

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 507 116 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92104122.4**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F01N 3/02**

(22) Anmeldetag: **11.03.92**

(30) Priorität: **05.04.91 DE 4111029**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**07.10.92 Patentblatt 92/41**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE ES FR GB IT NL SE**

(71) Anmelder: **Firma J. Eberspächer**  
**Eberspächer Strasse 24**

**W-7300 Esslingen/N.(DE)**

(72) Erfinder: **Pfister, Wolfgang, Dipl.-Ing.**  
**Wittumhalde 2**

**W-7300 Esslingen(DE)**

Erfinder: **Langen, Herbert, Dipl.-Ing.**

**Eichendorffweg 1**

**W-7305 Altbach(DE)**

(54) **Durch Freibrennen regenerierbarer Partikelfilter für die Abgase von Brennkraftmaschinen.**

(57) Es wird ein durch Freibrennen regenerierbarer Partikelfilter für die Abgase von Brennkraftmaschinen aufgezeigt, bei dem die Filterkerzen 12 aus einem Tragrohr 16 mit einer Belegung von Filtermaterial 20 bestehen. Die Tragrohre 16 sind konisch ausgebildet. Die Belegung mit Filtermaterial 20 erfolgt vor-

zugsweise derart, daß die Filterkerze 12 Zylinderform aufweist, d.h. eintrittsseitig erfolgt eine stärkere Belegung mit Filtermaterial 20 als austrittsseitig. Aber auch eine Belegung gleicher Stärke mit Filtermaterial 20 über der gesamten Länge des konischen Teiles der Filterkerze 12 wird aufgezeigt.

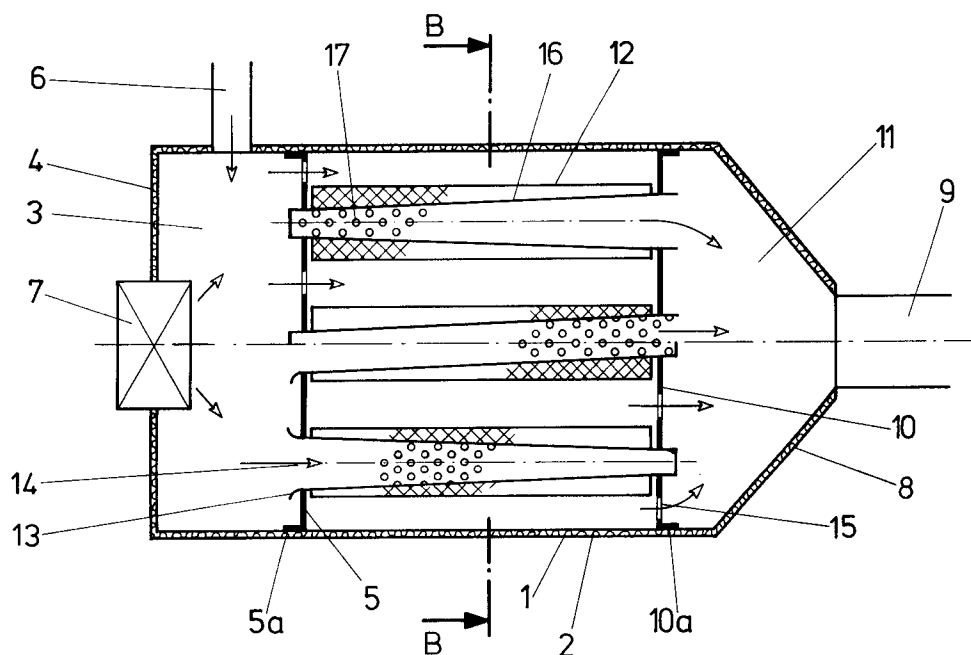


Fig. 1

EP 0 507 116 A2

Die Erfindung betrifft einen Partikelfilter für die Reinigung des Abgases von Brennkraftmaschinen mit Filterkerzen, die in einem mit einer Eintrittskammer und einem Austrittstrichter versehenen Gehäuse zwischen Halteplatten angeordnet sind und aus einem mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenen, mit Filtermaterial belegten Tragrohr gebildet sind und denen aus einer Wärmequelle zusätzlich Wärme für die Regeneration durch Freibrennen zugeführt wird.

