 hineingeleitet wird. Somit kann beim Durchtritt von Abgas A durch die Perforation 42 ein im Vergleich zu einem beispielsweise scharfkantigen Übergang von der stromaufwärtigen Seite 54 zu den Durchströmöffnungen 44 deutlich geminderter Strömungswiderstand erreicht werden, und die Gefahr, dass durch Verwirbelung in diesem Übergangsbereich Geräusche entstehen, kann deutlich gemindert werden.

**[0029]** In Fig. 5 ist anhand einer Tangentenlinie T zu erkennen, dass aufgrund des Vorsehens der Durchströmansätze 60 in Zuordnung zu den Durchströmöffnungen 44 der Perforation 42 die in der Strömungsrichtung S bzw. in Richtung der Öffnungsmittelnachse O einer jeweiligen Durchströmöffnung 44 sich gekrümmt erstreckenden Durchströmöffnung-Strömungsleitfläche 50 im Bereich eines Austrittsendes 46 einer jeweiligen Durchströmöffnung 44 zur Öffnungsmittelnachse O nahezu parallel ist bzw. unter einem vergleichsweise geringen Winkel im Bereich von  $5^\circ$ - $15^\circ$  geneigt ist. Dies unterstützt die Verringerung von Verwirbelungen im Abgasstrom insbesondere im Bereich der Austrittsenden 46 der Durchströmöffnungen 44.

**[0030]** Eine alternative Ausgestaltungsform einer Schalldämpferkomponente 30 ist in Fig. 6 beispielsweise anhand einer alternativen Ausgestaltungsform des Abgasführungsrohrs 32 veranschaulicht. An der Wand 40 des Abgasführungsrohrs 32 sind in dieser Ausgestaltungsform keine über die stromabwärtige Seite 58 hervorstehenden Durchströmansätze vorgesehen. Dies bedeutet, dass die Erstreckungslänge der Durchströmöffnungen 44 in der Strömungsrichtung S im Wesentlichen der der Wanddicke W der Wand 40 entsprechenden Er-

streckungslänge der ersten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereiche  $L_1$  entspricht. Auch bei derartiger Ausgestaltung können die Durchströmöffnungen 44 mit in der Strömungsrichtung S abnehmendem Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt D und den beispielsweise abgerundet ausgebildeten Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen 50 bereitgestellt werden. Deutlich zu erkennen ist im Vergleich der Fig. 5 und 6, dass bei im Wesentlichen gleichem Verlauf, also Querschnittsänderungsprofil, der Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen 50 im ersten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich  $L_1$  die Tangentenlinie T am Austrittsende 46 einer jeweiligen Durchströmöffnung 44 bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 6 bezüglich der Öffnungsmittelnachse O stärker angewinkelt ist, als bei der die Durchströmansätze 60 bei den Durchströmöffnungen 44 aufweisenden Ausgestaltung der Fig. 5.

**[0031]** Die in Fig. 6 dargestellte Variante einer Schalldämpferkomponente 30 kann besonders vorteilhaft dann vorgesehen werden, wenn diese als Kunststoffformteil, beispielsweise in einem Druckgussvorgang, hergestellt wird, bei welchem die Durchströmöffnungen 44 und die diese umgrenzenden Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen 50 durch entsprechende Formgebung der Formteile einer Gussform erzeugt werden.

**[0032]** Es ist darauf hinzuweisen, dass die Prinzipien der vorliegenden Erfindung auch Anwendung finden können, wenn die Durchströmöffnungen 44 grundsätzlich mit anderer Struktur bereitgestellt sind. Beispielsweise könnten diese als von dem Abgas A durchströmte und von jeweiligen Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen 50 umgrenzte langlochartige Öffnungen ausgebildet sein. Auch kann vorgesehen sein, dass sich der Krümmungsradius der Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen 50 ändert. Beispielsweise könnte dieser Krümmungsradius im Angrenzungsbereich an die stromaufwärtige Seite 54 größer sein, als in dem an die stromabwärtige Seite 58 angrenzenden Bereich bzw. den in einem jeweiligen Durchströmansatz 60 gebildeten zweiten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereichen  $L_2$ .

