

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. Januar 2007 (11.01.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2007/003380 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*B01D 53/94* (2006.01) *F01N 3/20* (2006.01)

(74) **Anwalt: RÖSSLER, Matthias;** PATENTANWÄLTE  
KAHLHÖFER NEUMANN HERZOG FIESSER, Karl-  
strasse 76, 40210 Düsseldorf (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/006397

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
30. Juni 2006 (30.06.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2005 031 816.9 6. Juli 2005 (06.07.2005) DE

(71) **Anmelder** (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **EMITEC GESELLSCHAFT FÜR EMIS-  
SIONSTECHNOLOGIE MBH** [DE/DE]; Hauptstrasse  
128, 53797 Lohmar (DE).

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

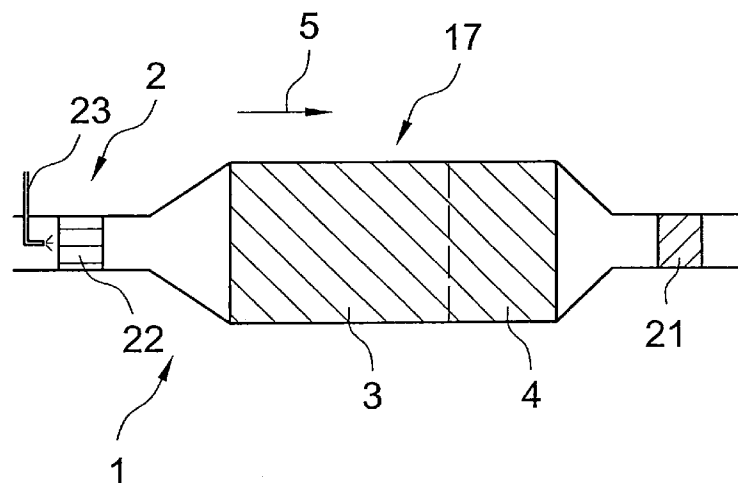
(72) Erfinder; und

(75) **Erfinder/Anmelder** (*nur für US*): **JACOB, Eberhard**  
[DE/DE]; Karwendelstrasse 25, 82152 Krailling (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR REDUCING THE PARTICULATE AND NITROGEN OXIDE PORTION IN THE FLOW OF EXHAUST GAS OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND A CORRESPONDING EXHAUST GAS TREATMENT UNIT

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR REDUZIERUNG DES PARTIKEL- UND STICKOXIDANTEILS IM ABGASSTROM EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE UND ENTSPRECHENDE ABGASAUFBEREITUNGSEINHEIT



(57) **Abstract:** The inventive method for reducing the particulate and nitrogen oxide portion in a flow of exhaust gas of an internal combustion engine comprises the following steps: 1.1) a reducing agent is supplied to the flow of exhaust gas (11); 1.2) the flow of exhaust gas (11) containing the reducing agent is subjected to a particulate filtering, whereupon, and; 1.3) a selective catalytic reduction of at least a portion of the nitrogen oxides ensues in the flow of exhaust gas (11). The inventive method and the exhaust gas treatment unit make it advantageously possible to simultaneously reduce the portion of particulates and nitrogen oxides in the exhaust gas. Ammonia, in particular, is used as the reducing agent. The regeneration of the particulate filter (3) is advantageously promoted by leading an ammonia-containing flow of gas through the particulate filter (3). The inventive method and device, in comparison with existing corresponding prior art systems, make it possible to consume less fuel with the same reaction rate and, at the same time to reduce the available installation space.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/003380 A1



NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

---

**(57) Zusammenfassung:** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Reduzierung des Partikel- und Stickoxidanteils in einem Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine umfasst die folgenden Schritte: 1.1) ein Reduktionsmittel wird im Abgasstrom (11) bereitgestellt, 1.2) der das Reduktionsmittel umfassende Abgasstrom (11) wird einer Partikelfilterung unterzogen und dann erfolgt 1.3) eine selektive katalytische Reduktion zumindest eines Teils der Stickoxide im Abgasstrom (11). Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Abgasbehandlungseinheit ermöglichen in vorteilhafter Weise die gleichzeitige Reduktion des Anteils von Partikeln und Stickoxiden im Abgas. Als Reduktionsmittel wird insbesondere Ammoniak eingesetzt. Durch die Durchleitung eines Ammoniakhaltigen Gasstroms durch den Partikelfilter (3) wird die Regeneration des Partikelfilters (3) in vorteilhafter Weise begünstigt. Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung erlauben es im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten entsprechenden Systemen bei gleicher Umsetzungsrate mit einem geringeren Kraftstoffmehrerverbrauch auszukommen und gleichzeitig den zur Verfügung stehenden Bauraum zu reduzieren.

Verfahren zur Reduzierung des Partikel- und Stickoxidanteils im Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine und entsprechende Abgasaufbereitungseinheit

5 Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Reduzierung des Partikel- und Stickoxidanteils in einem Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine, sowie eine entsprechende Abgasaufbereitungseinheit. Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Abgasaufbereitungseinheit können bevorzugt im Abgassystem eines Automobils eingesetzt werden.

10

In Verbrennungskraftmaschinen werden Kraftstoffe oxidativ umgesetzt. Insbesondere werden hier Kohlenwasserstoffhaltige Kraftstoffe zu entsprechenden Verbrennungsprodukten umgesetzt. Hierbei entstehen eine Vielzahl von Abgaskomponenten, die teilweise unerwünscht sind. Weltweit gibt es in vielen Ländern  
15 Vorschriften, die den zulässigen Ausstoß von unerwünschten Abgaskomponenten limitieren. Insbesondere bei Dieselmotoren entstehen Partikel- und Stickoxidkonzentrationen im Abgas, die in vielen Ländern zur Einhaltung von Grenzwerten reduziert werden müssen.

20 Die im Abgas einer Verbrennungskraftmaschine enthaltenen Partikel enthalten regelmäßig Kohlenstoff. Diese Partikel werden üblicherweise in Partikelfiltern aufgefangen. Es gibt einerseits geschlossene Partikelfiltersysteme wie beispielsweise keramische Extrudate, die wechselweise verschlossene Kanäle aufweisen, so dass Abgas beim Durchströmen des Partikelfilters eine zwischen zwei Kanälen  
25 liegende poröse Wand durchströmen muss, wobei in dieser Wand die Partikel zumindest zum Teil festgehalten werden, und offene Partikelfiltersysteme.

Offene Filtersysteme werden beispielsweise in der WO 01/092692 A2 oder der WO 02/00326 A2 beschrieben. Es handelt sich hierbei um Systeme, für ein Abgas  
30 durchströmbare Kanäle umfassen, deren Wände zumindest teilweise aus beispielsweise einer zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbaren Komponente

wie beispielsweise eine Faserlage oder ein entsprechendes poröses Sintermetall-Bauteil gebildet werden. Bevorzugt sind weitere Bauteile ausgebildet, beispielsweise in einem Teil der die Kanäle begrenzenden Wände, die eine Abgasströmung hin zu den porösen Kanalwänden hinlenken. Hierbei erfolgt eine Abscheidung  
5 zumindest eines Teils der Partikel an den porösen Wänden durch Druckunterschiede, die den Abgasstrom zumindest zum Teil durch die poröse Wand leiten.

Die offenen Systeme werden als offen bezeichnet, weil im Gegensatz zu geschlossenen Systemen der den Partikelfilter durchströmende Abgasstrom keine Wand durchströmen muss, sondern diese durchströmen kann. Das heißt, für den Fall,  
10 dass sämtliche Poren der Wände zwischen zwei Kanälen bereits durch Partikel blockiert sind, kann im geschlossenen Filter dieser Kanal nicht mehr durchströmt werden. Im offenen Filter ist jedoch in einer solchen Situation ein Durchströmen des Kanals möglich.

15 Stickoxide werden regelmäßig mittels einer selektiven katalytischen Reduktion zu molekularem Stickstoff umgesetzt. Eine solche selektive katalytische Reduktion verlangt regelmäßig den Einsatz eines Reduktionsmittels, welches selektiv auf Stickoxide reagiert. Ein solches Reduktionsmittel stellt beispielsweise Ammoniak  
20 (NH<sub>3</sub>) dar.

Die benötigten Reduktionsmittel können beispielsweise aus einem Reduktionsmittelvorläufer im Abgassystem hergestellt werden, wobei der Reduktionsmittelvorläufer einen Stoff darstellt, welcher in ein Reduktionsmittel umgewandelt  
25 und/oder aus welchem das Reduktionsmittel abgespalten werden kann. Bevorzugte Abspaltungsmöglichkeiten umfassen eine Thermo-, Pyro- und/oder Hydrolyse des Reduktionsmittelvorläufers, die jeweils katalytisch unterstützt werden kann. Ein möglicher Reduktionsmittelvorläufer des Reduktionsmittels Ammoniak umfasst beispielsweise Harnstoff ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO). Weitere mögliche Reduktionsmittelvorläufer des Reduktionsmittels Ammoniak sind Cyanursäure oder Isocyanursäure,  
30 sowie Ammoniumcarbamat.

Der Reduktionsmittelvorläufer muss vor Durchführen der selektiven katalytischen Reduktion so behandelt werden, dass das Reduktionsmittel entsteht oder freigesetzt wird. Beispielsweise kann der Reduktionsmittelvorläufer hierzu hydrolysiert  
5 oder thermolysiert werden. Das so entstehende Reduktionsmittel wird dann mit dem Abgasstrom durchmischt und führt bei Durchströmen eines entsprechend ausgestalteten SCR-Katalysators (SCR, Selective Catalytic Reduktion, selektive katalytische Reduktion) zu einer Umsetzung des Stickoxids zu molekularem Stickstoff und Wasser.

10

Aus R. Allansson, P.G. Blakeman, G.R. Chandler, C.A. Maloney, A.P. Walker, J.P. Warren, J.E. Thoss, "Einsatz von selbstregenerierenden Partikelfiltersystemen (CRT) sowie SCRT zur Einhaltung künftiger Emissionsgrenzen", 21. Internationales Wiener Motorensymposium, H.P. Lenz (Hrsg.) VDI-Fortschritt-Berichte,  
15 Reihe 12, Nr.420, Band 2, S.343-355, 2000, ist ein System bekannt, welches aus einem Partikelfilter und einem SCR-Katalysator besteht. Der Partikelfilter ist stromaufwärts des SCR-Katalysators ausgebildet, eine Harnstofflösung wird zwischen Partikelfilter und SCR-Katalysator in das System injiziert. Bei dem Partikelfilter handelt es sich um einen keramischen Partikelfilter mit wechselweise  
20 geschlossenen Kanälen. Dieses System weist im Betrieb durch den nachgeschalteten SCR-Katalysator einen erhöhten Abgasgegendruck auf.

Aus der WO 00/42302 A1 wiederum ist ein System bekannt, bei welchem ein Partikelfilter eine Speicherbeschichtung aufweist, die auch Stickoxide einlagern  
25 kann. Dieser Partikelfilter kann durch Ammoniak als Reduktionsmittel durchströmt werden. Allerdings erfolgt hier keine selektive katalytische Reduktion, so dass die Umsetzung der Stickoxide verbessert werden kann.

Übliche Systeme aus offenem Partikelfilter, sich daran anschließender Reduktionsmittelzugabe und einem SCR-Katalysator weisen zwar bessere Werte des Ab-  
30

gasgedrucks auf, diese Systeme können jedoch in Bezug auf ihre Partikelumsetzung weiter verbessert werden.

Von daher liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren und eine  
5 Vorrichtung zur Reduzierung des Partikel- und Stickoxidanteils im Abgasstrom vorzuschlagen, die höhere Umsetzungsraten von Stickoxiden und Partikeln aufweisen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des An-  
10 spruchs 1, sowie eine Abgasaufbereitungseinheit mit den Merkmalen des An- spruchs 9. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen abhängigen Ansprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Reduzierung des Partikel- und Stickoxidanteils in einem Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine umfasst die Schritte,  
15 dass

- 1.1) ein Reduktionsmittel im Abgasstrom bereitgestellt wird,
- 1.2) der das Reduktionsmittel umfassende Abgasstrom einer Partikelfilterung unterzogen wird und dann
- 20 1.3) eine selektive katalytische Reduktion zumindest eines Teils der Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) im Abgasstrom erfolgt.