Derartige Partikelfilter werden für die Reinigung von Abgasen aus Brennkraftmaschinen, insbesondere bei Fahrzeugen, die mit Dieseldieselkraftstoff betrieben werden, benötigt, um die Rußpartikel, die gesundheitsschädlich sind und eine hohe und gefährliche Umweltbelastung darstellen, herauszufiltern. Von diesen Partikelfiltern sind die, fälschlich oft ebenfalls als Filter bezeichneten Rußabscheider zu unterscheiden, bei denen bei der Verwendung in Abgasanlagen von Fahrzeugen der Ruß beim Durchströmen eines Gehäuses, z.B. durch Umlenken und Führung durch einen filterartigen Belag aus dem Abgasstrom getrennt und anschließend in einem Sammelraum gesammelt wird. Diese Rußabscheider verlangen eine periodische Leerung des Sammelraumes und sind daher für einen kontinuierlichen Betrieb, z.B. bei Nutzfahrzeugen, ungeeignet. Einen solchen Rußabscheider zeigt z.B. das DE-GM 86 00 167. Für den Fahrbetrieb geeignete Partikelfilter sind in mehreren Ausführungen bekannt. Bei der einen Ausführung erfolgt die Filtrierung des Abgases beim Durchströmen eines Keramikblockes (Monolithen), der eine Vielzahl von Durchgangskanälen aufweist, von denen schachbrettartig jeweils ein Kanal eintrittsseitig und ein Kanal austrittsseitig verschlossen ist, so daß das Abgas in den einen Kanal einströmt, sodann durch den als Filter wirkenden umgebenden Monolithabschnitt in den benachbarten Kanal einströmt und diesen, von Rußpartikel befreit, verläßt. Einen solchen Rußfilter beschreibt z.B. die DE-OS 32 17 357.

Eine andere Ausführungsart verwendet zur Partikelfiltrierung Filterkerzen. Diese Filterkerzen sind vorzugsweise als Wickelfilter ausgebildet. Dabei wird ein mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenes Tragrohr mehrlagig mit Filtermaterialfäden umwickelt, so daß ein mit einer Textilgarnspule vergleichbares Element entsteht. Eine derartige Anordnung zeigt z.B. die DE-OS 38 15 148 mit besonderer Darstellung der Lagerung der Filterkerzen in Halteplatten. Die Filterkerzen können auch durch einen Schlauchüberzug aus Filtermaterial über ein Tragrohr entsprechend der DE-OS 38 23 205 gebildet sein. Die Filterkerzen werden von außen nach innen durchströmt, das zu reinigende Abgas tritt durch das Filtermaterial in die Tragrohre, die eintrittsseitig verschlossen sind ein, die Rußpartikel

werden beim Durchströmen des gewickelten Filtermaterials zurückgehalten und das gereinigte Abgas strömt durch die Tragrohre in den Austrittstrichter und wird von dort abgeführt. Die Filterkerzen sind dabei von einheitlicher Bauform. Anstelle der mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenen eintrittsseitigen Halteplatte kann auch ein Haltegitter angeordnet sein.

Während des Betriebes der Brennkraftmaschine erfolgt beim Durchströmen des Partikelfilters eine Aufrauung, d.h. das Filtermaterial setzt sich zunehmend mit Rußpartikel zu, und der Ruß muß nach einer relativ geringen Betriebsdauer entfernt werden. Eine mechanische Entfernung scheidet praktisch aus, da hierzu der gesamte Filter ausgebaut und der Ruß entsorgt werden müßte. Man ist daher auf ein Freibrennen des angereicherten Rußes angewiesen. Hierzu werden bei einem praktisierten Verfahren dem Abgas aus einem Vorratsbehälter Oxidationsmittel als Additive zugesetzt, so daß der gesammelte Ruß mit diesen die Rußzündtemperatur herabsetzenden und die Verbrennungsgeschwindigkeit erhöhenden Mitteln in Kontakt kommt und bei relativ niedrigen Abgastemperaturen abgebrannt werden kann. Diese Art des Freibrennens des angesammelten Rußes hat jedoch den Nachteil, daß die Additive chemische Verbindungen sind, die leicht entflammbar sind und das Abgas mit unerwünschten Bestandteilen anreichert, deren Umweltverträglichkeit noch nicht erwiesen ist. Man hat daher bereits versucht, einen Dieselmotor als externe Wärmequelle anzuschließen, konnte mit der bekannten Anordnung aber nicht im Fahrbetrieb des Fahrzeuges die Filter regenerieren. Daher ist man bei dieser Lösung auf sehr große Filter angewiesen, um eine Speicherkapazität zu erhalten, die einen längeren Fahrbetrieb zwischen den Regenerationsphasen zuläßt. Diese Ruhepausenregeneration ist bei Fahrzeugen möglich, die im Intervallbetrieb arbeiten, z.B. Busse im innerstädtischen Betrieb. Für andere Fahrzeuge muß die Regeneration während des Fahrbetriebes erfolgen. Hierfür hat man z.B. zwei Filter parallel zueinander angeordnet und regeneriert jeweils einen der beiden Filter.

