



## (12) Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift

(97) EP 1 251 249 B2

(21) Deutsches Aktenzeichen: 602 12 245.7

(96) Europäisches Aktenzeichen: 02 008 253.3

(96) Europäischer Anmeldetag: 18.04.2002

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 23.10.2002

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 14.06.2006

(97) Veröffentlichungstag  
des geänderten Patents beim EPA: 30.06.2010

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 23.09.2010

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F01N 3/023 (2006.01)**

**F01N 3/022 (2006.01)**

**F01N 3/035 (2006.01)**

### Patentschrift wurde im Einspruchsverfahren geändert

(30) Unionspriorität:

**01109571 18.04.2001 EP**

(73) Patentinhaber:

**Umicore AG & Co. KG, 63457 Hanau, DE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:

**Pfeifer, Dr., Marcus, 42719 Solingen, DE; Krieg, Harald, 60435 Frankfurt, DE; van Setten, Dr., Barry, 63517 Rodenbach, DE; Staab, Roger, 63579 Freigericht, DE; Gieshoff, Dr., Jürgen, 63599 Biebergemünd, DE; Lox, Dr., Egbert, 36355 Grebenhain - Hochwaldhausen, DE; Kreuzer, Dr., Thomas, 61184 Karben, DE**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Entfernung von Russpartikeln aus dem Abgas eines Dieselmotors**

**Beschreibung****GEBIET DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgas eines Dieselmotors.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0002]** Zum Schutz der Umwelt zielen Neuentwicklungen im Bereich von Dieselfahrzeugen auf die gleichzeitige Verringerung von Stickoxid- und Rußemissionen von Dieselmotoren ab.

**[0003]** Das Problem bei Dieselmotoren besteht darin, daß sie unfähig sind, sowohl Stickoxid- als auch Rußemissionen gleichzeitig zu reduzieren. Ergreift man konstruktive Maßnahmen zur Senkung der Menge einer der genannten Schadstoffkomponenten in Dieselmotoren, wird gleichzeitig die Menge der anderen Schadstoffkomponente erhöht. Werden z. B. die Rußemissionen durch Erhöhung der Verbrennungstemperaturen in einem Dieselmotor gesenkt, findet dafür eine verstärkte Bildung von Stickoxiden statt. Reduziert man in einem weiteren Beispiel die Stickoxidemissionen, z. B. durch Abgasrückführung, nehmen Rußemissionen zu.

**[0004]** Daher bilden die konstruktiven Maßnahmen zur Optimierung von Dieselmotoren einen Komromiß zwischen der Optimierung von Rußemissionen und der Optimierung von Stickoxidemissionen.

**[0005]** Zur Beseitigung von Rußemissionen ist eine Abgasnachbehandlung erforderlich. Hierzu werden derzeit Filter, insbesondere Wandflußfilter, eingesetzt, um die im Abgas enthaltenen Rußpartikel auszufiltern. Mit derartigen Filtern werden Abscheidegrade über 95% erzielt, so daß eine effiziente Verminderung der Rußemissionen im Abgas von Dieselmotoren gewährleistet ist. Allerdings verstopfen derartige Filter wegen der kontinuierlichen Ablagerung von Rußpartikeln. Daher müssen die Filter durch Verbrennung der Rußpartikel regeneriert werden.

**[0006]** Prinzipiell kann die Regeneration des Filters durch thermische Verfahren erreicht werden. Dabei werden die Rußpartikel mit Hilfe des im Abgas vorhandenen Sauerstoffs verbrannt. Nachteilig hierbei ist aber, daß Temperaturen im Bereich von 550°C bis 600°C für derartige Verbrennungsverfahren erforderlich sind.

**[0007]** Allerdings erhält man derartige Temperaturen im Abgas eines Dieselmotors nur dann, wenn der Dieselmotor im Vollastbetrieb arbeitet. Im Normalbetrieb ist eine Regeneration des Filters nur möglich, wenn das Filter mit Hilfe eines zusätzlichen Heizelements aufgeheizt wird. Damit steigt aber der Energie-

bedarf und somit auch der Kraftstoffverbrauch.