Im Unterschied zu herkömmlichen aus dem Stand der Technik bekannten Systemen wird hier nicht die Reduktion eines Partikelanteils einerseits und die Reduktion des Stickoxidanteils andererseits getrennt betrachtet. Vielmehr werden die  
25 beiden Verfahren so kombiniert, dass dann, wenn gemäß 1.2) eine Partikelfilterung erfolgt, der Abgasstrom bereits gemäß 1.1) das Reduktionsmittel enthält. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn als Reduktionsmittel für die selektive katalytische Reduktion von Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) eingesetzt  
30 wird.

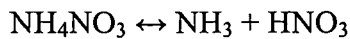
Ist die Temperatur während der Partikelfilterung kleiner als etwa 200°C, so erfolgt parallel zur Abscheidung der Partikel eine nichtkatalytische Reaktion von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) mit Ammoniak (NH<sub>3</sub>) zu Ammoniumnitrat (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), molekularem Stickstoff (N<sub>2</sub>) und Wasser (H<sub>2</sub>O):

5



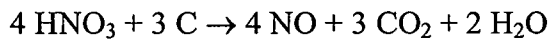
Wird das so entstandene Ammoniumnitrat über etwa 200°C erwärmt, so dissoziiert das Ammoniumnitrat zu Ammoniak und Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>):

10



Salpetersäure stellt ein starkes Oxidationsmittel für Kohlenstoff in Russform dar und oxidiert Russ gemäß

15



Somit wird das Reduktionsmittel Ammoniak in vorteilhafterweise zur kontinuierlichen Regeneration des Partikelfilters eingesetzt. Hierbei wird der Ammoniakanteil am Abgasstrom nicht verringert, so dass der volle Ammoniakanteil des Abgases zur selektiven katalytischen Reduktion der Stickoxide in Schritt 1.3) in einem entsprechenden SCR-Katalysator zur Verfügung steht. Vielmehr wirkt Ammoniak hier als ein Reaktionsvermittler, der die Disproportionierung von Stickstoffdioxid zu Salpetersäure und Stickstoff fördert. In diesem Zusammenhang kann es vorteilhaft sein, vor der Partikelfilterung 1.2) und gegebenenfalls auch vor Zugabe des Reduktionsmittels 1.1) eine Oxidation von Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) beispielsweise an einem entsprechend ausgebildeten Oxidationskatalysator vorzunehmen. Hierdurch wird in kontinuierlich der relative Anteil von Stickstoffdioxid an den Stickoxiden im Abgas erhöht.

30

Weiterhin macht sich das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft zu Nutze, dass bei Temperaturen größer etwa 200°C erstaunlicherweise die Oxidation von Kohlenstoff durch Stickstoffdioxid durch die Anweseneinheit des Reduktionsmittels Ammoniak nicht behindert wird. Vielmehr erfolgt die Umsetzung des Kohlenstoffs und damit die Regeneration des Partikelfilters noch weiter durch Chemisorption von Ammoniak am Kohlenstoff weiter erhöht. Das chemisorbierte Ammoniak erhöht die Reaktivität des Kohlenstoffs gegenüber Oxidationsmitteln.

Von daher gestattet es das erfindungsgemäße Verfahren die Regeneration eines Partikelfilters, an dem die Partikelfilterung 1.2) erfolgt in vorteilhafter Weise zu verbessern. Zusätzliche Regenerationsmöglichkeiten zur Regeneration des entsprechenden Partikelfilters durch Umsetzung der eingelagerten Partikel können erfindungsgemäß vorgesehen sein. Hierzu zählt insbesondere die Bereitstellung von Mitteln, die eine zumindest kurzzeitige Erwärmung des Partikelfilters über eine Temperatur ermöglichen, ab der eine Reaktion des Kohlenstoffs beispielsweise mit Restsauerstoff erfolgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht also eine verbesserte Partikelumsetzungsrate bei gleichzeitiger Reduktion des Stickoxidanteils am Abgas.

Insbesondere erfolgt im Rahmen des Verfahrensschrittes 1.2) auch eine Durchmischung des Abgases mit dem Reduktionsmittel, wodurch eine Strahlenbildung des Reduktionsmittels – die die Konvertierung des NO<sub>x</sub> bei der nachfolgenden selektiven katalytischen Reduktion vermindert- ganz oder teilweise aufgelöst wird. Eine besondere verfahrenstechnische Schwierigkeit bei der Ausführung von selektiver katalytischer Reduktion des NO<sub>x</sub> mit (stickstoffhaltigen) Reduktionsmitteln ist die Erfordernis einer homogenen Verteilung des Reduktionsmittels im Abgasstrom vor SCR-Katalysator. Eine entsprechend erfindungsgemäß herstellbare möglichst homogene Verteilung des Reduktionsmittels ermöglicht in vorteilhafter Weise eine möglichst homogene Umsetzung der Stickoxide und erhöht so-

mit die Umsetzungsrate der Stickoxide im Vergleich zu herkömmlichen Systemen.

5 Gemäß einer vorteilhaften Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Partikelfilterung 1.2) in einem Partikelfilter vorgenommen.

Hier kann der Partikelfilter einerseits ein geschlossenes System darstellen, bei dem mindestens ein Strömungskanal mit porösen Wänden vorgesehen ist, wobei der Strömungskanal so gestaltet ist, dass dieser nicht durchgängig von Abgas  
10 durchströmt werden kann, sondern dass vielmehr das Abgas gänzlich durch die Wände des Kanals treten muss. Dies kann beispielsweise bei einem Aufbau mit mehreren Strömungskanälen dadurch erfolgen, dass die Kanäle wechselweise Eingangs- und Ausgangsseitig verschlossen sind. Andererseits kann ein offenes Partikelfiltersystem vorliegen, bei dem mindestens ein durchgängiger Strömungs-  
15 kanal ausgebildet ist. Unter einem durchgängigen Strömungskanal wird im Rahmen dieser Erfindung insbesondere ein Kanal verstanden, der nicht verschlossen ist, durch den also nicht nur Gas durchströmen kann, sondern der grundsätzlich auch von einem festen Partikel durchquert werden kann, welches nicht in oder an einer Wand eines anhaftet. Ein Filter mit mindestens einem solchen durchgängi-  
20 gen Strömungskanal kann als so genannter offener Filter bezeichnet werden. Offene Filter haben den Vorteil, dass es selbst bei einer sehr starken Beladung des Filters mit Partikeln nicht zu einem starken Anstieg des Gegendrucks im Filter kommen kann, dass also der Filter quasi nicht verstopfen kann. Dies hat im Dauerbetrieb entscheidende Vorteile gegenüber einem geschlossenen System. Ein  
25 offenes System hat weiterhin den Vorteil, dass der Abgasgegendruck nicht zu stark ansteigt.

Weiterhin bevorzugt ist ein Verfahren, bei dem das den Partikelfilter durchströmende Abgas das Reduktionsmittel umfasst. Bevorzugt kann das Reduktionsmittel die Regeneration des Partikelfilters, das heißt die Reaktion des eingelagerten  
30

Kohlenstoffs, befördern. Vorteilhafterweise umfasst das Reduktionsmittel eine Stickstoff- und Wasserstoffhaltige Verbindung, insbesondere Ammoniak.

5 Insbesondere ist der Partikelfilter so ausgebildet, dass eine möglichst gute Durchmischung des Abgases mit dem Reduktionsmittel erfolgt, insbesondere durch einen Aufbau des Partikelfilters, welcher eine Querströmung des Abgases von einem Kanal in mindestens einen benachbarten Kanal erlaubt. Dies kann beispielsweise durch die Ausbildung von Durchbrechungen in den Kanalwänden ermöglicht werden.

10

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Reduktionsmittel zumindest teilweise On-Board aus mindestens einem gasförmigen Edukt erzeugt.

15 Das heißt, das Reduktionsmittel wird nicht aus zusätzlichen an Bord eines Kraftfahrzeugs mitgeführten Vorräten, beispielsweise eines Reduktionsmittelvorläufers, sondern vielmehr aus gasförmigen Edukten erzeugt wird. Unter einem gasförmigen Edukt wird insbesondere auch Luft und/oder Abgas in beliebigen Mischungsverhältnissen verstanden. Grundsätzlich ist auch die alternative oder zusätzliche Zugabe von Stickstoff oder Sauerstoff möglich.

20

Insbesondere kann das Reduktionsmittel oder ein Vorläufer des Reduktionsmittels durch ein thermisches Plasma erzeugt oder dessen Erzeugung unterstützt werden. Insbesondere kann Ammoniak erzeugt werden wie in der DE 102 58 185 A1 beschrieben. Der Offenbarungsgehalt dieser Druckschrift wird im Hinblick auf die Erzeugung von Ammoniak mittels eines Plasmagenerators und eines entsprechenden Reduktionskatalysators in einem Nebenstrom und weiterhin insbesondere im Zusammenhang mit der entsprechenden Ausbildung des Plasmagenerators und dem entsprechenden Betrieb des Plasmagenerators voll inhaltlich in den Offenbarungsgehalt dieser Erfindung mit aufgenommen.

25  
30

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Reduktionsmittel On-Board zumindest teilweise aus einem Reduktionsmittelvorläufer erzeugt.

- 5 Als Reduktionsmittelvorläufer kann insbesondere bevorzugt Harnstoff eingesetzt werden. Der Harnstoff kann hier als Feststoff oder auch in Form einer Harnstoff-Wasser-Lösung zugegeben werden. Die Reduktionsmittelbereitstellung 1.1) umfasst in diesem Fall auch eine Pyro-, Thermo- und/oder Hydrolyse des Harnstoffs zu Ammoniak.

10

Die On-Board Erzeugung aus gasförmigen Edukten und aus mitgeführten nicht-gasförmigen Reduktionsmittelvorläufern können bevorzugt auch kombiniert ausgebildet werden. So ist es möglich, die On-Board Erzeugung von Ammoniak aus gasförmigen Edukten zur Abdeckung einer gewissen Grundlast zur Umsetzung  
15 von Stickoxiden einzusetzen, während das aus Reduktionsmittelvorläufern erzeugte Reduktionsmittel zur Abdeckung von Spitzen in der Stickoxidkonzentration, die umgesetzt werden müssen, dienen kann. Wird Ammoniak als Reduktionsmittel eingesetzt, so kann der Reduktionsmittelvorläufer insbesondere in Form von festem Harnstoff oder einer Harnstoff-Wasserlösung mitgeführt werden.

20

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Abgasaufbereitungseinheit vorgeschlagen, die eine Durchströmungsrichtung aufweist. Eine erfindungsgemäße Abgasaufbereitungseinheit umfasst

- 9.1) eine Reduktionsmittelzugabe;  
25 9.2) einen Partikelfilter und  
9.3) einen Reduktionskatalysator zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ).

Die Abgasaufbereitungseinheit kann insbesondere das erfindungsgemäße Verfahren  
30 umsetzen. Die Reduktionsmittelzugabe 9.1) ist geeignet, einen die Abgasaufbereitungseinheit durchströmenden Gasstrom ein Reduktionsmittel zur Reduktion

von Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) zuzugeben. Die Komponenten 9.1), 9.2) und 9.3) sind erfindungsgemäß so miteinander verbunden, dass ein Gasstrom die Komponenten 9.1), 9.2) und 9.3) in Durchströmungsrichtung nacheinander durchströmen kann.

5 Erfindungsgemäß wird der Partikelfilter 9.2) vom Reduktionsmittel, welches durch oder in der Reduktionsmittelzugabe 9.1) zugegeben werden kann durchströmt. Im Betrieb kann es so zu einer vorteilhaften Förderung einer kontinuierlichen Regeneration des Partikelfilters 9.2) durch das Reduktionsmittel kommen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn als Reduktionsmittel Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )  
10 eingesetzt wird. Hier kommt es zu den oben angegebenen Reaktionen. Darüber hinaus kommt es wegen der Chemisorption von Ammoniak am Kohlenstoff zu einer weiterhin deutlich verbesserten Regeneration des Partikelfilters. Insbesondere dann, wenn der Partikelfilter 9.2) und der Reduktionskatalysator 9.3) in einem Bauteil kombiniert werden, wird deutlich weniger Bauraum, insbesondere in  
15 Kraftfahrzeugen, benötigt, als wenn jede der zwei Komponenten einzeln ausgeführt wird.