Bei Anordnungen nur eines Partikelfilters mit mehreren Filterkerzen ist es auch bekannt, zur "Fahrregeneration", sobald sich eine höhere Beladung mit Rußpartikel z.B. über den Abgasgegenstand feststellen läßt, eine externe Wärmequelle zuzuschalten, die das zu reinigende Abgas soweit erhitzt ( $> 600^{\circ}\text{C}$ ), daß der Freibrennvorgang erfolgen kann. Dabei hat sich jedoch gezeigt, daß vor allem bei Lastzuständen mit geringem Abgasmassestrom während der Regeneration die Filterkerzen nicht auf ihrer gesamten Länge freigebrannt werden. Ursache hierfür ist, daß bereits ein Freibrennen der etwa vorderen Hälfte der Filterkerzen

für einen ausreichend niedrigen Strömungswiderstand sorgt und damit der hintere Teil bzw. die äußersten Filterkerzen nicht genügend durchströmt werden. Aus dieser unvollkommenen Regeneration ergeben sich immer kürzere Wiederauflußzeiten, die im ungünstigsten Fall zum Ausfall des Filters führen können. Versuche haben gezeigt, daß die Auflußzeit von z.B. 135 Minuten bei Erstaufußung auf 15 bis 20 Minuten zurückging.

Um bei der Freibrennregenerierung eine wesentliche Verbesserung zu erzielen, hat man gemäß der DE 40 04 861 A1 bereits eine Verbesserung des Freibrennens dadurch erreicht, daß in dem Raum zwischen den Filterkerzen sogenannte Überströmhöhlen angeordnet sind, über die das zu reinigende Abgas den Filterkerzen derart zugeführt wird, daß eine gleichmäßige Beaufschlagung über die gesamte Länge der Filterkerzen erreicht wird.

Es ist ferner aus der DE 38 36 697 A1 bereits eine gattungsgemäße Einrichtung bekannt, bei welcher die Halteplatten samt den Filterkerzen eine drehbewegliche Trommel bilden, so daß immer ein Segment dieser Trommel in einen Bereich geführt werden kann, in dem das Freibrennen erfolgt. Eine derartige Einrichtung ist sehr aufwendig, insbesondere hinsichtlich der Lagerung der drehbeweglichen Trommel und der Abdichtung gegen Umströmen durch ungereinigtes Abgas. Diese Probleme werden in dieser Druckschrift gelöst. Für den Serieneinbau sind solche Einrichtungen mit segmentweisem Freibrennen jedoch nicht geeignet.

Es ist ferner nach der nicht vorveröffentlichten Patentanmeldung P 40 26 275.4 ein gattungsgemäßes Partikelfilter bekannt, bei welchem über den Querschnitt des Gehäuses äquidistant verteilt Filterkerzen unterschiedlicher aktiver Länge angeordnet sind. Dabei ist unter "aktiver Länge" der mit Filtermaterial belegte Abschnitt der Filterkerze verstanden. Eine unterschiedliche aktive Länge kann dadurch gebildet werden, daß die Filtermaterialbelegung über die Länge der Filterkerze unterschiedlich ist, z.B. in Strömungsrichtung gesehen vorne stärker ist als im folgenden Bereich. Diese unterschiedlich starke Belegung kann bei den einzelnen Filterkerzen verschieden sein, so kann im Randbereich des Filters eine andere Belegung gewählt werden als im zentralen (Mitten-) Bereich. Die Stärke der Belegung kann dabei entsprechend des Strömungsprofils des zu reinigenden Abgases gewählt werden. Diese Anordnung verlangt für jedes Filter unterschiedlich belegte Filterkerzen, was zu einem großen Lagerbedarf an Filterkerzen führt.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Partikelfilter aufzuzeigen, der eine Regeneration während des Fahrbetriebes ermöglicht und bei dem ein hoher Freibrenngrad über die gesamte beaufschlagte Filterlänge bei identischen Filterkerzen

über den gesamten Querschnitt des Filters erzielt wird, so daß die Wiederauflußzeit etwa konstant ist und der Erstaufußungszeit entspricht.