**[0008]** Technisch bekannt ist, katalytische Verfahren zur Filterregeneration anstelle thermischer Verfahren einzusetzen. Beispielsweise wird das Abgas eines Dieselmotors in einem ersten Verfahrensschritt ohne Filterung über einen Katalysator geleitet. Mittels des Katalysators, der vorzugsweise ein auf einem Wabenmonolithen angeordnetes Platingruppenmetall aufweist, wird das im Abgas vorhandene Stickstoffmonoxid in Stickstoffdioxid umgewandelt. Dem Katalysator ist ein Filter zur Filterung von Rußpartikeln aus dem Abgas nachgeordnet. Zur Regeneration des Filters wird im Katalysator erzeugtes Stickstoffdioxid verwendet, um auf dem Filterabgelagerte Rußpartikel bei einer Temperatur unter 400°C zu verbrennen. Gleichwohl besteht das Problem bei diesem Verfahren darin, daß zur vollständigen Regeneration des Filters ausreichende Mengen von Stickstoffdioxid erforderlich sind.

**[0009]** Einige moderne Dieselmotoren, die Abgasrückführungssysteme haben, sind hinsichtlich der Emissionen von Stickoxiden so optimiert, daß die im Abgas vorhandenen Stickstoffdioxidmengen nicht zur vollständigen Regeneration des Filters ausreichen. Normalerweise erreicht man für derartige Dieselmotoren nur eine Verbrennung von 50% bis 70% der Rußpartikel.

**[0010]** Vorgeschlagen wurde, daß eine Vorrichtung zur Beseitigung von Rußpartikeln aus dem Abgasstrom eines Dieselmotors mehrere in Reihe miteinander angeordnete Dieselpartikelfilter sowie mehrere, jedem Partikelfilter vorgelagerte Oxidationskatalysatoren aufweist.

**[0011]** Die Mehrfachanordnung aus Oxidationskatalysator und Partikelfilter ermöglicht die Mehrfachoxidation von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid und anschließende Reduktion zurück zu Stickstoffmonoxid im nachgeordneten Filter, während der aufgefangene Ruß gleichzeitig verbrannt wird. Ein Beispiel dafür ist eine Vorrichtung mit vier Oxidationskatalysatoren und vier Partikelfiltern, wobei der Porendurchmesser jedes nachgeordneten Filters kleiner als der des benachbarten vorgelagerten Filters ist. Den Abschluß der Vorrichtung bildet ein Wandflußfilter mit hohem Abscheidegrad.

**[0012]** Zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgas eines Dieselmotors wurde ferner vorgeschlagen, eine Anordnung aus mehreren Behandlungseinheiten in Folge zu verwenden, wobei jede Einheit einen Oxidationskatalysator und ein Partikelfilter aufweist. Die Behandlungseinheiten sind so beschaffen, daß nur ein bestimmter Anteil der Rußpartikel aus dem Abgas im Filter abgeschieden wird und dieser mit Hilfe des Stickstoffdioxids verbrannt werden kann, das im zugeordneten Katalysator erzeugt wird,

um das Filter zu regenerieren.

**[0013]** In einer Ausgestaltung können die Behandlungseinheiten so beschaffen sein, daß das jeweilige Filter und der zugeordnete Katalysator ein integrales Bauteil bilden. Insbesondere kann ein derartiges Bauteil aus einem Filter, speziell einem Tiefenfilter, gebildet sein, das mit dem jeweiligen Katalysator beschichtet ist.

**[0014]** Nachteilig bei diesen letzten beiden Verfahren sind die relativ hohen Aufwendungen für die notwendige Anzahl von Behandlungseinheiten. In der Technik ist bekannt, daß die Anzahl gewählter Verfahrensstufen von den speziellen Betriebsbedingungen des Dieselmotors abhängt. Somit stellt die angegebene bevorzugte Anzahl von 2 bis 4 Verfahrensstufen einen Kompromiß dar, der für die speziellen Betriebsbedingungen als ausreichend empfohlen wird. Daraus folgt, daß zur vollständigen Entfernung von Rußpartikeln und gleichzeitigen vollständigen Filterregeneration eine erhebliche Anzahl von Behandlungseinheiten notwendig ist. Somit ist der Aufwand zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgasstrom unerwünscht hoch.