Der Partikelfilter 9.2) kann insbesondere so ausgebildet sein, dass ein ihn durchströmendes Gas durchmischt wird. Im Betrieb kann so ein den Partikelfilter 9.2)  
20 durchströmendes Reduktionsmittel umfassendes Abgas möglichst homogenisiert werden, um so eine möglichst gleichmäßige Umsetzung der Stickoxide im Reduktionskatalysator 9.3) zu ermöglichen. Würde statt einem erfindungsgemäßen Verfahren beispielsweise ein mit einer entsprechenden SCR-Beschichtung versehener Partikelfilter vom Reduktionsmittel enthaltenden Abgas durchströmt, so würde  
25 das für die Regeneration des Partikelfilters nötige Stickstoffdioxid bereits im Anfangsbereich des Partikelfilters durch die SCR-Beschichtung umgesetzt, so dass dieses Stickstoffdioxid stromabwärts nicht mehr für die Regeneration zur Verfügung stehen würde. Auch deshalb ist das erfindungsgemäße Verfahren von Vorteil.

30

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Abgasaufbereitungseinheit umfasst die Reduktionsmittelzugabe 9.1) eine Einbringvorrichtung für einen Reduktionsmittelvorläufer und eine Pyro-, Thermo- und/oder Hydrolyseeinheit.

5

Als Reduktionsmittelvorläufer können hier bevorzugt Harnstoff, Ammoniumcarbamat, Isocyanensäure und/oder Cyanursäure zum Einsatz kommen, besonders bevorzugt ist hierbei der Einsatz von Harnstoff, insbesondere als Festharnstoff oder in Form einer wässrigen Harnstofflösung, möglich.

10

Als Hydrolyseeinheit kann insbesondere ein entsprechend beschichteter Katalysatorträgerkörper, welcher einer die Hydrolyse des Reduktionsmittelvorläufers fördernde Beschichtung aufweist, verwendet werden. Die Thermo- oder Pyrolyseeinheit kann die entsprechend benötigte Wärme insbesondere aus dem Abgas selbst erhalten, wobei also eine Thermolyse des Reduktionsmittelvorläufers dadurch erfolgt, dass das Abgas den Reduktionsmittelvorläufer auf eine Temperatur oberhalb einer entsprechenden Thermolysetemperatur aufheizt. Weiterhin können alternativ oder zusätzlich weitere Thermolyseeinheiten eingesetzt werden, die beispielsweise auch eine beheizte Struktur wie einen elektrisch beheizbaren Wabenkörper umfassen können.

20

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Abgasaufbereitungseinheit umfasst die Reduktionsmittelzugabe 9.1) einen Reduktionsmittelgenerator, der geeignet ist, Reduktionsmittel aus mindestens einem gasförmigen Edukt in der Abgasaufbereitungseinheit zu erzeugen.

25

Eine solche On-Board Erzeugung von Reduktionsmittel wie insbesondere von Ammoniak kann bevorzugt durch ein System mit einem entsprechend ausgestalteten und betreibbaren Plasmagenerator umfassen. In Bezug auf einen entsprechenden Ammoniakgenerator der einen Plasmagenerator umfasst, wird auf die DE 102 58 185 A1 verwiesen, deren Offenbarungsgehalt insbesondere im Zusammenhang

30

mit der Ausbildung und dem Betrieb des Plasmagenerators, der Ausbildung der Elektroden und der Ausbildung im Nebenstrang in den Offenbarungsgehalt dieser Erfindung mit aufgenommen wird.

- 5 Insbesondere kann als Reduktionsmittel Ammoniak zum Einsatz kommen.

Besonders bevorzugt ist ein die Ausbildung einer Abgasaufbereitungseinheit, bei der dem Reduktionsmittelkatalysator 9.3) ein Oxidationskatalysator nachgeschaltet ist. Insbesondere kann ein Wabenkörper ausgebildet sein, welcher in einem vorderen Teilbereich eine Reduktionskatalystorbeschichtung zu Beginn des Reduktionskatalysators 9.3) und in einem hinteren Bereich eine Oxidationskatalysatorbeschichtung umfasst. Der nachgeschaltete Oxidationskatalysator dient insbesondere als Sperrkatalysator, welcher gegebenenfalls ein Durchbrechen des Reduktionsmittels, insbesondere Ammoniak, oxidiert und somit wirkungsvoll das Austreten von Ammoniak in die Atmosphäre verhindert.

Bevorzugt ist die Ausbildung einer Abgasaufbereitungseinheit, bei der der Partikelfilter 9.2) und der Reduktionskatalysator 9.3) in einem Bauteil ausgebildet sind. Hierzu kann ein entsprechend ausgebildeter Wabenkörper geformt werden, welcher in seinem stromabwärtigen Bereich mit einer Reduktionskatalysatorbeschichtung versehen ist. Die Integration eines nachgeschalteten Oxidationskatalysators auf demselben Träger ist weiterhin erfindungsgemäß und vorteilhaft möglich.

- 25 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Abgasaufbereitungseinheit umfasst der Partikelfilter 9.2) mindestens einen durchgängigen Strömungskanal.

Unter einem durchgängigen Strömungskanal wird hier insbesondere ein Kanal verstanden, der nicht verschlossen ist. Durch einen solchen Kanal kann also nicht nur Gas durchströmen, sondern dieser ist grundsätzlich auch von einem festen

Partikel durchquerbar, ohne dass dieses in einer porösen Wand hängen bleibt. Insbesondere ist es möglich, dass ein durchgängiger Strömungskanal von einem Gas durchströmt wird, ohne dass dieses Gas eine der Wandungen des Kanals durchströmen muss. Ein durchgängiger Strömungskanal weist somit einen geometrischen Strömungsquerschnitt auf, der über die gesamte Länge des Strömungskanals nicht null wird. Ein Filter mit mindestens einem solchen durchgängigen Strömungskanal wird insbesondere als offener Filter bezeichnet.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Abgasaufbereitungseinheit umfasst der Partikelfilter 9.2) mindestens eine metallische Lage. Besonders bevorzugt ist in diesem Zusammenhang, dass der Partikelfilter 9.2) mindestens eine, zumindest teilweise, poröse metallische Lage und mindestens eine zumindest teilweise als Blechlage ausgebildete Lage umfasst.

Besonders bevorzugt ist hierbei eine Ausgestaltung, bei der ein Wabenkörper aus im Wesentlichen glatten und zumindest teilweise strukturierten Lagen aufgebaut ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die im Wesentlichen glatten Lagen zumindest teilweise aus einem für ein Fluid durchströmbar Material ausgebildet. Insbesondere kann ein erster Bereich dieser Lagen aus einem zumindest teilweise durchströmbar Material gebildet sein, während ein in Längsrichtung sich darin anschließender zweiter Bereich aus einem nicht für ein Fluid durchströmbar Material wie beispielsweise einem dünnen Blech gebildet ist. Die zumindest teilweise strukturierten Lagen können beispielsweise gewellte Blechfolien umfassen. Unter einer zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbar Lage oder einem entsprechend zumindest teilweise für ein fluid durchströmbar Material werden insbesondere Fasermaterialien und hierbei gewebte und nicht gewebte Fasermaterialien, sowie poröse Sintermetallelemente verstanden, die durch Sintern von beispielsweise Partikeln und/oder Fasern hergestellt werden können. So kann ein Wabenkörper hergestellt werden, der in einem ersten Bereich einem Partikelfilter und in einem zweiten Bereich einen SCR-Katalysator umfasst. Hierbei werden bevorzugt die Glattlagen im Filterbereich aus porösem

Material gebildet, welches besonders bevorzugt nicht beschichtet ist, während die SCR-Katalysatorbereiche der Glattlagen aus einer entsprechend beschichteten Blechfolie gebildet werden. Gegenüber dem porösem Material der Glattlagen liegend ist im ersten Bereich der Welllagen eine entsprechende Strukturierung vorgesehen, die dazu führt, dass ein Abgas, welches diesen Körper durchströmt hin zu den glatten porösen Lagen gelenkt wird. Hier können auch Durchbrechungen und entsprechende Leitstrukturen vorgesehen werden, die eine entsprechende lokale Umlenkung der Strömung bewirken. Im SCR-Katalysator-Bereich der strukturierten Lagen können insbesondere auch Mikrostrukturierungen mit einer Strukturierungsamplitude ausgebildet werden, die kleiner als die grundsätzliche Strukturierungsamplitude der zumindest teilweise strukturierten Lagen ist. Insbesondere können in diesem Bereich auch in beiden Lagenarten, also sowohl in den zumindest teilweise strukturierten Lagen als auch in den im Wesentlichen glatten Lagen Durchbrechungen ausgebildet werden, insbesondere auch Durchbrechungen, deren Abmessungen größer als die Strukturierungswiederholungslängen der zumindest teilweise strukturierten Lagen in diesem Bereich. So bilden sich neben den bereits vorhandenen Kanälen auch so genannten Kavitäten, die Räume darstellen, in die das Abgas aus mehreren Kanälen und aus denen das Abgas in mehrere Kanäle strömen kann. In diesen Kavitäten kommt es in besonders vorteilhafter Weise zur Verwirbelung der Strömung. Es kann eine Querverteilung der Gasströmung erfolgen, weiterhin wird der Kontakt der umzusetzenden Stoffe mit der katalytisch beschichteten Oberfläche verbessert, da eine Durchmischung und Verwirbelung des den Körper durchströmenden Gasstroms erfolgt. Der Teil des Körpers, der als Reduktionskatalysator 9.3) dienen kann, kann ferner als Abschluss eine entsprechende Oxidationskatalysatorbeschichtung als Sperrkat zur Verhinderung des Durchbruchs von Ammoniak umfassen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Abgasaufbereitungseinheit wird der Partikelfilter 9.2) und/oder der Reduktionskatalysator 9.3)

- aus mindestens einer zumindest teilweise strukturierten und gegebenenfalls mindestens einer im Wesentlichen glatten Lage oder
- durch Stapeln mindestens einer zumindest teilweise strukturierten und gegebenenfalls mindestens einer im Wesentlichen glatten Lage und verwinden  
5        mindestens eines Stapels  
aufgebaut.

Unter einer zumindest teilweise strukturierten Lage versteht man in diesem Zusammenhang eine Lage, die aus einer ebenen Form in eine solche Struktur ge-  
10        bracht worden ist, dass diese Strukturen im Zusammenwirken mit einer im wesentlichen glatten oder einer anderen oder derselben zumindest teilweise strukturierten Lage durchgängige Strukturen, beispielsweise Kanäle eines späteren Trägerkörpers bilden. Insbesondere wird unter einer Strukturierung einer Lage nicht ein Aufwickeln oder Verwinden dieser Lage verstanden. Unter einer zumindest  
15        teilweise strukturierten Lage versteht man eine Lage, die zumindest in Teilbereichen eine entsprechende Strukturierung umfasst. Unter einer im Wesentlichen glatten Lage versteht man eine Lage, die eine Strukturierung umfassen kann, wobei diese Strukturierung jedoch im Bezug auf ihre Amplitude deutlich kleiner ist als die Strukturen der zumindest teilweise strukturierten Lage. Solche so genannte  
20        Mikrostrukturen können insbesondere nicht in der Erstreckungsrichtung der Kanäle verlaufen, sondern in einem Winkel zu diesen, so dass diese eine bessere Durchmischung eines den Körper durchströmenden Gases befördern und insbesondere auch die Bildung laminarer Randströmungen vermeiden.

25        Unter einer Lage versteht man hier insbesondere eine metallische Lage, bevorzugt eine Blechfolie, eine Fasermatte, eine poröse Sinterlage und Kombinationen mindestens zweier dieser Elemente. Unter einer Kombination dieser Elemente wird insbesondere auch eine Lage verstanden, die in einem ersten Längsbereich beispielsweise aus einem porösen Material wie beispielsweise einer Faserlage oder  
30        einem entsprechendem Sinterwerkstoff und in einem zweiten Längsbereich aus einer Blechfolie besteht, die durch ein fügetechnisches Verfahren, insbesondere

ein Widerstandsschweiß- oder Lötverfahren, miteinander verbunden sind. Das Verwinden der Stapel kann gleich- oder gegensinnig erfolgen. Die hier beschriebenen Körper können insbesondere bevorzugt zum Aufbau eines offenen Filters eingesetzt werden.