**[0033]** Auch ist darauf hinzuweisen, dass, je nach Strömungsrichtung, bei rohrartiger Ausgestaltung einer Schalldämpferkomponente die Durchströmöffnungen auch dazu vorgesehen sein können, Abgas in das von einer Wand der rohrartigen Abgasführungskomponente umgrenzte Volumen einzuleiten. In diesem Falle bildet die stromaufwärtige Seite der Wand einer derartigen rohrartigen Schalldämpferkomponente die Außenumfangsfläche, während die stromabwärtige Seite die Innenumfangsfläche bereitstellt und beispielsweise Durchströmansätze dann nach radial innen hervorstehend ausgebildet sind. Auch ist darauf hinzuweisen, dass die Durchströmöffnungen einer derartigen Perforation in einem anderen Muster angeordnet sein können, als in den Figuren dargestellt, und dass nicht alle Öffnungen einer derartigen Perforation gleich groß sein müssen. Entsprechend können auch beispielsweise in Zuordnung zu mit verschiedenen großen Querschnitten ausgebildeten

Durchströmöffnungen einer derartigen Perforation vorgesehene Durchströmansätze verschiedene Erstreckungslängen in der Strömungsrichtung aufweisen. Beispielsweise können in Zuordnung zu größer dimensionierten Durchströmöffnungen die Durchströmansätze eine größere Erstreckungslänge aufweisen, als in Zuordnung zu kleiner dimensionierten Durchströmöffnungen.

**[0034]** Bei einer weiteren alternativen Ausgestaltungsform könnte der abnehmende Strömungsquerschnitt auch dadurch erreicht werden, dass die Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen mit im Wesentlichen kegelförmiger Struktur oder mehreren in der Strömungsrichtung aufeinanderfolgenden Abschnitten mit im Wesentlichen kegelförmiger Struktur ausgebildet werden, um auch dadurch eine degressive Abnahme des Strömungsquerschnitts der Durchströmöffnungen in der Strömungsrichtung zu erlangen. Aufgrund der im Bereich von kantenartigen Übergängen unvermeidbar entstehenden Verwirbelungen ist jedoch die in den Figuren dargestellte abgerundete Struktur der Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen in der Strömungsrichtung bevorzugt.

#### Patentansprüche

1. Schalldämpfer für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, umfassend wenigstens eine Schalldämpferkomponente (30) mit einer Mehrzahl von Durchströmöffnungen (44) umfassenden Perforation (42) in einer Wand (40) der Schalldämpferkomponente (30), wobei die Durchströmöffnungen (44) in Richtung von einer stromaufwärtigen Seite (54) der Wand (40) zu einer stromabwärtigen Seite (58) der Wand (40) in einer Strömungsrichtung (S) durchströmbar sind, wobei wenigstens bei einem Teil der Durchströmöffnungen (44), vorzugsweise allen Durchströmöffnungen (44), der Perforation (42) zum Bereitstellen einer Durchströmöffnung-Strömungsleitfläche (50) ein Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt (D) in der Strömungsrichtung (S) abnimmt.
2. Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt (D) in der Strömungsrichtung (S) degressiv abnimmt.
3. Schalldämpfer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt (D) mit einem abgerundeten Querschnittsänderungsprofil (D) abnimmt, oder/und dass der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt mit einem im Wesentlichen kantenfreien Querschnittsänderungsprofil abnimmt.
4. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchströmöff-

nung-Strömungsleitfläche (50) im Wesentlichen kantenfrei an die stromaufwärtige Seite (54) der Wand (40) anschließt.

5. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt (D) in einem einer Wanddicke (W) der Wand (40) zwischen der stromaufwärtigen Seite (54) der Wand (40) und der stromabwärtigen Seite (58) der Wand (40) entsprechenden ersten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich ( $L_1$ ) abnimmt.
6. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1-5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Zuordnung zu wenigstens einem Teil der Durchströmöffnungen (44), vorzugsweise allen Durchströmöffnungen (44), ein über die stromabwärtige Seite (58) der Wand (40) in Richtung stromabwärts vorstehender, eine jeweilige Durchströmöffnung (44) in einem zweiten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich ( $L_2$ ) ringartig umgebender Durchströmansatz (60) vorgesehen ist.
7. Schalldämpfer nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei wenigstens einem Teil der Durchströmansätze (60), vorzugsweise allen Durchströmansätzen (60), der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt (D) jeder von einem der Durchströmansätze (60) umgebenen Durchströmöffnung (44) in dem zweiten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich ( $L_2$ ) abnimmt.
8. Schalldämpfer nach Anspruch 5 und Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchströmöffnung-Strömungsquerschnitt (D) im ersten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich ( $L_1$ ) stärker abnimmt als im zweiten Durchströmöffnung-Öffnungslängenbereich ( $L_2$ ).
9. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1-8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Neigungswinkel der Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen (50) bezüglich einer Öffnungsmittelnachse (O) im Bereich eines Austrittsendes (46) einer jeweiligen Durchströmöffnung (44) im Bereich von  $5^\circ$  bis  $15^\circ$  liegt.
10. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Schalldämpferkomponente (30) als Abgasführungsrohr (32, 34) ausgebildet ist, oder/und dass die wenigstens eine Schalldämpferkomponente (30) als zwei Schalldämpferkammern (26, 28) voneinander trennende Trennwand (22) ausgebildet ist.
11. Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine, umfassend wenigstens einen Schalldämpfer (10) nach einem der Ansprüche 1-10.

12. Verfahren zur Herstellung eines Schalldämpfers (10) nach einem der Ansprüche 1-10, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die wenigstens eine Schalldämpferkomponente (30) mit Metallmaterial aufgebaut ist, und dass zum Bereitstellen der Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen (50) Durchzüge in der Wand (40) der Schalldämpferkomponente (30) gebildet werden, 5  
10  
oder
- **dass** die wenigstens eine Schalldämpferkomponente (30) als Kunststoffformteil ausgebildet ist, und dass die Durchströmöffnung-Strömungsleitflächen (50) an die Wand der Schalldämpferkomponente (30) angeformt werden. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