**[0015]** Aufgrund dessen besteht in der Technik Bedarf an einem Verfahren und einer Vorrichtung, die relativ einfach ist und die effiziente und im wesentlichen vollständige Beseitigung von Rußpartikeln aus dem Abgas eines Dieselmotors ermöglicht.

**[0016]** Die EP-A-1055805 offenbart ein Verfahren zur Entfernung von Ruß aus dem Abgas eines Dieselmotors durch Oxidieren des im Abgas vorhandenen Stickstoffmonoxids zu Stickstoffdioxid, Trennen des Rußes vom Abgasstrom und Oxidieren des Rußes mit Hilfe des erzeugten Stickstoffdioxids.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0017]** Die Erfindung stellt ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung nach Anspruch 3 bereit.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0018]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung wurden zur Veranschaulichung und Beschreibung gewählt, sollen aber keineswegs den Schutzaufwand der Erfindung einschränken. Die bevorzugten Ausführungsformen bestimmter Aspekte der Erfindung sind in den beigefügten Zeichnungen dargestellt.

**[0019]** [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels für die Vorrichtung zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgas eines Dieselmotors.

**[0020]** [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels für die Vorrichtung zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgas eines Dieselmotors.

#### NÄHERE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0021]** Im folgenden wird die Erfindung in Verbindung mit bevorzugten Ausführungsformen beschrieben. Diese Ausführungsformen sind zum besseren Verständnis der Erfindung vorgestellt, sollen die Erfindung aber keineswegs einschränken und sollten auch nicht so interpretiert werden. Alle Alternativen, Abwandlungen und Äquivalente, die für den Fachmann anhand der Offenbarung naheliegend sein können, gehören zum Grundgedanken und Schutzaufwand der Erfindung.

**[0022]** Diese Offenbarung ist kein Grundkurs zu Verfahren zur Entfernung von Rußpartikeln aus Abgas eines Dieselmotors, und dem Fachmann bekannte Grundkonzepte sind nicht näher dargestellt.

**[0023]** Die Erfindung weist ein Tiefen(partikel)filter auf. Bei einem Tiefenfilter handelt es sich um eine Filtervorrichtung, die die Rußpartikel im Gesamtvolumen des Filters auffängt. Es kann Keramikfasern, Keramiksäume, Maschenmaterialien aus Draht o. ä. Strukturen aufweisen. Allgemein weist ein Tiefenfilter ein großporiges Material auf, das die Rußpartikel aus dem Abgas hauptsächlich durch Trägheits- und/oder Diffusionseffekte entfernt. Im Gegensatz zu Tiefenfiltern sammeln die sogenannten Wandflußfilter die Rußpartikel auf der Oberfläche des Filtermaterials.

**[0024]** Erfindungsgemäß wird Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidiert. Stickstoffdioxid verbrennt die auf dem Filter abgelagerten Rußpartikel und wird zu Stickstoffmonoxid zurückreduziert, das dann erneut zu Stickstoffdioxid oxidiert wird usw. Dadurch wird Stickstoffmonoxid kontinuierlich recycelt, während es das Tiefenfilter durchströmt. Im folgenden wird ein solcher Zyklus als katalytischer Zyklus bezeichnet. Infolge dieses Recyclings von Stickstoffmonoxid reicht eine relativ niedrige Konzentration von Stickstoffmonoxid im Abgas zur Kontinuierlichen Verbrennung aller Rußteilchen aus, die im Tiefenfilter aufgefangen werden.

**[0025]** Zur Vermeidung von Rest-Rußemission ist ein zweites Partikelfilter mit einem Filterwirkungsgrad von mehr als 95% dem Tiefenfilter nachgeordnet und erfüllt die Funktion einer sogenannten Rußsperre. Als Filterwirkungsgrad eines Partikelfilters gilt das Verhältnis der durch das Filter aufgefangenen Partikelmasse zur Gesamtpartikelmasse, die durch das Abgas in das Filter eingetragen wird. Tiefenfilter neigen zu Wiedereinleitung der aufgefangenen Rußpartikel in das Abgas bei plötzlichen Druckänderungen. Die Rußsperre soll plötzliche Rußemissionen bei

Druckänderungen im Abgas verhindern.