Die Lösung dieser Aufgabe ist ein gattungsgemäßes Partikelfilter, bei dem sich das Tragrohr von einem geringeren Durchmesser auf einen größeren Durchmesser erweitert. Dabei dienen zylindrische Stutzen an den Tragrohren der Befestigung in Halteplatten. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, daß der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Tragrohrmantels 2 bis 10° beträgt, als besonders vorteilhaft erwies sich ein Öffnungswinkel von 3 - 5°. Der Übergang von dem eintrittsseitigen geringeren Durchmesser auf den austrittsseitig größeren Durchmesser erfolgt in besonders vorteilhafter Weise stetig, er kann jedoch auch in einzelnen Stufen erfolgen. In dieser Ausführung ist der Innendurchmesser jeder folgenden Stufe gleich dem Außendurchmesser der jeweils vorangegangenen Stufe. Das hat den Vorteil, daß insbesondere bei nicht zu großen Durchmesserunterschieden der Zusammenbau aus einzelnen zylindrischen, leicht herstellbaren Abschnitten erfolgen kann, wobei die einzelnen Rohre lagerhaltig sein können. In diese einzelnen Rohre sind außerdem die Abgasdurchtrittsöffnungen (rund oder als Schlitz) leicht einbringbar. Für die Bildung der aus Tragrohr mit Filtermaterialbelegung gebildeten Filterkerzen hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, daß die Belegung des mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenen Tragrohres mit Filtermaterial derart erfolgt, daß die aus dem Tragrohr und dem Filtermaterial gebildete Filterkerze Zylinderform aufweist. Diese Ausführung hat wesentliche Vorteile gegenüber einer einfacheren Ausführung, bei welcher die Belegung des Tragrohres mit Filtermaterial zu einer Schicht gleicher Dicke erfolgt. Um eine Durchströmung der Filterkerzen von außen nach innen zu erzielen, sind die Tragrohre einseitig verschlossen. Die Zuströmung des zu reinigenden Abgases erfolgt dann in bekannter Weise durch Abgasdurchtrittsöffnungen in der eintrittsseitigen Halteplatte. Bei dieser Anordnung ist die Filterkerze eintrittsseitig verschlossen und die austrittsseitige Halteplatte ohne Abgasdurchtrittsöffnungen. Bei einer erwünschten entgegengesetzten Strömung des Abgases von innen nach außen ist die Filterkerze eintrittsseitig offen und austrittsseitig geschlossen und die eintrittsseitige Halteplatte ist eine geschlossene Platte während die austrittsseitige Halteplatte Abgasdurchtrittsöffnungen aufweist. In diesem Fall ist die Filterkerze umgekehrt eingesetzt, d.h. mit dem größeren Durchmesser eintrittsseitig.

Durch die erfindungsgemäße konische Gestaltung der Tragrohre, insbesondere mit einer kompensierenden Filtermaterialbelegung nach Anspruch 5 wird ein Partikelfilter erreicht, bei welchem im unbeladenen Filterzustand der Strömungswiderstand der Filterkerzen im in Durchströ-

mungsrichtung des Filters hinteren, austrittsseitigen Bereich geringer ist als im vorderen, eintrittsseitigen Bereich. Daraus ergibt sich, daß ein größerer Abgasmassenstrom im hinteren, austrittsseitigen Filterbereich durchgesetzt wird, und zwar solange, bis sich durch die Rußbeladung ein Gleichgewicht eingestellt hat. Bei der Regeneration durch die extern, z.B. durch einen angeschlossenen Brenner zugeführte Wärme, wird nun zunächst ebenfalls der eintrittsseitige, vordere Bereich aufgeheizt und regeneriert. Aufgrund des ungleichen Strömungswiderstandes längs des Filters wird der austrittsseitige, hintere Filterbereich stärker vom heißen Abgas durchströmt und daher ebenfalls vollständig regeneriert. Bei der Auslegung des erfindungsgemäßen konischen Tragrohres wird berücksichtigt, daß längs der Filterkerze der Abgasvolumenstrom zunimmt.