5

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Abgasaufbereitungseinheit ist in Durchströmungsrichtung stromaufwärts des Partikelfilters 9.2) ein zweiter Oxidationskatalysator ausgebildet. Dieser kann insbesondere zur Oxidation von Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) dienen und kann somit die relative Konzentration des Stickstoffdioxids an den Stickoxiden vergrößern. Dieses Stickstoffdioxid kann in vorteilhafter Weise im Rahmen beispielsweise eines CRT-Verfahrens (Continuous Regeneration Trap, kontinuierlich regenerierende Partikelfalle) eingesetzt werden. Hierbei können insbesondere die oben dargelegten Reaktionen ablaufen.

15

Ein solches System hat den Vorteil, dass nicht wie bei aus dem Stand der Technik bekannten diskontinuierlichen Regenerationsprozessen entweder ein weiteres Reagenz mitgeführt werden muss oder Kraftstoff zur Aufheizung des Partikelfilters eingesetzt werden muss. Somit sinkt im Vergleich zu solchen Systemen der Kraftstoffverbrauch.

20

Zudem lassen sich als Reduktionsmittelzugabe 9.1) die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren und Vorrichtungen einsetzen, insbesondere eine Zugabe eines Reduktionsmittelvorläufers und dessen anschließende Zersetzung oder Umsetzung zu einem Reduktionsmittel oder aber auch eine On-Board-Generation des Reduktionsmittels, wie beispielsweise oben an Hand eines Plasmagenerators beschrieben. Unter einem Reduktionsmittelvorläufer wird hier insbesondere ein Stoff verstanden, welcher zu Reduktionsmittel reagieren oder welcher Reduktionsmittel abgeben kann. Die Abspaltung des Reduktionsmittels kann beispielsweise thermolytisch oder hydrolytisch erfolgen. Bevorzugt wird Harnstoff als Reduktionsmittelvorläufer eingesetzt, welcher thermo- und/oder hydrolytisch

25  
30

Ammoniak als Reduktionsmittel freisetzen kann. Insbesondere wird Harnstoff in Form von Feststoffpartikeln und/oder in Form einer wässrigen Harnstofflösung zugegeben. In diesem Fall umfasst Schritt 1.1) des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. die entsprechende Reduktionsmittelvorgabe 9.1) Mittel zur Hydrolyse und/oder Thermolyse des Harnstoffs zumindest zum Teil zu Ammoniak. Weitere Reduktionsmittelvorläufer stellen bevorzugt Ammoniumcarbamat, Isocyanensäure und Cyanursäure dar.

Die oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren offenbarten Details und Vorteile sind auf eine erfindungsgemäße Abgasaufbereitungseinheit anwendbar und übertragbar. Dies gilt auch für im Rahmen der erfindungsgemäßen Abgasaufbereitungseinheit offenbarte Details, die in gleicher Weise auf das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar und übertragbar sind.

Im Folgenden soll die Erfindung näher an Hand der beigefügten Zeichnungen beschrieben werden, ohne dass die Erfindung auf die dort dargelegten Ausführungsbeispiele und Vorteile beschränkt wäre. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2 schematisch ein Detail eines Partikelfilters;

Fig. 3 schematisch ein Detail aus einem Partikelfilter;

Fig. 4 schematisch ein Detail eines Reduktionskatalysators;

Fig. 5 schematisch ein einen Partikelfilter, einen Reduktionskatalysator und einen Oxidationskatalysator umfassend Bauteil;

Fig. 6 schematisch ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 7 schematisch ein Beispiel einer Reduktionsmittelzugabe.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Abgasaufbereitungseinheit 1, die eine Reduktionsmittelzugabe 2, einen Partikelfilter 3 und einen Reduktionskatalysator 4 zur Re-

duktion von Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) mittels des SCR-(selective catalytic reduction, selektive katalytische Reduktion) Verfahrens umfasst. Die Abgasaufbereitungseinheit 1 weist eine bevorzugte Durchströmungsrichtung 5 auf. Die Reduktionsmittelzugabe 2, der Partikelfilter 3 und der Reduktionskatalysator 4 sind in Fig. 1 als getrennte Bauteile aufgeführt, diese können jedoch zumindest teilweise auch in einem einzigen Bauteil gemeinsam ausgebildet sein. Dies gilt insbesondere für eine Kombination des Partikelfilters 3 mit dem Reduktionskatalysator 4. Erfindungsgemäß sind die Reduktionsmittelzugabe 2, der Partikelfilter 3 und Reduktionskatalysator so miteinander verbunden, dass ein Gasstrom in Durchströmungsrichtung 5 zunächst durch die Reduktionsmittelzugabe 2, dann durch den Partikelfilter 3 und dann durch den Reduktionskatalysator 4 strömen kann. Insbesondere gewährleistet die erfindungsgemäße Anordnung, dass der Partikelfilter 3 durch Reduktionsmittel enthaltendes Gas durchströmbar ist. Im Betrieb ist die Abgasaufbereitungseinheit 1 so angeordnet, dass das eine Verbrennungskraftmaschine verlassende Abgas zunächst die Reduktionsmittelzugabe 2 durchströmt.

Bei der Reduktionsmittelzugabe 2 kann es sich beispielsweise um ein Mittel handeln, mit welchem ein Reduktionsmittel, bevorzugt Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) im Abgasstrom aus einem Reduktionsmittelvorläufer wie beispielsweise Harnstoff erzeugt wird. Hierzu weist die Reduktionsmittelzugabe 2 entsprechend ausgebildete (nicht gezeigte) Mittel auf, mittels derer einerseits Reduktionsmittelvorläufer zugegeben werden kann und andererseits die Abspaltung oder Erzeugung von Reduktionsmittel aus dem Reduktionsmittelvorläufer gewährleistet werden kann. Beispielsweise kann hier die Zugabe von Harnstoff als Reduktionsmittelvorläufer in fester Form erfolgen, wobei eine Thermo- und/oder Hydrolyse des Harnstoffs an einem entsprechenden Hydrolysekatalysator erfolgen kann. Weiterhin kann der Harnstoff auch in Form einer wässrigen Harnstofflösung direkt auf einen Hydrolysekatalysator erfolgen.

Weiterhin kann auch das Reduktionsmittel, bevorzugt ein Stickstoff- und Wasserstoffhaltiges Reagenz, besonders bevorzugt Ammoniak, aus mindestens einem

- gasförmigen Edukt direkt in der Abgasaufbereitungseinheit 1 On-Board erzeugt werden. Hierzu kann beispielsweise die Reduktionsmittelzugabe einen Plasmagenerator im Nebenstrom umfassen, mittels welchem ein insbesondere Stickstoffmonoxidhaltiger Gasstrom im Nebenstrom erzeugt wird, wobei die Stickoxide dieses Gasstroms an einem Wabenkörper mit Reduktionsspeicherbeschichtung chemisorbiert und als Nitrite oder Nitrate gespeichert werden. Daraufhin kann mit einem Wasserstoffhaltigen Gasstrom eine Reaktion mit diesen Nitriten und Nitraten zu Ammoniak erfolgen.
- 10 In Durchströmungsrichtung 5 stromabwärts der Reduktionsmittelzugabe 2 ist ein Partikelfilter 3 ausgebildet. Der Partikelfilter kann insbesondere als offener Partikelfilter 2 ausgebildet sein, welcher mindestens einen durchgängigen Strömungskanal aufweist.
- 15 Der Partikelfilter 2 kann insbesondere einen entsprechend ausgebildeten Wabenkörper umfassen. Bevorzugt ist hierbei eine Ausbildung, bei der wie in Fig. 2 gezeigt aus zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbaren, im Wesentlichen glatten Lagen 6 und zumindest teilweise strukturierten Lagen 7 aufgebaut ist. Fig. 2 zeigt schematisch einen Ausschnitt aus einem entsprechenden Partikelfilter 3.
- 20 Der Partikelfilter 3 wird durch Aufwickeln mindestens einer zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbaren, im Wesentlichen glatten Lage 6 und wenigstens einer zumindest teilweise strukturierte Lage 7 oder durch Stapeln solcher Lagen 6, 7 und anschließendes Verwinden mindestens eines solchen Stapels. Die Strukturen 8 der zumindest teilweise strukturierten Lage 7 bilden gemeinsam mit der zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbaren, im Wesentlichen glatte Lage 6 für ein Fluid durchströmbare Strömungskanäle 9. Diese Strömungskanäle 9 sind durchgängig, das heißt der Querschnitt dieser Kanäle ist an keiner Stelle des Partikelfilters 3 gänzlich blockiert. Ein mit Partikeln 10 beladener Abgasstrom 11 durchströmt den Partikelfilter 3. Durch Durchbrechungen 12 und Leitschaufeln 13
- 30 in der zumindest teilweise strukturierten Lage 7 wird der Abgasstrom 11 hin zu den zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbaren, im Wesentlichen glatten

Lagen 6 gelenkt. Hier kommt es zu einer Anlagerung zumindest eines Teils der Partikel 10 im zumindest teilweise für Fluid durchströmbaren Material 6. Die Ausbildungen der Durchbrechungen 12 und Leitschaufeln 13 führt zu einem Druckgefälle durch die zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbare im Wesentlichen glatte Lage 6, welche den Abgasstrom 11 durch diese Lage hindurch bedingt.

Unter einer zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbaren Lage wird eine zumindest teilweise metallische Lage verstanden, die zumindest in Teilbereichen porös ist. Hierbei kann es sich insbesondere um metallische Faserlagen handeln, die verwebt oder nicht verwebt werden oder auch um entsprechend ausgebildete metallische Sinterlagen, bei denen eine Porosität durch eine entsprechende Versinterung von Pulver oder auch von Fasern erreicht wird. Die zumindest teilweise strukturierte Lage 7 kann insbesondere auch aus einer dünnen Blechfolie hergestellt werden.

Die Durchbrechungen 12 und Leitschaufeln 13 erlauben eine Umlenkung des Abgasstroms 11 von einem Strömungskanal 9 in einen benachbarten Strömungskanal 9. Dies führt insbesondere auch zu einer Durchmischung des den Partikelfilter 3 durchströmenden Abgases und somit zu einer möglichst homogenen Verteilung des Reduktionsmittels im Abgas.

Fig. 3 zeigt schematisch ein weiteres Beispiel eines Partikelfilters 3. Die Abgasströme 11 werden durch die Leitschaufeln 13 und die Durchbrechungen 12 hin zu den zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbaren im Wesentlichen glatten Lagen 6 gelenkt. Die Durchbrechungen 12 und Leitschaufeln 13 sind in zumindest teilweise strukturierten Lagen 7 ausgebildet. Diese zumindest teilweise strukturierten Lagen 7 weisen im Wesentlichen wellenförmige Strukturen 8 auf, die mit der im wesentlichen glatten Lage 6 für ein Fluid durchströmbaren Strömungskanäle 9 bildet. Die zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbare, im Wesentlichen glatte Lage 6 weist anströmseitig einen Verstärkungsbereich 14 auf, der be-

vorzugt aus einer Blechfolie gebildet ist, die an der zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbare, im Wesentlichen glatten Lage 6 angebracht oder einen entsprechenden Teil der zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbaren, im Wesentlichen glatten Lage 6 umfängt. Die Verbindung kann insbesondere durch fü-  
5 getechnische Verfahren erreicht werden, beispielsweise durch entsprechende Schweiß-, bevorzugt Widerstandsschweißverfahren oder durch Hart-Löt-Verbindungen. Der Verstärkungsbereich 14 kann in vorteilhafter Weise ein auf der Pulsatilität des Abgasstroms 11 beruhendes Ausfransen der Kanten der zu-  
mindest teilweise für ein Fluid durchströmbaren im wesentlichen glatten Lagen  
10 verhindern. Der Verstärkungsbereich 14 kann in vorteilhafter Weise mit einer katalytisch aktiven Beschichtung versehen sein, insbesondere so dass der Verstärkungsbereich 14 einen zweiten Oxidationskatalysator 35 umfasst, der die Oxidation von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid katalysiert. Stickstoffdioxid stellt ein Oxidationsmittel für Kohlenstoff dar, so dass durch den zweiten Oxidationska-  
15 talysator 35, der auch auf einem separaten, stromaufwärts des Partikelfilters 3 liegenden Wabenkörper ausgebildet sein kann, die Regeneration des Partikelfilters 3 durch verstärkte Oxidation des Kohlenstoffs in den Partikeln gefördert wird.