**[0026]** Für das erfindungsgemäße Verfahren ist wesentlich, daß das im Abgas enthaltene Stickstoffmonoxid in mehreren Zyklen zu Stickstoffdioxid oxidiert und dann durch Reaktion mit dem gesammelten Ruß zu Stickstoffmonoxid zurückreduziert wird. Somit weist ein derartiger katalytischer Zyklus die folgenden Reaktionen auf:

Oxidation von NO zu NO<sub>2</sub>:



Verbrennung von Ruß und Reduktion von NO<sub>2</sub> zu NO:



**[0027]** Der katalytische Zyklus, der die beiden Reaktionen (1) und (2) aufweist, wird mehrmals durchlaufen, während das Abgas das Tiefenfilter durchströmt und dadurch das Tiefenfilter kontinuierlich regeneriert.

**[0028]** Das Tiefenfilter und der Katalysator, der vorzugsweise als katalytische Beschichtung auf das Tiefenfilter aufgebracht ist, können so aufeinander abgestimmt sein, daß die beschriebenen katalytischen Zyklen verhindern, daß das Filter durch Ruß verstopft wird. Dazu hat der Filterwirkungsgrad des Tiefenfilters einen Wert zwischen 10 und 95%, vorzugsweise zwischen 50 und 80%.

**[0029]** Die Anzahl ablaufender katalytischer Zyklen hängt insbesondere von den Verfahrenstemperaturen ab. Zur katalytischen Oxidation von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid und zur Verbrennung von Ruß mit Hilfe des gebildeten Stickstoffdioxids ist eine Mindestabgastemperatur von 200°C notwendig. Vorzugsweise liegt die Temperatur im Bereich des Tiefenfilters zwischen 350 und 450°C.

**[0030]** Durch die Kombination aus Filterwirkung und kontinuierlichem Regenerationsverfahren wird der Großteil der im Abgas vorhandenen Rußpartikel im Tiefenfilter beseitigt. Die am Ausgang des Tiefenfilters anstehenden Rest-Rußpartikel werden in der Rußsperre gesammelt, die dem Tiefenfilter nachgeordnet und z. B. durch ein Wandflüßfilter oder eine Sintermetallplatte gebildet ist.

**[0031]** Die in der Rußsperre abgelagerten Rest-Rußteilchen werden ebenfalls kontinuierlich entfernt, vorzugsweise mit Hilfe des im Tiefenfilter erzeugten Stickstoffdioxids.

**[0032]** Nachdem die Erfindung allgemein beschrieben wurde, kann sie anhand der folgenden Beispiele besser verständlich werden, die zur Veranschaulichung dienen und die Erfindung, sofern nicht anders

angegeben, nicht einschränken sollen.

## BEISPIELE

**[0033]** Bei den Beispielen handelt es sich um Ausführungsbeispiele für die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgas eines Dieselmotors.

### Beispiel 1

**[0034]** [Fig. 1](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgas eines Dieselmotors. Die Vorrichtung hat ein Tiefenfilter **1** mit einem Katalysator, wobei der Katalysator als katalytisch aktive Beschichtung **2** auf das Tiefenfilter **1** aufgebracht ist. Prinzipiell kann der Katalysator auch das Filtermaterial im Tiefenfilter **1** selbst bilden. Ferner hat die Vorrichtung eine Rußsperre **3**. Die Rußsperre **3** ist in dem mit einem Pfeil bezeichneten Abgasstrom des Dieselmotors dem Tiefenfilter **1** nachgeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel besteht die Rußsperre **3** aus einem Wandflüßfilter.

**[0035]** Das Tiefenfilter **1** weist Keramikfasern, verschäumtes Keramikmaterial, Drahtmaschenmaterial o. ä. auf. Allgemein weist das Tiefenfilter **1** ein grobporiges Filtermaterial auf, in dem Rußpartikel aus dem Abgasstrom hauptsächlich durch Trägheitseffekte und/oder Diffusionseffekte abgelagert werden.