In den Figuren 1 bis 3 ist ein Ausführungsbeispiel vereinfacht und schematisch dargestellt. An diesem Beispiel wird die Anordnung nachfolgend beschrieben, einschließlich von Weiterführungen. Es zeigt:

- Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Partikelfilter mit in der oberen und der unteren Hälfte unterschiedlichen Möglichkeiten der Abgasführung,
- Fig. 2 einen Querschnitt an der mit B-B bezeichneten Stelle,
- Fig. 3 einen Längsschnitt einer Filterkerzenvarianten.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 sind die beiden Durchströmungsmöglichkeiten der Filterkerzen dargestellt. In der oberen Hälfte der Fig. 1 ist die Durchströmung von außen nach innen dargestellt, in der unteren Hälfte die Durchströmung von innen nach außen. Dabei stellt die in der oberen Hälfte dargestellte Ausführungsform eine bevorzugte Ausführung dar. In Fig. 1 ist ein Gehäuse 1 mit einer Wärmeisolierung 2 gezeigt. Die Wärmeisolierung 2 hat die Aufgabe eine Wärmeabstrahlung zu verhindern, um die Freibrenntemperatur bei möglichst geringer Fremdwärmezufuhr zu halten und die das Partikelfilter umgebenden Bauteile vor unnötiger Erhitzung zu schützen. Das Gehäuse 1 weist in Durchströmrichtung vorne (eintrittsseitig) eine als Mischkammer wirkende erste Kammer 3 auf, der von der Stirnseite 4 des Gehäuses 1 und einer eintrittsseitigen Halteplatte 5 gebildet ist und an der vorzugsweise radial oder tangential ein Abgaseintrittsstutzen 6 angeordnet ist. An der Stirnseite 4 ist ferner ein Anschluß 7 für einen erforderliche externe Wärmezufuhr vorgesehen. Dieser Anschluß 7 gilt stellvertretend auch für einen geeigneten, unmittelbar an die Stirnseite 4 angesetzten Brenner. Einen solchen geeigneten Brenner zeigt z.B. die DE 34 10 716 A1. Ein Beispiel einer externen Wärmezufuhr bei 7 zeigt

z.B. die DE 35 45 437 A1. Stromabseitig (austrittsseitig) weist das Gehäuse 1 einen konischen Teil 8 auf, an den sich ein Abgasaustrittsstutzen 9 anschließt. Stromabseitig ist in dem Gehäuse 1 eine austrittsseitige Halteplatte 10 angeordnet, so daß sich zwischen dieser austrittsseitigen Halteplatte 10 und dem konischen Teil 8 eine zweite Kammer 11 bildet. Sowohl die erste Kammer 3 als auch die zweite Kammer 11 kann durch nicht dargestellte - Zwischenböden mit Abgasdurchtrittsöffnungen unterteilt sein, was insbesondere bei der ersten Kammer 3 zweckmäßig sein kann, um eine vordere Mischkammer von einer folgenden Abgaszufuhr - oder Verteilungskammer abzutrennen.

Die eintrittsseitige Halteplatte 5 ist vorzugsweise fest in dem Gehäuse 1 angeordnet, z.B. durch einen angeformten Winkelring 5a, kann aber auch bei einem geteilten Gehäuse zwischen Flanschen des Gehäuses angeordnet sein. Die austrittsseitige Halteplatte 10 kann ebenfalls einen angeformten Winkelring 10a aufweisen. Um thermisch bedingte Längenänderungen aufnehmen zu können, ist in einer bevorzugten Ausführungsform die austrittsseitige Halteplatte 10 mit ihrem angeformten Winkelring 10a in einem Schiebesitz in dem Gehäuse 1 angeordnet. Sie kann aber auch fest angeordnet sein, wenn die einzelnen Filterkerzen 12 einseitig beweglich, z.B. in der austrittsseitigen Halteplatte 10 angeordnet sind.

Wie in der unteren Hälfte der Fig. 1 gezeigt, kann an den Abgaseintrittsöffnungen 14 der Halteplatte 5 jeweils eine Einlaßtulpe 13 angeordnet sein, an der austrittsseitigen Halteplatte 10 können strömungsleitende Elemente angeordnet sein (in Fig. 1 nicht dargestellt). Die austrittsseitige Halteplatte 10 weist ebenfalls Abgasdurchtrittsöffnungen 15 auf, aus denen das Abgas über die zweite Kammer 11 und den Abgasaustrittsstutzen 9 abgeführt wird.