Die Durchbrechungen 12 und Leitschaukeln 13 führen weiterhin insbesondere zu  
20 einer möglichst homogenen Verteilung des Reduktionsmittels im den Partikelfilter 3 durchströmenden Abgasstrom 11.

Wie Fig. 1 zu entnehmen ist, ist in Durchströmungsrichtung 5 stromabwärts des Partikelfilters 3 ein Reduktionskatalysator 4 ausgebildet, welcher so aufgebaut  
25 und insbesondere beschichtet ist, dass eine selektive katalytische Reduktion von Stickoxiden ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) zu molekularem Stickstoff erfolgen kann. Bei dem Reduktionskatalysator 4 handelt es sich bevorzugt um einen Wabenkörper, welcher für ein Fluid durchströmbare Hohlräume umfasst. Insbesondere kann es sich hierbei um einen keramischen Monolithen handeln, welcher beispielsweise handels-  
30 üblich entsprechend extrudiert wird. Weiterhin kann der Wabenkörper aus im Wesentlichen glatten und zumindest teilweise strukturierten metallischen Lagen auf-

gebaut sein, beispielsweise indem zumindest eine zumindest teilweise strukturier-  
te Lage und wenigstens eine im Wesentlichen glatte metallische Lage gemeinsam  
aufgewickelt werden oder indem Stapel aus mindestens einer zumindest teilweise  
5 strukturierten metallischen Lage und gegebenenfalls mindestens einer im Wesent-  
lichen glatten Lage gestapelt und mindestens einer dieser Stapel zu einem Waben-  
körper verwunden werden. Der Reduktionskatalysator 4 umfasst eine Beschich-  
tung, die eine die selektive Reduktion von Stickoxiden katalysierende Wirkung  
aufweisen. Insbesondere kann eine Titandioxid (Anatas) getragene Vanadium-  
Wolfram-Mischoxid-Beschichtung vorliegen oder eine metallausgetauschte Zeo-  
10 lithe umfassende Beschichtung. Insbesondere kann es sich hier um Eisenzeolithe  
handeln. Bevorzugt handelt es sich bei den metallausgetauschten Zeolithen um  
Zeolithe der Arten X, Y, ZSM-5 oder ZSM-11.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel eines möglichen Reduktionskatalysators 4 im Ausschnitt.  
15 Der Reduktionskatalysator 4 umfasst einen Wabenkörper, der im Wesentlichen  
glatte Lagen 15 und zumindest teilweise strukturierten Lagen 7 umfasst. Der Ab-  
gasstrom in diesem Strömungskanal 9 ist durch die Pfeile 11 angedeutet. Die im  
Wesentlichen glatte Lage 15 weist Durchbrechungen 12 auf, die als Ausnehmung  
in der glatten Lage ohne hervorstehende Bereiche gebildet ist. Diese gelochte, im  
20 Wesentlichen glatte Lage 15 liegt gegenüber einer zumindest teilweise strukturier-  
ten Lage 7, die Ausklinkungen 16 aufweist. Durch das Zusammenwirken der  
Durchbrechungen 12 sowie der Ausklinkungen 16 wird eine gute Durchmischung  
der Abgasströme 11 erreicht, die im Zusammenwirken mit einer hier nicht gezeig-  
ten auf den Lagen 7, 15 ausgebildeten Beschichtung zu einer guten Umsetzung  
25 der Stickoxide führt. Durch die Durchbrechungen 12 und Ausklinkungen 16 kann  
es weiterhin zum Austausch von Abgas zwischen benachbarten Kanälen kommen.

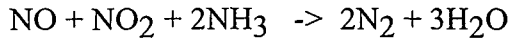
Die Fig. 2 bis 4 stellen bevorzugte Ausführungsformen dar, der Partikelfilter 3  
und der Reduktionskatalysator 4 können auch anders ausgebildet sein.

Fig. 5 zeigt schematisch ein Bauteil 17. Dieses Bauteil 17 stellt einen Trägerkörper dar. Das Bauteil 17 ist so ausgebildet, dass es im vorliegenden Ausführungsbeispiel drei Bereiche in Durchströmungsrichtung 5 umfasst. Der in Durchströmungsrichtung 5 erste Bereich 18 umfasst einen Partikelfilter 3. Dieser Partikelfilter 3 ist bevorzugt offen ausgebildet und besonders bevorzugt wie in den Fig. 3 oder 4 im Detail gezeigt. In Durchströmungsrichtung 5 an den ersten Bereich 18 anschließend ist ein zweiter Bereich 19 ausgebildet, der als Reduktionskatalysator 4 dient. Dieser Bereich ist insbesondere so ausgebildet wie in Fig. 4 gezeigt. In Durchströmungsrichtung 5 ist fakultativ an den zweiten Bereich 19 anschließend ein dritter Bereich 20 ausgebildet, welcher einen Oxidationskatalysator 21 umfasst. Das Bauteil 17 ist bevorzugt aus zumindest teilweise strukturierten Lagen 7 und im Wesentlichen glatten Lagen 6, 15 ausgebildet. Insbesondere weisen dann die jeweiligen Lagen 6, 7, 15, den oben gezeigten Beispielen entsprechende Bereiche auf, die nach Bildung des Bauteils 17 den Bereichen 18, 19, 20 entsprechen. So kann beispielsweise eine strukturierte Lage ausgebildet sein, die in dem ersten Bereich 18 entsprechenden Teilbereich Strukturen 8 aufweist, unbeschichtet ist und Durchbrechungen 12 und Leitstrukturen 13 aufweist, während sie in dem zweiten Bereich 19 entsprechenden Teilbereich beschichtet ist und Ausklüngen 16 aufweist. Entsprechend kann eine im Wesentlichen glatte Lage 6 in einem dem ersten Bereich 18 entsprechenden Bereich aus einem für ein Fluid durchströmbar Material 6 ausgebildet und unbeschichtet sein, während sie in einem dem zweiten Teilbereich 19 entsprechenden Teilbereich aus einer entsprechenden ausgebildeten Blechfolie, insbesondere mit Durchbrechungen 12 ausgebildet ist. In einem solchen Fall kann die glatte Lage im ersten Bereich 18 unbeschichtet sein, während im zweiten Bereich 19 eine entsprechende Beschichtung ausgebildet ist.

Ein solches Bauteil 17 kann, wie in Fig. 6 gezeigt, vorteilhafterweise mit einer entsprechenden Reduktionsmittelzugabe 2 erfindungsgemäß gemeinsam ausgebildet sein.

Fig. 6 zeigt schematisch eine Abgasbehandlungseinheit 1 umfassend eine Reduktionsmittelzugabe 2. Die Reduktionsmittelzugabe 2 umfasst einen Hydrolysekatalysator 22 und eine Einbringvorrichtung 23, durch die in Durchströmungsrichtung 5 stromaufwärts des Hydrolysekatalysators 22 ein Reduktionsmittelvorläufer zugegeben werden kann. Im Betrieb der Abgasaufbereitungseinheit 1 erfolgt nach Erreichen der Anspring- oder „Light-Off“-Temperatur des Hydrolysekatalysators 22 eine Hydrolyse des Reduktionsmittelvorläufers. Bevorzugt wird als Reduktionsmittelvorläufer Harnstoff eingesetzt. Dieser Harnstoff kann mittels der Einbringvorrichtung 23 in Form einer Harnstoff-Wasser-Lösung oder in Form eines Feststoffes zugegeben werden. Am Hydrolysekatalysator 22 erfolgt dabei eine Thermolyse und/oder Hydrolyse des Harnstoffs. Hierbei wird der Harnstoff ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO) mit Wasser (H<sub>2</sub>O) zu Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) umgesetzt. Das hierzu nötige Wasser ist regelmäßig im Abgas von Verbrennungskraftmaschinen als Nebenprodukt enthalten. Der den Hydrolysekatalysator 22 verlassende Abgasstrom enthält damit Reduktionsmittel, bevorzugt Ammoniak. Dieser mit Ammoniak oder Reduktionsmittel beladene Abgasstrom durchströmt dann zunächst den Partikelfilter 3, der Teil des Bauteils 17 ist. Hier erfolgt wie oben beschrieben eine verbesserte Umsetzung der Russpartikel mittels des vorhandenen Ammoniaks. Bevorzugt kann stromaufwärts der Reduktionsmittelzugabe 2 ein Oxidationskatalysator ausgebildet sein, mit welchem Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid umgesetzt wird. Im Partikelfilter 3 erfolgt eine Anlagerung der im Abgas enthaltenen Kohlenstoff umfassenden Partikel an entsprechenden Filterelementen, bevorzugt wie oben dargelegt an porösen oder hochporösen Wandbereichen von Strömungskanälen 9.

Nach Durchströmen des Partikelfilters 3 durchströmt der nach wie vor Ammoniak enthaltende Abgasstrom den Reduktionskatalysator 4, der ebenfalls ein Bereich des Bauteils 17 ist. Hier erfolgt eine selektive katalytische Reduktion der im Abgas vorhandenen Stickoxide (NO<sub>x</sub>) mit dem Reduktionsmittel zu molekularem Stickstoff und Wasser beispielsweise wie folgt:



Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 6 ist der Oxidationskatalysator 21 nicht Teil des Bauteils 17, sondern diesem nachgeschaltet. Hierzu ist ein separater Oxidationskatalysator 21 ausgebildet.

Fig. 7 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Reduktionsmittelzugabe 2. Diese Reduktionsmittelzugabe 2 umfasst einen Reduktionsmittelgenerator 34. Der Reduktionsmittelgenerator 34 umfasst einen Plasmagenerator 24. Dieser Plasmagenerator 24 wird mit einem Stickstoff und Sauerstoff enthaltenden Gasstrom als Betriebsgas betrieben. Der Plasmagenerator 24 ist insbesondere so ausgebildet und wird so betrieben, wie in der DE 102 58 185 A1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt im Hinblick auf die Gestaltung des Plasmagenerators und den Betrieb des Plasmagenerators in den Offenbarungsgehalt dieser Erfindung aufgenommen wird.

Den Plasmagenerator 24 verlässt ein Stickstoffmonoxidhaltiger Gasstrom 25. Daran anschließend ist ein erster Gasstrang 26 und ein zweiter Gasstrang 27 ausgebildet. Diese Gasstränge 26, 27 können wechselweise durchströmt werden. Der erste Gasstrang 26 umfasst ein erstes Speicherreduktionselement 28, während der zweite Gasstrang 27 ein zweites Speicherreduktionselement 29 umfasst. Jedes dieser Speicherreduktionselemente 28, 29 ist so ausgebildet, insbesondere mit einer solchen Beschichtung versehen, dass eine Chemisorption von Stickoxiden, bevorzugt von Stickstoffmonoxid, möglich ist. Hierbei erfolgt eine Speicherung in Form von Nitriten und Nitraten. Wird nun ein Speicherreduktionselement 28, 29, welches mit Nitriten und Nitraten beladen ist, von einem Wasserstoffhaltigen Gasstrom durchströmt, so reduziert der Wasserstoff die Nitrite und Nitrate zu Ammoniak. Somit kann ein Ammoniakhaltiger Gasstrom bereitgestellt werden. Zum Zwecke der Bereitstellung eines solchen Ammoniakhaltigen Gasstroms kann ein Wasserstoffhaltiger Gasstrom 30 durch die Speicherreduktionselemente 28, 29 geleitet werden. Ein solcher Wasserstoffhaltiger Gasstrom 30 kann insbesondere

ein Spalt- oder Synthesegas umfassen, welches mittels eines Reformers aus Kraftstoff und/oder Kohlenwasserstoffen hergestellt wird. Dies erfolgt insbesondere durch partielle Oxidation.