**[0036]** Die katalytische Beschichtung **2** ist über die gesamte Länge des Tiefenfilters **1** aufgebracht. Zudem können prinzipiell zumindest lokalisierte katalytische Beschichtungsstrukturen auch an der Einlaß- und Auslaßseite des Tiefenfilters **1** vorgesehen sein.

**[0037]** Der Querschnitt des Tiefenfilters **1** ist an den Querschnitt des nachgeordneten Wandflüßfilters so angepaßt, daß der gesamte Abgasstrom am Auslaß des Tiefenfilters **1** dem Wandflüßfilter zugeführt wird. Prinzipiell kann das Wandflüßfilter auch auf die Auslaßseite des Tiefenfilters **1** aufgesetzt sein.

**[0038]** Die katalytische Beschichtung **2** enthält Platin. Weiterhin enthält die katalytische Beschichtung mindestens ein oxidisches Trägermaterial, in diesem Fall Aluminiumoxid, auf das das Edelmetall abgeschieden ist. Zweckmäßig kann der Katalysator in der katalytischen Beschichtung **2** einen aktiven Stoff enthalten, der die Oxidation von Rußteilchen durch Senken der Rußentzündungstemperatur unterstützt. Als derartige Stoffe können insbesondere Ceroxid und/oder Zirconoxid und/oder Terbiumoxid und/oder Praseodymoxid verwendet werden. Als Ergebnis des katalytischen Zyklus wird genügend Stickstoffdioxid bereitgestellt, das zu einer vollständigen Oxidation der abgelagerten Rußpartikel und damit zu einer Regeneration des Tiefenfilters **1** ausreicht.

**[0039]** Wegen der Filterwirkung des Tiefenfilters **1** ist auch gewährleistet, daß der Großteil der Rußpartikel aus dem Abgasstrom ausgefiltert wird. Die übrigen Rest-Rußpartikel werden in der Rußsperre **3** abgelagert. Auch in der Rußsperre **3** findet eine kontinuierliche Oxidation der abgelagerten Rußpartikel statt, wobei dazu vorzugsweise überschüssiges Stickstoffdioxid verwendet wird, das im Tiefenfilter **1** erzeugt wird.

### Beispiel 2

**[0040]** [Fig. 2](#) zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel für die Vorrichtung zur Entfernung von Rußpartikeln aus dem Abgas eines Dieselmotors. In diesem Fall hat die Vorrichtung und insbesondere das Tiefenfilter **1** im wesentlichen die Form eines Hohlzylinders. In [Fig. 2](#) ist die Strömungsrichtung des Abgasstroms wiederum mit Pfeilen dargestellt. Die äußere Mantelfläche des Hohlzylinders bildet die Anströmseite des Tiefenfilters **1**, über die das Abgas dem Tiefenfilter **1** zugeführt wird. Nach Durchströmen des Tiefenfilters **1** und der ihm nachgeordneten Rußsperre **3** wird der Abgasstrom über den in Längsrichtung des Hohlzylinders verlaufenden zentralen Abströmkanal ausgeleitet.

**[0041]** Vorzugsweise entspricht das Filtermaterial im Tiefenfilter **1** dem Filtermaterial gemäß dem Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#). Auch das Katalysatormaterial in der auf das Tiefenfilter **1** aufgebrachten katalytischen Beschichtung **2** entspricht dem im Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#).

**[0042]** Das Tiefenfilter **1** gemäß [Fig. 2](#) besteht aus einer Anordnung mehrerer identisch ausgebildeter Filterelemente **4**. Die Filterelemente **4** sind im wesentlichen kreisförmig gestaltet und laufen in Umfangsrichtung des Hohlzylinders um. Dabei schließen die Filterelemente **4** in Längsrichtung des Hohlzylinders dicht aneinander an, so daß die Rückseiten der Filterelemente **4** eine geschlossene Fläche bilden, die die Außenfläche des Hohlzylinders und damit die Anströmseite des Tiefenfilters **1** bildet. Die einzelnen Filterelemente **4** enthalten den Katalysator, der über das gesamte Volumen jedes Filterelements **4** verteilt ist. Jedes Filterelement **4** hat einen dreieckigen Querschnitt. Eine Sintermetallplatte ist als Rußsperre **3** auf die Seitenflächen jedes Filterelements **4** aufgebracht, was spitzwinklige Elemente bildet, die in den Abströmkanal ragen.