Zwischen den Halteplatten 5, 10 sind die erfindungsgemäß ausgestalteten Filterkerzen 12 angeordnet. Diese sind aus einem Tragrohr 16 gebildet, das über seiner Länge Abgasdurchtrittsöffnungen 17 aufweist, die vorzugsweise rund sind, aber auch als Schlitze ausgebildet sein können. Das Tragrohr 16 ist konisch ausgebildet, es weist nach der oberen Hälfte der Fig. 1 eintrittsseitig einen geringeren Durchmesser auf als austrittsseitig. Eintrittsseitig kann ein zylindrischer Stutzen 18 und austrittsseitig ein zylindrischer Stutzen 19 angeformt sein. Mit diesen Stutzen 18/19 sind die Filterkerzen 12 in den Halteplatten 5, 10 gelagert und zumindest eintrittsseitig (18 in 5) befestigt, während die austrittsseitige Lagerung (19 in 10) als Schiebesitz ausgebildet sein kann. Das Tragrohr 16 ist in seinem konischen Bereich mit Filtermaterial 20 belegt. Die Belegung erfolgt derart, daß die Filterkerze 12 Zy-

linderform aufweist, d.h. eingangsseitig erfolgt eine stärkere Filtermaterialbelegung als austrittsseitig.

Es ist jedoch auch die Variante möglich und für geringere Durchsatzmengen von Abgas vorgesehen, daß das Tragrohr gleichmäßig mit Filtermaterial belegt wird. Diese Variante ist, obwohl in dem Patentanspruch 6 beansprucht, zeichnerisch nicht dargestellt. In einer erprobten Ausführung weist die Filterkerze 12 folgende Abmessungen auf: Durchmesser eintrittsseitig 15 mm, Durchmesser austrittsseitig 34 mm, Länge 300 mm, Durchmesser der Abgasdurchtrittsöffnungen im Tragrohr 3 mm, Außendurchmesser der Filtermaterialbelegung 48 mm.

Wie aus der Fig. 2 erkennbar, sind die Filterkerzen 12 äquidistant über dem Durchschnitt des Gehäuses 1 angeordnet.

Bei der Anordnung gemäß der oberen Hälfte in Fig. 1 sind die Tragrohre 16 eintrittsseitig verschlossen und austrittsseitig offen. Das zu reinigende Abgas wird über die Abgasdurchtrittsöffnungen 14 in der eintrittsseitigen Halteplatte 5 dem Raum zwischen den Filterkerzen 12 zugeführt und durchströmt diese Filterkerzen 12 von außen nach innen und verläßt die Filterkerzen 12 über deren offene Austrittsseite.

Bei der Anordnung gemäß der unteren Hälfte in Fig. 1 sind die Tragrohre 16 eintrittsseitig offen und austrittsseitig verschlossen und gegenüber der Darstellung in der oberen Hälfte um 180° versetzt, also "umgekehrt" angeordnet. Das zu reinigende Abgas tritt unmittelbar in die Filterkerzen 12 ein und durchströmt diese von innen nach außen und tritt über die Abgasdurchtrittsöffnungen 15 in die zweite Kammer 11 und wird von dort über den Abgasaustrittsstutzen 9 abgeführt.

## Patentansprüche

1. Partikelfilter für die Reinigung des Abgases von Brennkraftmaschinen mit Filterkerzen, die in einem mit einer Eintrittskammer und einem Austrittstrichter versehenen Gehäuse zwischen Halteplatten angeordnet sind und jeweils aus einem mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenen mit Filtermaterial belegten Tragrohr gebildet sind und denen aus einer Wärmequelle zusätzlich Wärme für die Regeneration durch Freibrennen zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das jeweilige Tragrohr (16) der Filterkerzen (12) sich von einem geringeren Durchmesser ( $D_E$ ) auf einen größeren Durchmesser ( $D_A$ ) erweitert.
2. Partikelfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Tragrohrmantels 2 - 10°, vorzugsweise 3 - 5°

beträgt.

3. Partikelfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang von dem eintrittsseitigen Durchmesser ( $D_E$ ) auf den austrittsseitigen Durchmesser ( $D_A$ ) stetig erfolgt.
4. Partikelfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang von dem eintrittsseitigen Durchmesser auf den austrittsseitigen Durchmesser ( $D_A$ ) in mehreren Stufen erfolgt, wobei der Innendurchmesser jeder folgenden Stufe gleich dem Außendurchmesser der vorangegangenen Stufe ist.
5. Partikelfilter nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Belegung des Tragrohres (16) mit Filtermaterial (20) derart erfolgt, daß die aus dem Tragrohr (16) und dem Filtermaterial (20) gebildete Filterkerze (12) Zylinderform aufweist.
6. Partikelfilter nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Belegung des Tragrohres (16) mit Filtermaterial (20) zu einer Schicht gleicher Dicke erfolgt.
7. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragrohre (16) eintrittsseitig verschlossen sind.