5 Im Betrieb der Reduktionsmittelzugabe 2 durchströmt das Stickstoffmonoxidhaltige Gas 25 entweder den ersten 26 oder den zweiten Gasstrang 27. Sofern dieser Stickstoffmonoxidhaltige Gasstrom 25 den ersten Gasstrang 26 durchströmt, erfolgt im ersten Speicherreduktionselement 28 eine Chemisorption der im Stickstoffmonoxidhaltigen Gasstrom 25 umfassten Stickoxide. Gleichzeitig wird der  
10 zweite Gasstrang 27 durch ein Wasserstoffhaltiges Gas 30 durchströmt, so dass die Nitrite und Nitrate in zumindest teilweise gefüllten zweiten Speicherreduktionselement 29 zu Ammoniak reagieren. Somit wird jeweils gleichzeitig ein Ammoniakhaltiger Gasstrom 31 generiert, während gleichzeitig im jeweils anderen Gasstrang ein im Regelfall Sauerstoffhaltiger Abgasstrom 32 erzeugt wird,  
15 welcher abgegeben wird.

Der Ammoniakhaltige Gasstrom 31 wird dann erfindungsgemäß dem Partikelfilter 3 und später dem Reduktionskatalysator 4 als Reduktionsmittel zugeführt. Die Abfallgasströme 32 können gegebenenfalls noch über einen Oxidationskatalysator  
20 in die Abgasleitung geführt werden. Die Lenkung der jeweiligen Gasströme erfolgt über Ventile 33, die entsprechend gesteuert und/oder geregelt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Abgasbehandlungseinheit ermöglichen in vorteilhafter Weise die gleichzeitige Reduktion des Anteils  
25 von Partikeln und Stickoxiden im Abgas. Als Reduktionsmittel wird insbesondere Ammoniak eingesetzt. Durch die Durchleitung eines Ammoniakhaltigen Gasstroms durch den Partikelfilter 3 wird die Regeneration des Partikelfilters 3 in vorteilhafter Weise begünstigt. Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung erlauben es im Vergleich zu aus dem Stand der Technik  
30 bekannten entsprechenden Systemen bei gleicher Umsetzungsrate mit einem

geringeren Kraftstoffmehrverbrauch auszukommen und gleichzeitig den zur Verfügung stehenden Bauraum zu reduzieren.

## Bezugszeichenliste

|    |    |   |
|----|----|---|
| 5  | 1  | Abgasaufbereitungseinheit   |
|    | 2  | Reduktionsmittelzugabe  |
|    | 3  | Partikelfilter  |
|    | 4  | Reduktionskatalysator   |
|    | 5  | Durchströmungsrichtung  |
| 10 | 6  | zumindest teilweise für ein Fluid durchströmbare, im Wesentlichen glatte Lage |
|    | 7  | zumindest teilweise strukturierte Lage  |
|    | 8  | Struktur  |
|    | 9  | Strömungskanal  |
| 15 | 10 | Partikel  |
|    | 11 | Abgasstrom  |
|    | 12 | Durchbrechung   |
|    | 13 | Leitstruktur  |
|    | 14 | Verstärkungsbereich   |
| 20 | 15 | im Wesentlichen glatte Lage   |
|    | 16 | Ausklüftung   |
|    | 17 | Bauteil   |
|    | 18 | erster Bereich  |
|    | 19 | zweiter Bereich   |
| 25 | 20 | dritter Bereich   |
|    | 21 | Oxidationskatalysator   |
|    | 22 | Hydrolysekatalysator  |
|    | 23 | Einbringvorrichtung   |
|    | 24 | Plasmagenerator   |
| 30 | 25 | Stickstoffmonoxidhaltiger Gasstrom  |
|    | 26 | erster Gasstrang  |

- 27 zweiter Gasstrang
- 28 erstes Speicherreduktionselement
- 29 zweites Speicherreduktionselement
- 30 Wasserstoffhaltiger Gasstrom
- 5 31 Ammoniakhaltiger Gasstrom
- 32 Abfallgasstrom
- 33 Ventil
- 34 Reduktionsmittelgenerator
- 35 zweiter Oxidationskatalysator

## Patentansprüche

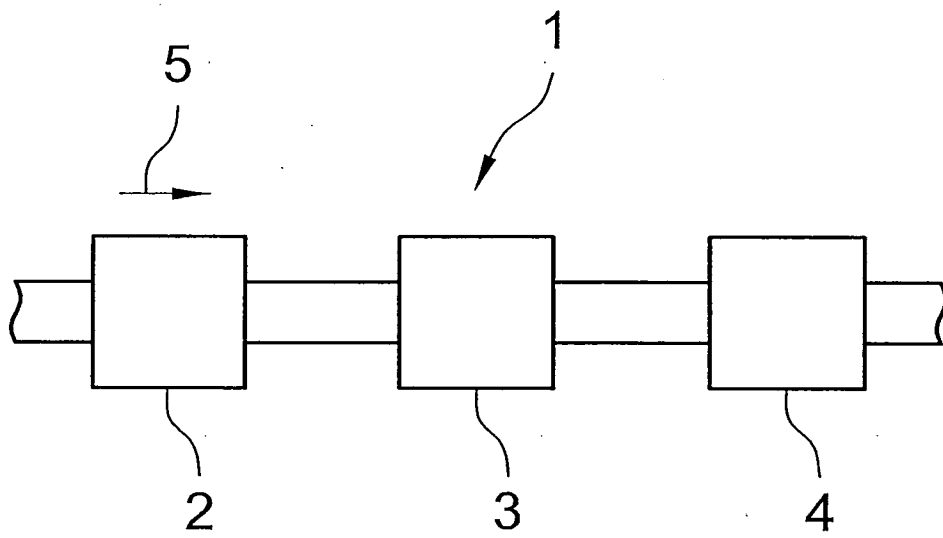
1. Verfahren zur Reduzierung des Partikel- und Stickoxidanteils in einem Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine, bei dem  
5  
1.1) ein Reduktionsmittel im Abgasstrom (11) bereitgestellt wird,  
1.2) der das Reduktionsmittel umfassende Abgasstrom (11) einer Partikelfilterung unterzogen wird und dann  
1.3) eine selektive katalytische Reduktion zumindest eines Teils der Stickoxide im Abgasstrom (11) erfolgt.  
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Partikelfilterung 1.2) in einem Partikelfilter (3) vorgenommen wird.
- 15 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Reduktionsmittel eine Stickstoff- und Wasserstoffhaltige Verbindung umfasst.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Reduktionsmittel Ammoniak umfasst.  
20
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Reduktionsmittel zumindest teilweise on-board aus mindestens einem gasförmigen Edukt erzeugt wird.
- 25 6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem als Edukt mindestens eines der folgenden Gase eingesetzt wird:
  - 6.1) Sauerstoff;
  - 6.2) Stickstoff;
  - 6.3) Luft; und
  - 30 6.4) Abgas.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Reduktionsmittel on-board zumindest teilweise aus einem Reduktionsmittelvorläufer erzeugt wird.
- 5 8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem als Reduktionsmittelvorläufer Harnstoff eingesetzt wird.
9. Abgasaufbereitungseinheit (1), die eine Durchströmungsrichtung (5) aufweist, umfassend
- 10 9.1) eine Reduktionsmittelzugabe (2);  
9.2) einen Partikelfilter (3); und  
9.3) einen Reduktionskatalysator (4) zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>),  
wobei die Reduktionsmittelzugabe (2) geeignet ist, einem die Abgasaufbereitungseinheit (1) durchströmenden Gasstrom ein Reduktionsmittel zur Reduktion von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) zuzugeben, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten so miteinander verbunden sind, dass ein Gasstrom die Komponenten 9.1), 9.2) und 9.3) in Durchströmungsrichtung (5) nacheinander durchströmen kann.
- 15
- 20 10. Abgasaufbereitungseinheit (1) nach Anspruch 9, bei der die Reduktionsmittelzugabe (2) eine Einbringvorrichtung (23) für einen Reduktionsmittelvorläufer und eine Pyro-, Thermo- und/oder Hydrolyseeinheit (22) umfasst.
- 25 11. Abgasaufbereitungseinheit nach Anspruch 9 oder 10, bei der die Reduktionsmittelzugabe (2) einen Reduktionsmittelgenerator (34) umfasst, der geeignet ist, Reduktionsmittel aus mindestens einem gasförmigen Edukt in der Abgasaufbereitungseinheit (1) zu erzeugen.
- 30 12. Abgasaufbereitungseinheit nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei der das Reduktionsmittel Ammoniak ist.

13. Abgasaufbereitungseinheit nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei der dem Reduktionskatalysator (4) ein Oxidationskatalysator (21) nachgeschaltet ist.
- 5 14. Abgasaufbereitungseinheit nach einem der Ansprüche 9 bis 13, bei der der Partikelfilter (3) und der Reduktionskatalysator (4) in einem Bauteil (17) ausgebildet sind.
- 10 15. Abgasaufbereitungseinheit nach einem der Ansprüche 9 bis 14, bei der der Partikelfilter (3) mindestens einen durchgängigen Strömungskanal (9) umfasst.
16. Abgasaufbereitungseinheit nach einem der Ansprüche 9 bis 15, bei der der Partikelfilter (3) mindestens eine metallische Lage (6, 7, 15) umfasst.
- 15 17. Abgasaufbereitungseinheit nach Anspruch 16, bei der der Partikelfilter (3) mindestens eine zumindest teilweise poröse metallische Lage (6) und mindestens eine zumindest teilweise als Blechlage ausgebildete Lage (7) umfasst.
- 20 18. Abgasaufbereitungseinheit nach Anspruch 16 oder 17, bei der der Partikelfilter (3) und/oder der Reduktionskatalysator (4) durch
- Wickeln mindestens einer zumindest teilweise strukturierten (7) und gegebenenfalls mindestens einer im Wesentlichen glatten Lage (6, 15)
  - 25 oder
  - Stapeln mindestens einer zumindest teilweise strukturierten (7) und gegebenenfalls mindestens einer im wesentlichen glatten Lage (6, 15) und Verwinden mindestens eines Stapels
- ausgebildet ist.
- 30

19. Abgasaufbereitungseinheit nach einem der Ansprüche 9 bis 18, bei der in Durchströmungsrichtung stromaufwärts des Partikelfilters (3) ein zweiter Oxidationskatalysator (35) zur Oxidation von Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) ausgebildet ist.