**[0043]** Das Abgas wird über die Anströmseite des Tiefenfilters **1** der einzelnen Filterelemente **4** zugeführt. Der Katalysator im Filterelement **4** dient wie im Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#) zum Oxidieren des im Abgas enthaltenen Stickstoffmonoxids. Dadurch kommen wiederum mehrere katalytische Zyklen zur kontinuierlichen Entfernung von Rußteilchen aus dem Abgasstrom in den Filterelementen **4** zustande.

**[0044]** Die Ablagerung von Rest-Rußpartikeln findet wieder in der Rußsperre **3** statt. Hierbei ist besonders vorteilhaft, daß der Katalysator im Filterelement **4** unmittelbar an die Rußsperre **3** angrenzt. Eine große Kontaktfläche mit dem Katalysator wird durch die zweidimensionale Ausbildung der Rußsperre **3** erzeugt. Damit ist gewährleistet, daß im Katalysator erzeugtes Stickstoffdioxid auch in der Rußsperre **3** in ausreichenden Mengen zur Oxidation der Rußpartikel verfügbar ist.

**[0045]** Während die Erfindung in Verbindung mit spezifischen Ausführungsformen beschrieben wurde, ist deutlich, daß sie weiter abgewandelt sein kann, und diese Anmeldung soll alle Varianten, Verwendungen oder Anpassungen der Erfindung erfassen, die den Grundsätzen der Erfindung allgemein folgen und solche Abweichungen von der Offenbarung aufweisen, die der bekannten oder üblichen Praxis in der Technik entsprechen, zu der die Erfindung gehört, und die auf die wesentlichen Merkmale angewendet sein können, die vorstehend und nachfolgend im Schutzmumfang der beigefügten Ansprüche aufgeführt sind.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von im wesentlichen rußfreiem Abgas eines Dieselmotors, aufweisend Oxidieren von im Abgas enthaltenem Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid, Filtern des Rußes aus dem Abgas mit zwei Partikelfiltern, die unterschiedliche Filterraten haben, und Verbrennen der ausgefilterten Rußpartikel mittels des Stickstoffdioxids, **dadurch gekennzeichnet**, daß
  - a) das Rußpartikel enthaltende Abgas gefiltert wird, wobei ein Tiefenfilter (**1**) genutzt wird, um ein anfänglich gefiltertes Abgas zur Verfügung zu stellen, wobei der Tiefenfilter (**1**) eine Filtervorrichtung ist, die über das gesamte Volumen des Filters Rußpartikel aufnimmt und eine Filterrate zwischen etwa 50% und 80% für Rußpartikel hat und mit einer katalytischen Beschichtung (**2**) für die Oxidation von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid beschichtet ist, wobei die Beschichtung über seine gesamte Länge aufgebracht ist und Platin enthält;
  - b) die Rußpartikel, die der Tiefenfilter (**1**) aufgenommen hat, kontinuierlich verbrannt werden, wobei Stickstoffdioxid, das durch die katalytische Oxidation von im Abgas enthaltenem Stickstoffmonoxid generiert wird und durch die Verbrennung der Rußpartikel zurück zu Stickstoffmonoxid reduziert wird, verwendet wird, wobei der Prozeß der Oxidation und Reduktion von Stickstoffmonoxid fortlaufend wiederholt wird, während das Abgas den Filter passiert; und
  - c) das vom Tiefenfilter (**1**) kommende, anfänglich gefilterte Abgas von einem zweiten Filter weiter gefiltert wird, wobei der zweite Partikelfilter als Rußsperre (**3**) dient und aus einem Wandflußfilter oder Metallsinterfilter mit einer Filterrate von mindestens 95% ausge-

wählt ist, um ein im Wesentlichen rußfreies Abgas herzustellen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandflußfilter eine Filterrate von mehr als etwa 98% hat.