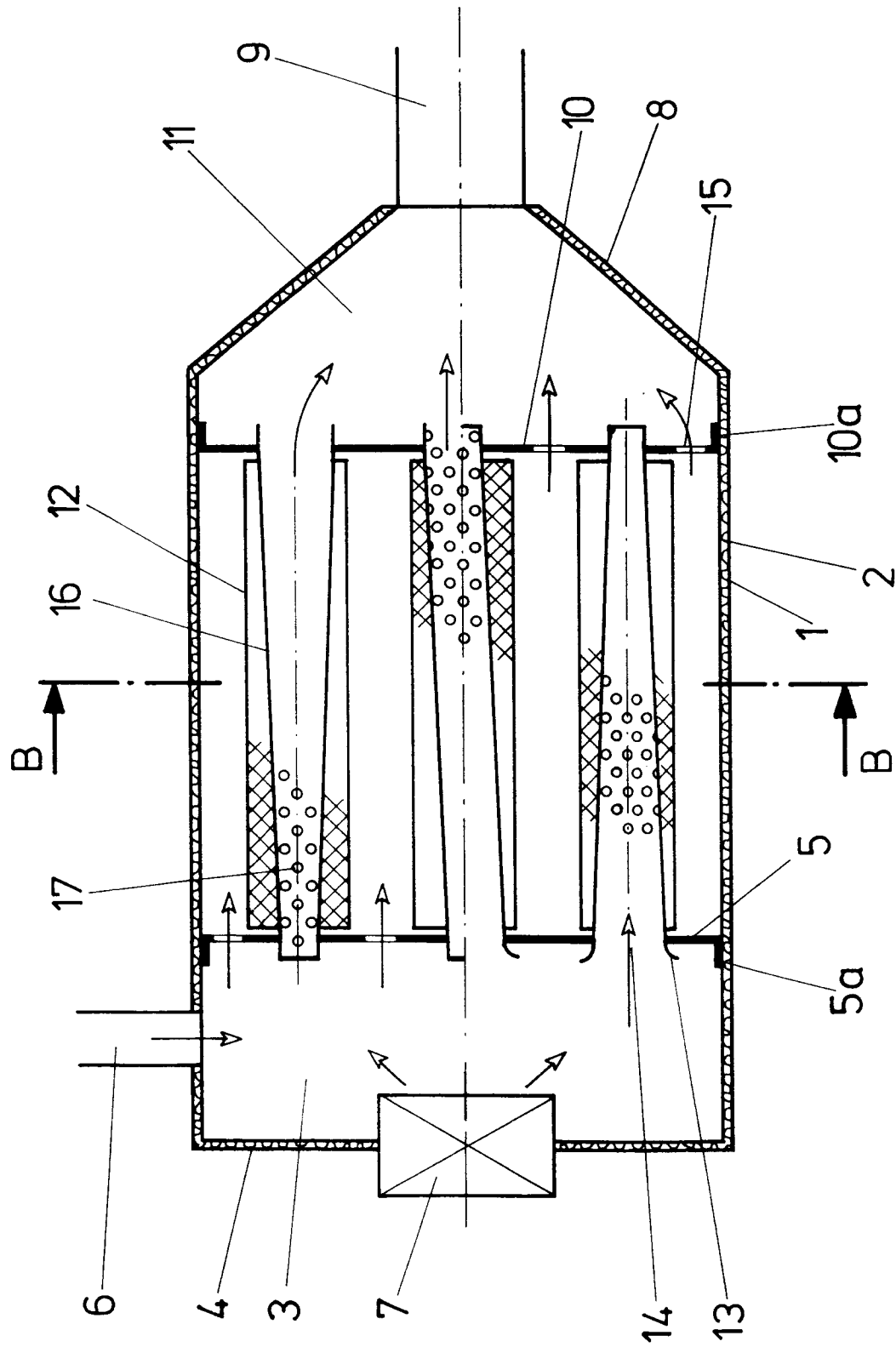
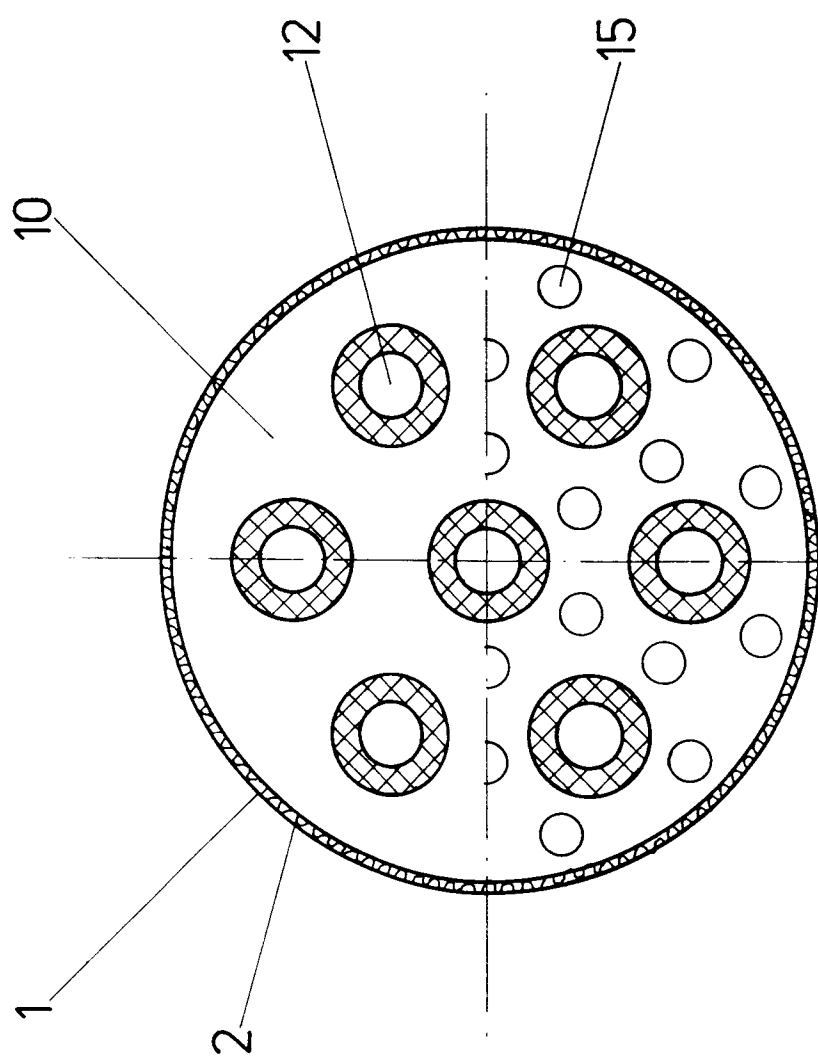