FIG. 1



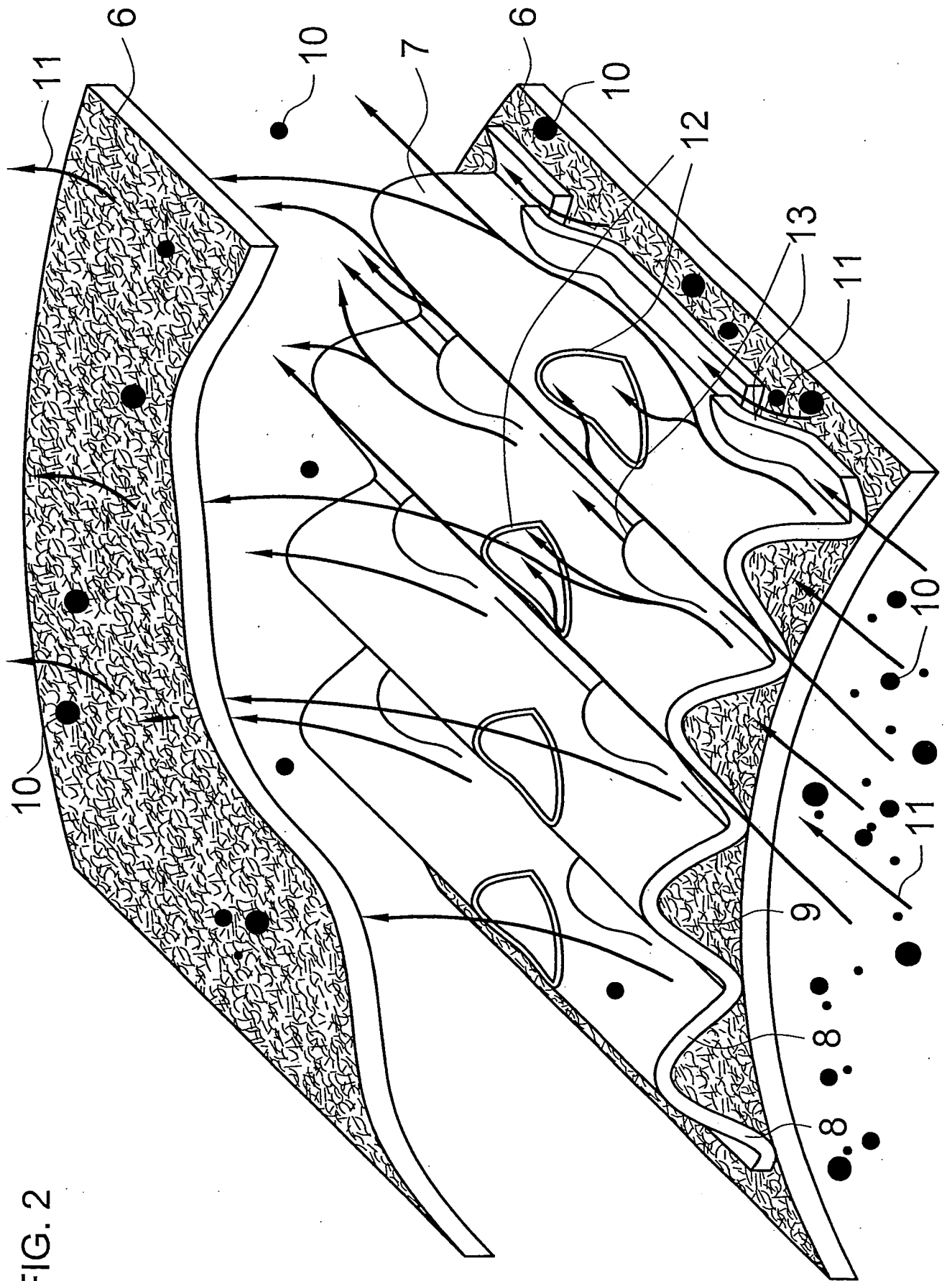


FIG. 2

FIG. 3

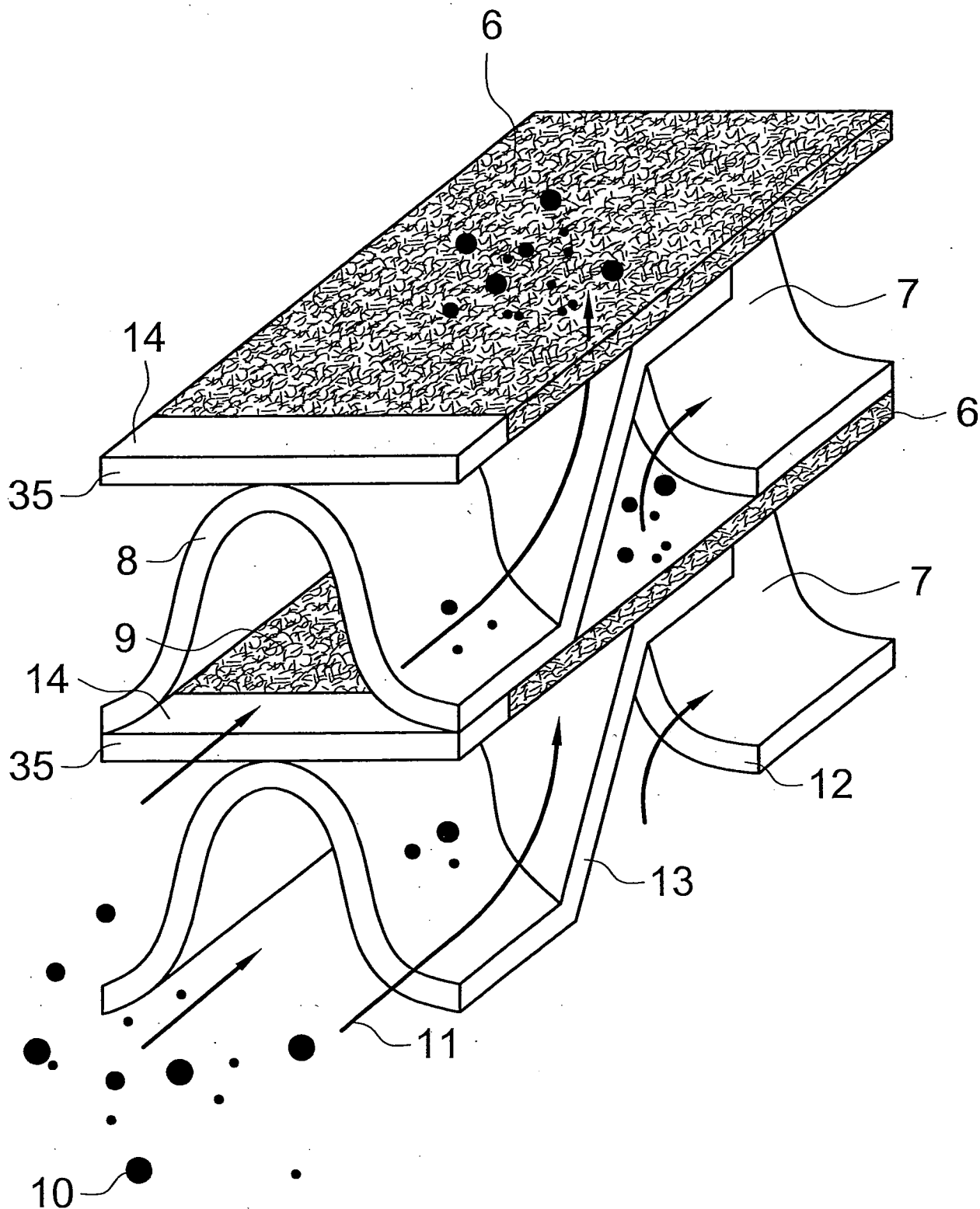


FIG. 4

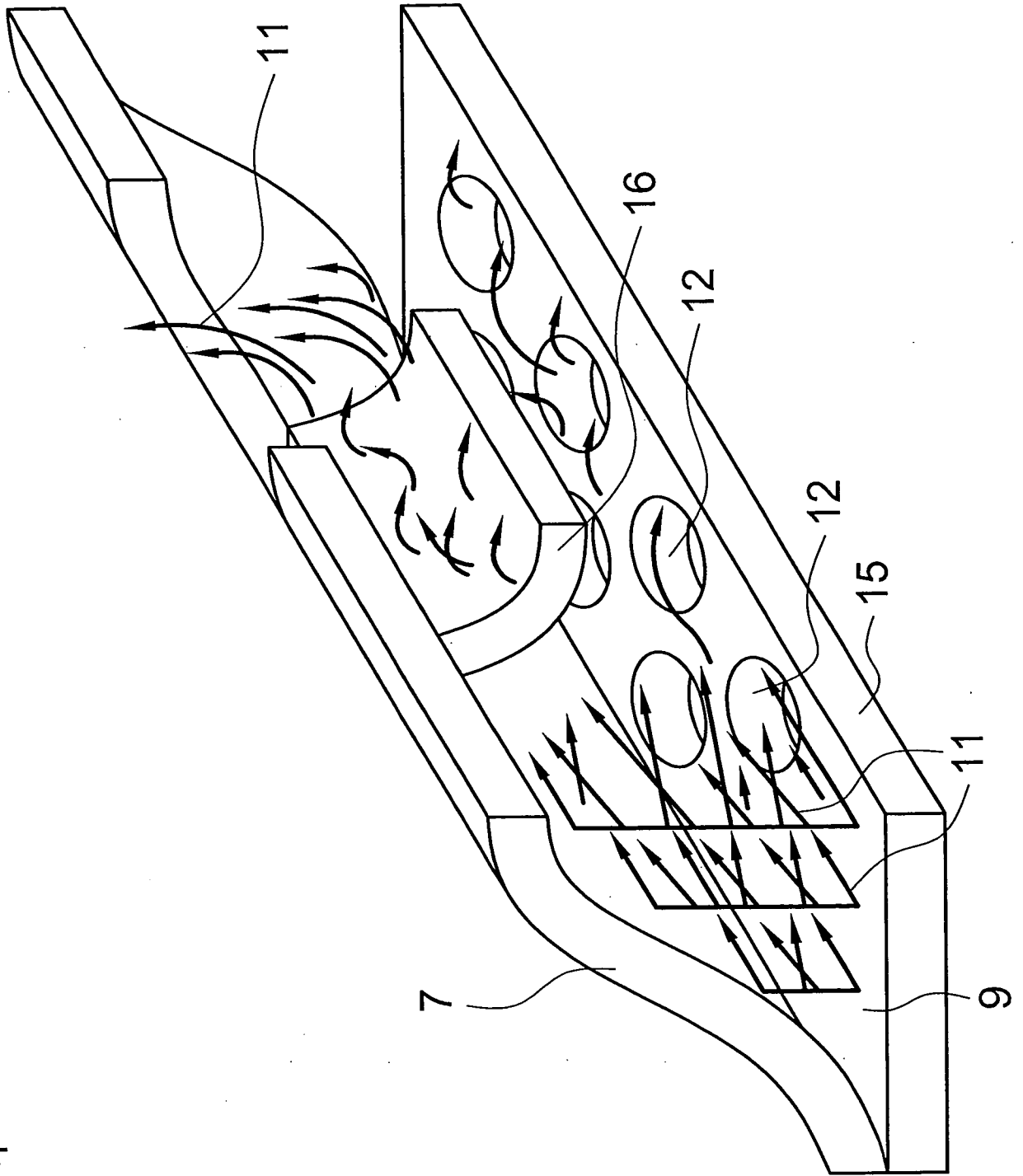


FIG. 5

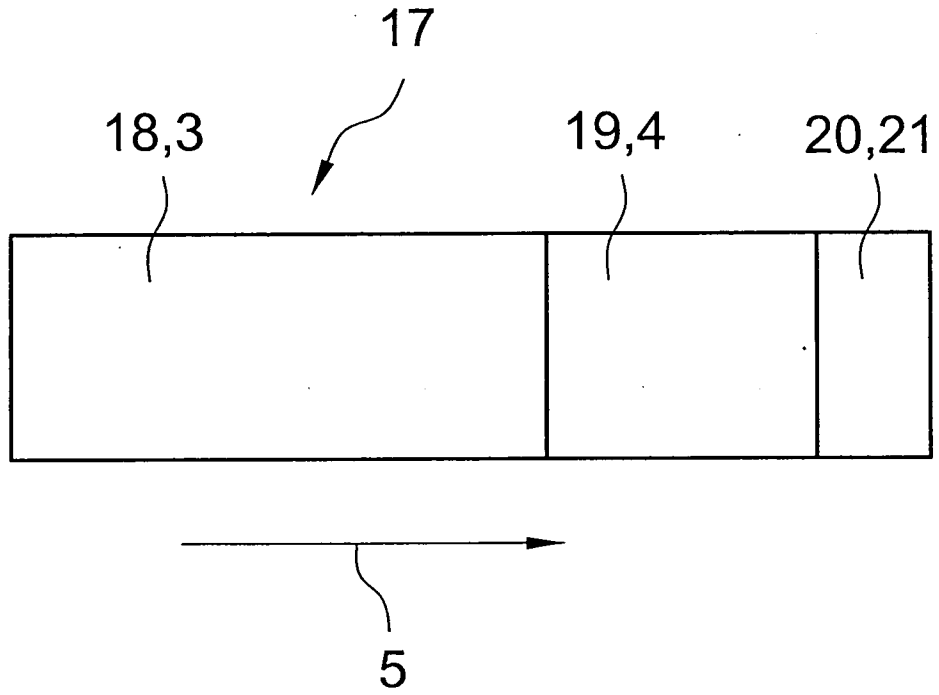


FIG. 6

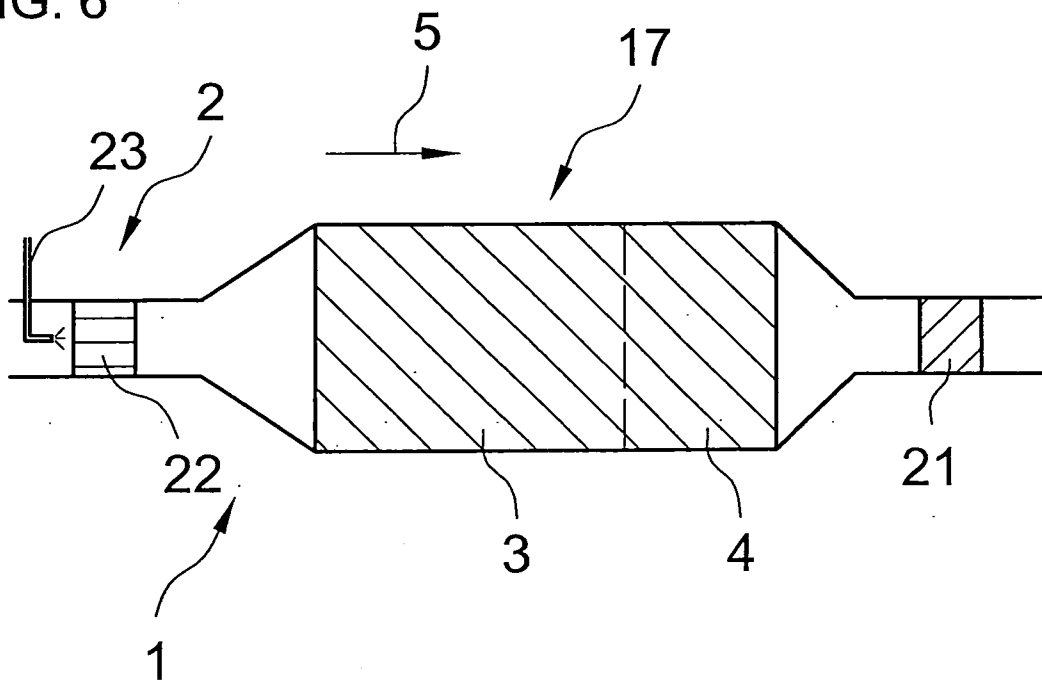
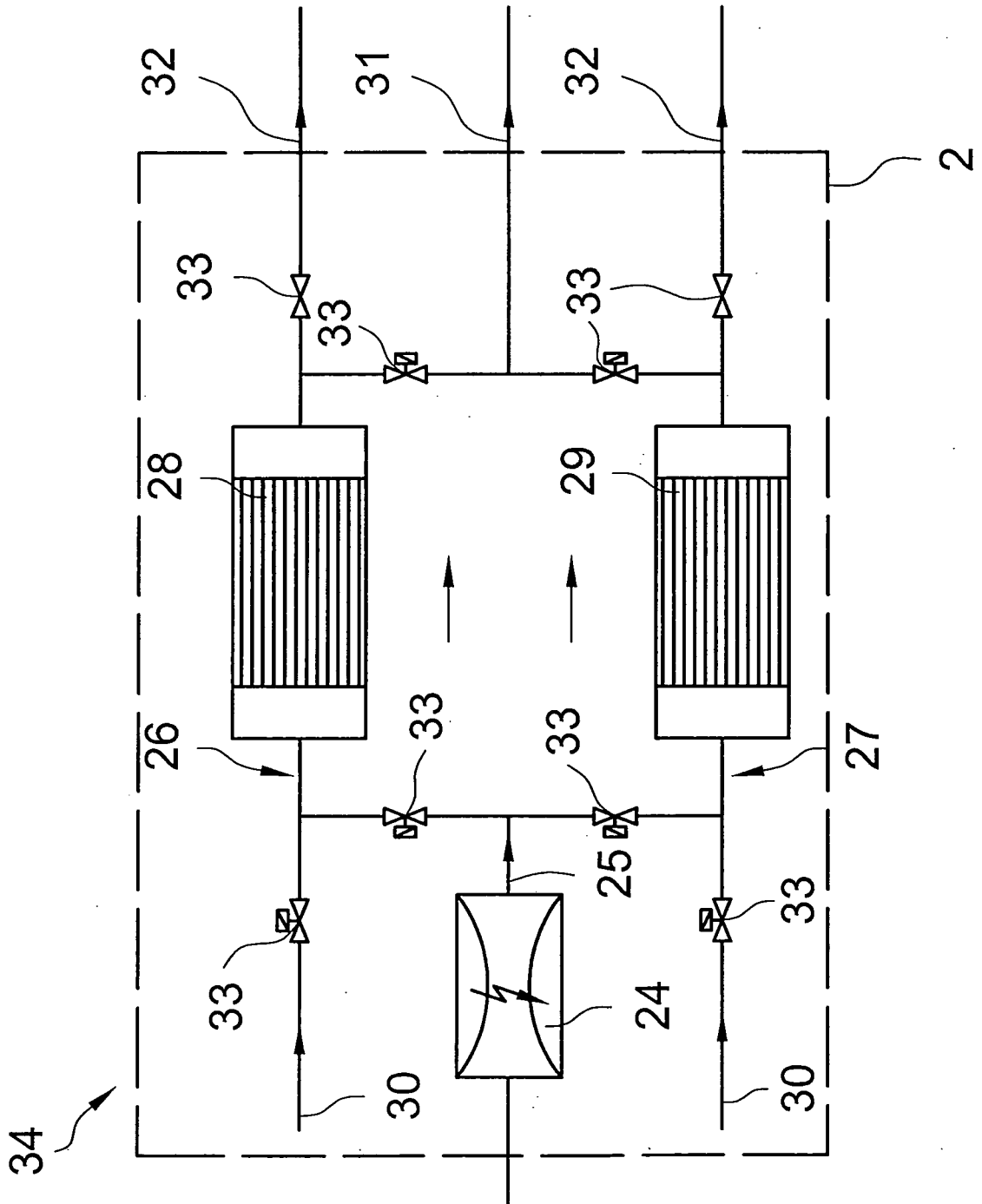


FIG. 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/006397

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. B01D53/94 F01N3/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| P,X       | EP 1 617 051 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR])<br>18 January 2006 (2006-01-18)<br>paragraphs [0019], [0035], [0055], [0056]; figure 2     | 1-15,19               |
| X         | DE 101 28 414 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 19 December 2002 (2002-12-19)<br>paragraphs [0026] - [0031], [0036] - [0042]; claims; figures 1,3,4 | 1-6,<br>9-12,19       |
| Y         |   | 15-18                 |
|           | -----<br>-/--   |                       |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 November 2006

Date of mailing of the international search report

06/12/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Eijkenboom, Thomas

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/006397

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.  |
|-----------|---|------------------------|
| X         | CHANDLER G ET AL: "EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS ANSPRECHVERHALTEN LEICHTER DIESEL OXIDATIONSKATALYSATOREN FACTORS AFFECTING THE LIGHT-OFF PERFORMANCE OF LIGHT-DUTTY DIESEL OXIDATIONS CATALYSTS"<br>AACHENER KOLLOQUIUM FAHRZEUG- UND MOTORENTECHNIK, 2000, pages 1063-1078, XPO01015125<br>page 1074, last paragraph - page 1076, paragraph 4; figure 11<br>----- | 1-13,19                |
| X         | WO 2004/111401 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; SCHALLER JOHANNES [DE]; VEIGEL WOLFRAM [DE]; L) 23 December 2004 (2004-12-23)<br>page 4, line 14 - line 16<br>page 6, line 12 - page 7, line 9<br>page 8, line 21 - line 30; figure 1<br>-----  | 1-4,<br>7-10,12,<br>19 |
| X         | US 2003/180195 A1 (CHAPMAN KENNETH HAZEL [GB] ET AL) 25 September 2003 (2003-09-25)<br>paragraphs [0009], [0010], [0024], [0025], [0049], [0052]; figure 1<br>-----   | 1-4,9,<br>13-16,19     |
| X         | EP 1 338 770 A2 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 27 August 2003 (2003-08-27)<br>paragraphs [0010], [0011], [0022] - [0026]; claims; figures<br>-----  | 1-5,<br>7-13,19        |
| X         | WO 00/74823 A (JOHNSON MATTHEY PLC [GB]; BRISLEY ROBERT JAMES [GB]; TWIGG MARTYN VINC) 14 December 2000 (2000-12-14)<br>page 6, line 21 - page 7, line 18; claims; figure<br>-----  | 1-4,7-9,<br>12,13,19   |
| Y         | WO 01/92692 A (EMITEC EMISSIONSTECHNIK [DE]; BRUECK ROLF [DE]; REIZIG MEIKE [DE]) 6 December 2001 (2001-12-06)<br>cited in the application<br>claims; figures<br>-----  | 15-18                  |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/006397

| Patent document cited in search report |    | Publication date |    | Patent family member(s) | Publication date |
|--|----|------------------|----|-------------------------|------------------|
| EP 1617051                             | A  | 18-01-2006       | FR | 2873158 A1              | 20-01-2006       |
| DE 10128414                            | A1 | 19-12-2002       | DE | 50205122 D1             | 05-01-2006       |
|  |    |                  | WO | 02100519 A1             | 19-12-2002       |
|  |    |                  | EP | 1395351 A1              | 10-03-2004       |
|  |    |                  | JP | 2004532374 T            | 21-10-2004       |