3. Vorrichtung zum Entfernen von Rußpartikeln aus dem Abgas von Dieselmotoren, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Tiefenfilter (1) mit einer Filterrate zwischen etwa 50% und 80%, wobei der Filter mit einer katalytischen Beschichtung (2) zur Oxidation von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid beschichtet ist, wobei die Beschichtung über seine gesamte Länge aufgebracht ist und Platin enthält, und einen zweiten Partikelfilter ausgewählt aus einem Wandflußfilter oder einem Metallsinterfilter aufweist, der eine Filterrate von mehr als 95% hat, wobei der zweite Partikelfilter stromabwärts vom Tiefenfilter (1) angeordnet ist und eine Rußsperre (3) bildet, und wobei der Tiefenfilter eine Filtervorrichtung ist, die über das gesamte Volumen des Filters Rußpartikel aufnimmt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Tiefenfilter (1) aus einem Material ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus keramischen Fasern, keramischen Schäumen oder Drahtgeflecht gebildet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die katalytische Beschichtung (2) mindestens ein oxidisches Trägermaterial für jedes Edelmetall enthält.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei jedes oxidische Trägermaterial aus Aluminiumoxid gebildet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die katalytische Beschichtung (2) weiterhin ein Material enthält, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Cer-oxid, Zirkonoxid, Terbiumoxid, Präseodymoxid und Mischungen davon.

8. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Tiefenfilter (1) ferner mehrere parallel angeordnete Filterelemente (4), die den Katalysator enthalten und durch die das Abgas strömt, aufweist, wobei auf den Abströmseiten der Filterelemente Metallsinterplatten angeordnet sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