Fig. 1



Schnitt B-B Fig. 2

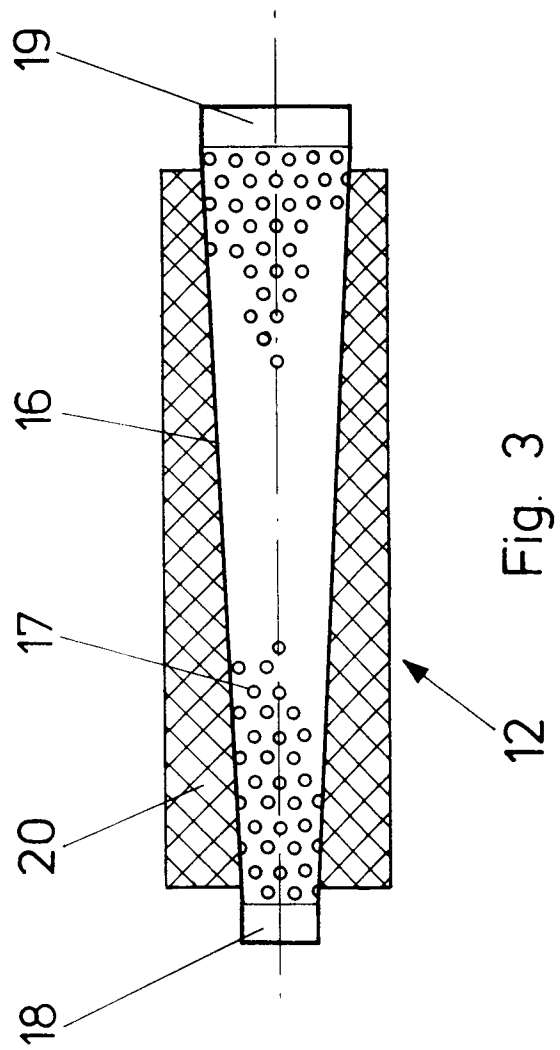


Fig. 3