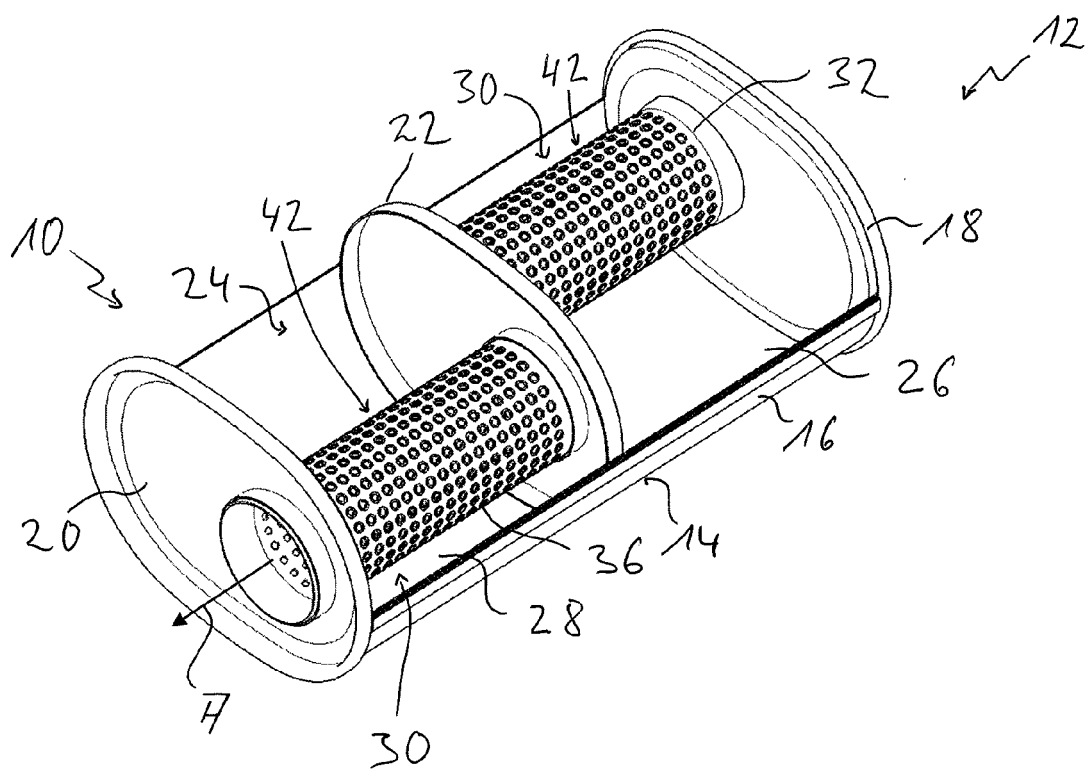


Fig. 1

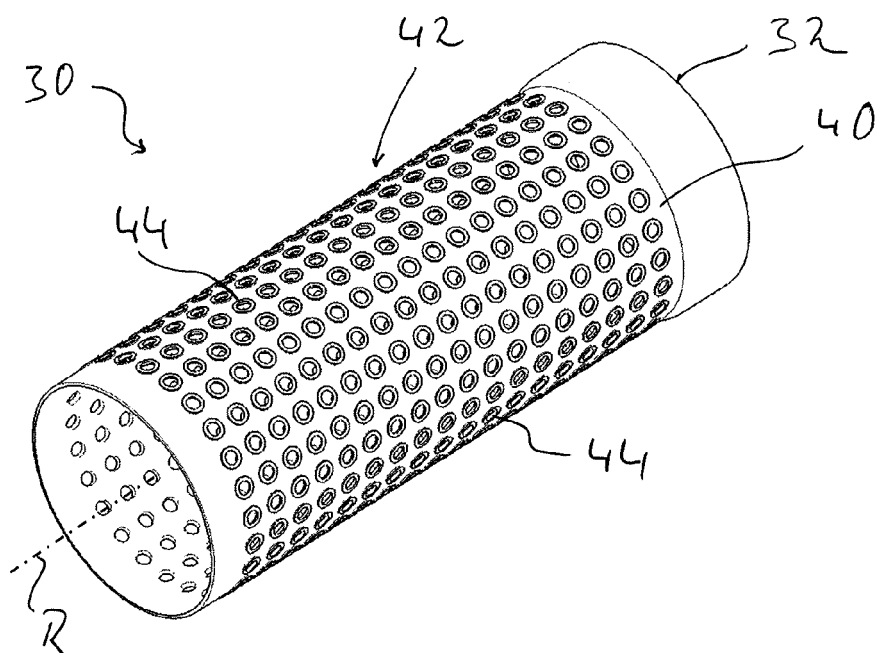


Fig. 2



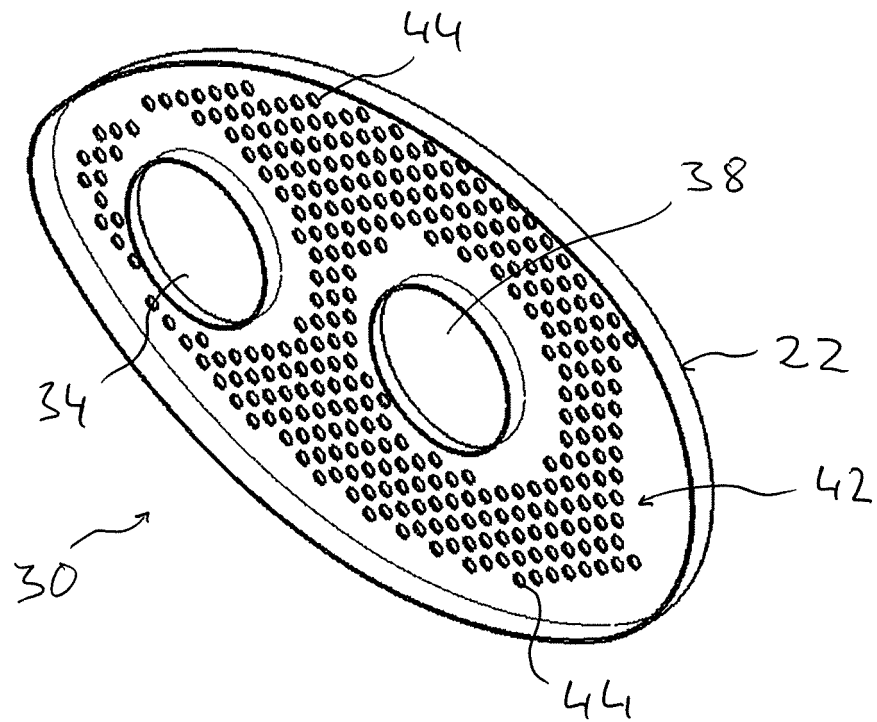


Fig. 3

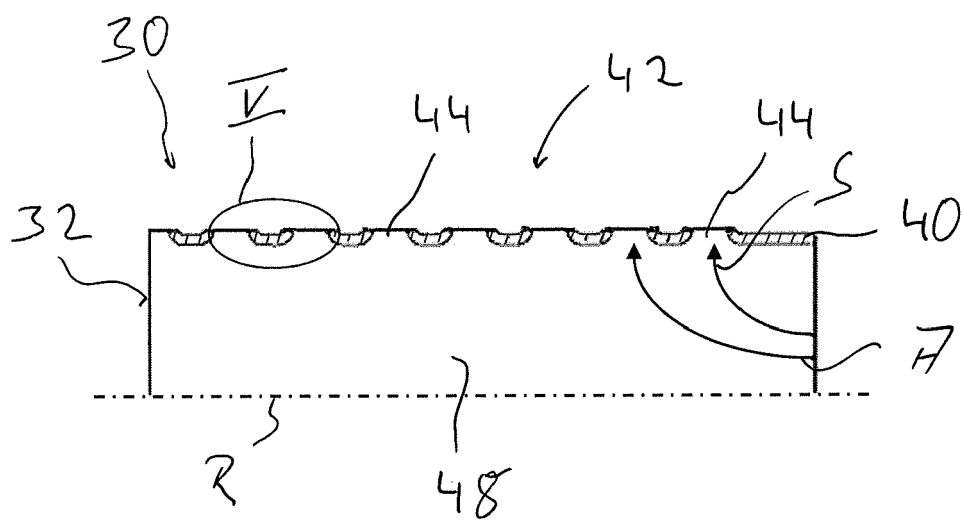


Fig. 4

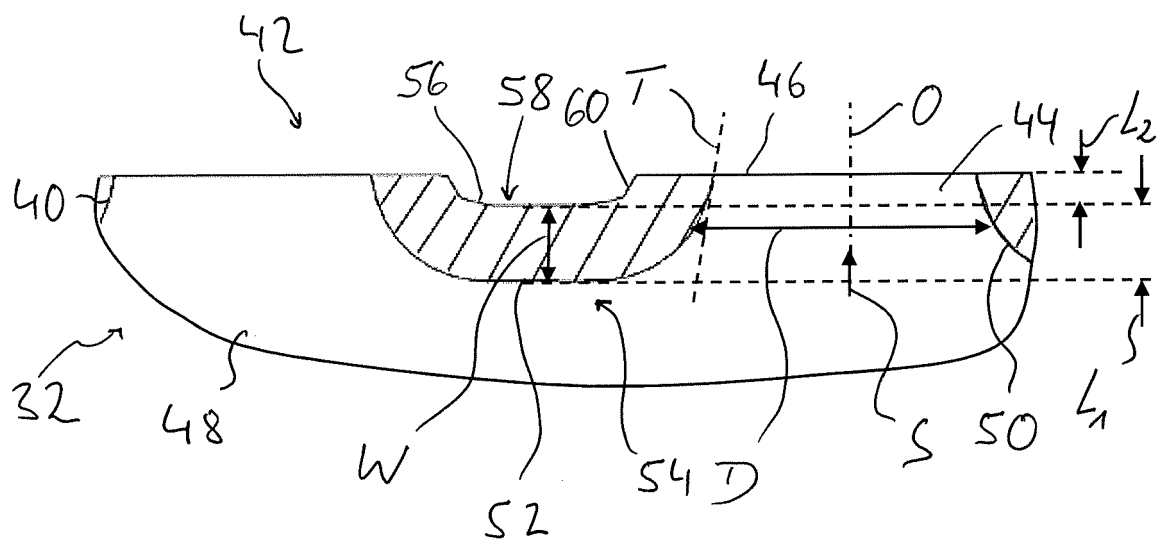


Fig. 5

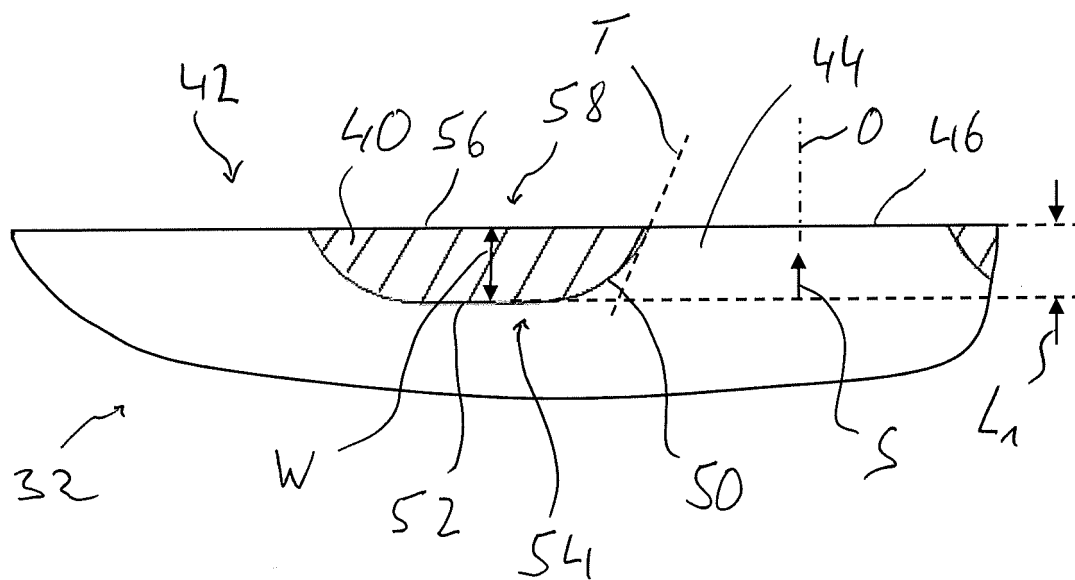


Fig. 6



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 17 2177

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 196 39 079 A1 (GILLET HEINRICH GMBH [DE]) 26. März 1998 (1998-03-26) * Spalte 2, Zeile 55 - Zeile 61; Abbildungen 1, 6, 7 *	1-8, 10-12	INV. F01N1/08
X	US 2009/045006 A1 (KONDO TOSHIYUKI [JP] ET AL) 19. Februar 2009 (2009-02-19) * Absatz [0072] - Absatz [0074]; Abbildungen 1, 3 *	1, 2, 5, 9, 10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>6. Oktober 2023</b>	Prüfer <b>Zebst, Marc</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 : nichtschriftliche 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	

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

EP 23 17 2177

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-10-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>DE 19639079 A1</b>	<b>26-03-1998</b>	<b>KEINE</b>	
<b>US 2009045006 A1</b>	<b>19-02-2009</b>	<b>CN 101171406 A</b>	<b>30-04-2008</b>
		<b>DE 112006001389 T5</b>	<b>10-04-2008</b>
		<b>JP 2007005178 A</b>	<b>11-01-2007</b>
		<b>US 2009045006 A1</b>	<b>19-02-2009</b>
		<b>WO 2006137570 A1</b>	<b>28-12-2006</b>

EPO FORM P0461

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