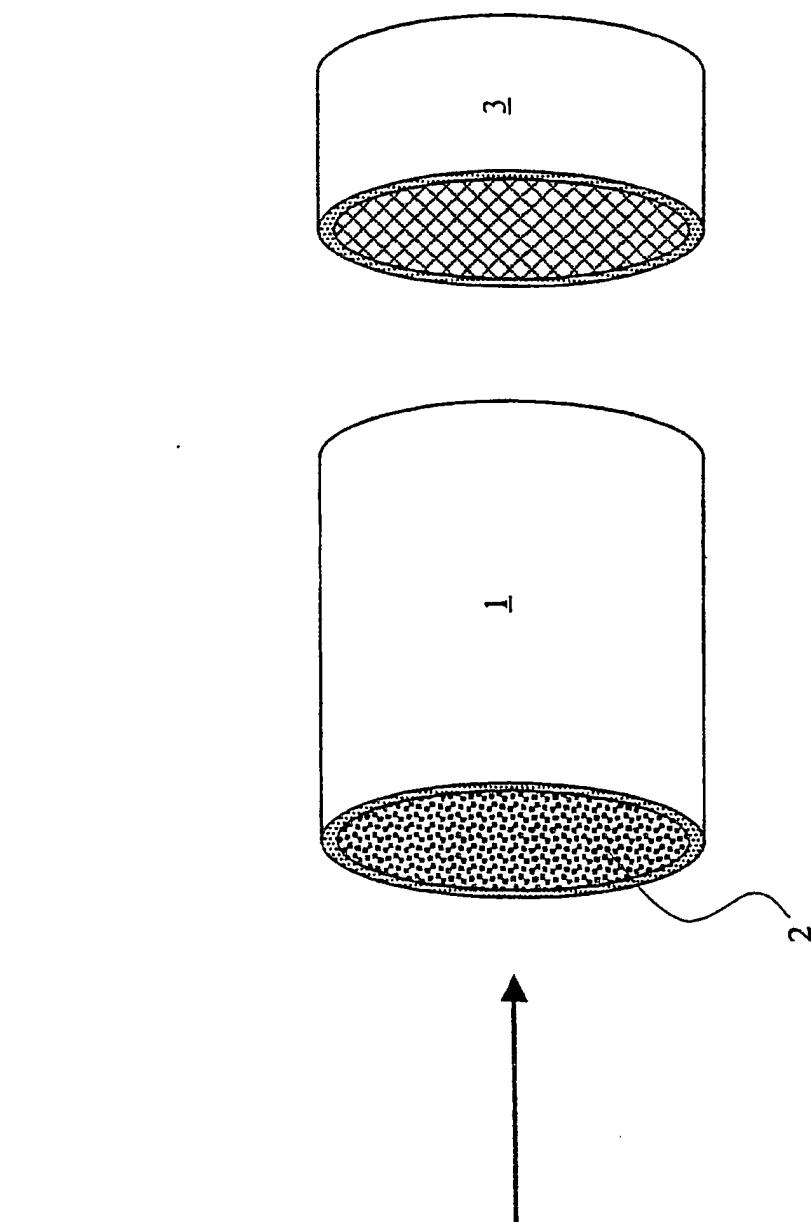


Fig. 1

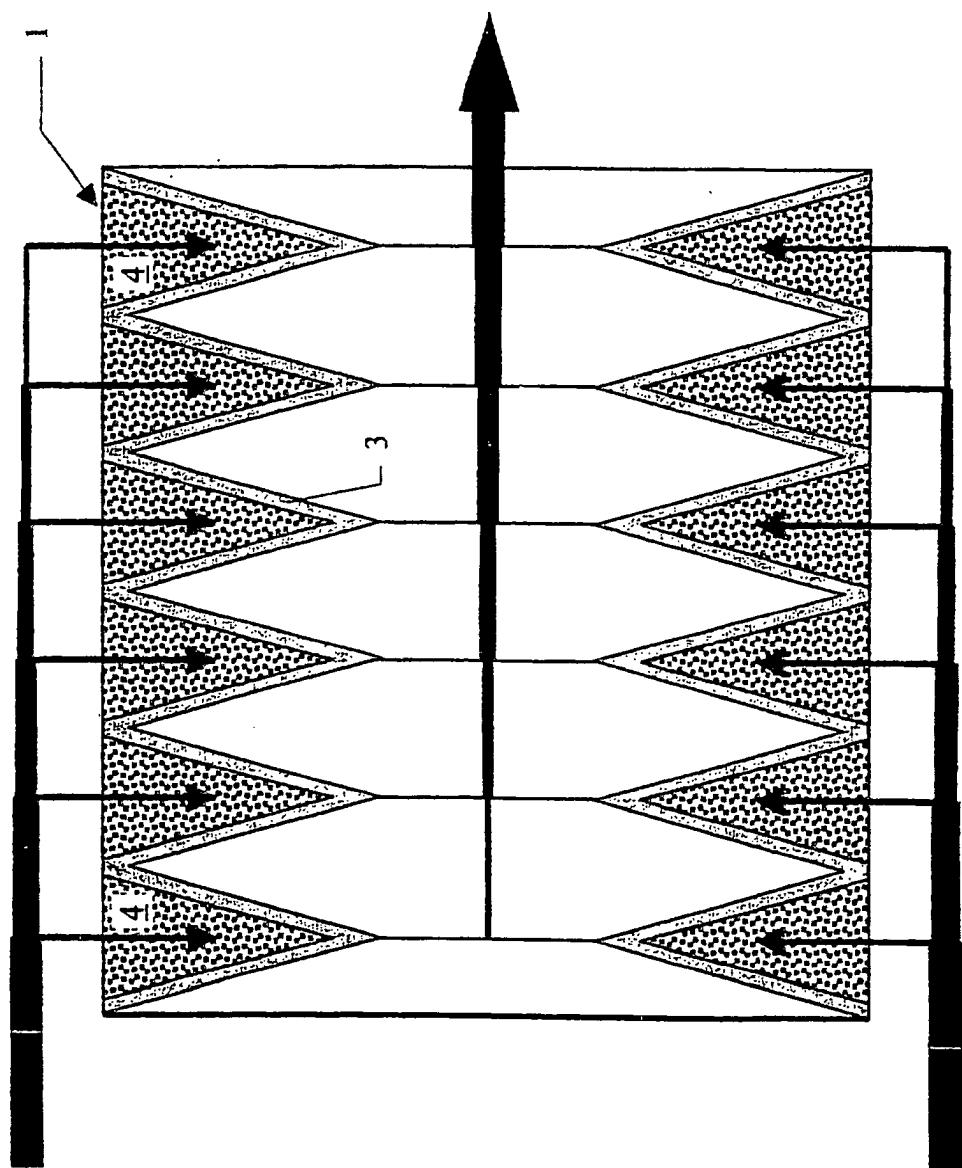


Fig. 2