|  |    |                  | US | 2004237507 A1           | 02-12-2004       |
| WO 2004111401                          | A  | 23-12-2004       | DE | 10324013 A1             | 16-12-2004       |
| US 2003180195                          | A1 | 25-09-2003       | AT | 318370 T                | 15-03-2006       |
|  |    |                  | DE | 60117379 T2             | 12-10-2006       |
|  |    |                  | EP | 1290318 A1              | 12-03-2003       |
|  |    |                  | WO | 0196717 A1              | 20-12-2001       |
| EP 1338770                             | A2 | 27-08-2003       | DE | 10207986 A1             | 04-09-2003       |
|  |    |                  | US | 2003209011 A1           | 13-11-2003       |
| WO 0074823                             | A  | 14-12-2000       | DE | 60001421 D1             | 20-03-2003       |
|  |    |                  | DE | 60001421 T2             | 14-08-2003       |
|  |    |                  | EP | 1198284 A1              | 24-04-2002       |
|  |    |                  | JP | 2003501579 T            | 14-01-2003       |
|  |    |                  | US | 6696031 B1              | 24-02-2004       |
| WO 0192692                             | A  | 06-12-2001       | AU | 1194902 A               | 11-12-2001       |
|  |    |                  | CN | 1432100 A               | 23-07-2003       |
|  |    |                  | DE | 10026696 A1             | 20-12-2001       |
|  |    |                  | EP | 1285153 A1              | 26-02-2003       |
|  |    |                  | JP | 2003535253 T            | 25-11-2003       |
|  |    |                  | US | 2003086837 A1           | 08-05-2003       |

|   |   |   |
|---|---|---|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES<br>INV. B01D53/94 F01N3/20  |   |   |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC   |   |   |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE  |   |   |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>B01D F01N   |   |   |
| Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen   |   |   |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)<br>EPO-Internal, WPI Data   |   |   |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN   |   |   |
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr.                                      |
| P, X  | EP 1 617 051 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR])<br>18. Januar 2006 (2006-01-18)<br>Absätze [0019], [0035], [0055], [0056];<br>Abbildung 2            | 1-15, 19  |
| X   | DE 101 28 414 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 19. Dezember 2002 (2002-12-19)<br>Absätze [0026] - [0031], [0036] - [0042];<br>Ansprüche; Abbildungen 1, 3, 4 | 1-6,<br>9-12, 19  |
| Y   |   | 15-18   |
|   | -----<br>-/--   |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie  |   |   |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)<br>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br>*&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |   |   |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche   |   | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts      |
| 27. November 2006   |   | 06/12/2006  |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016   |   | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Eijkenboom, Thomas |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |  |                        |
|---|--|------------------------|
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr.     |
| X   | CHANDLER G ET AL: "EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS ANSPRECHVERHALTEN LEICHTER DIESEL OXIDATIONSKATALYSATOREN FACTORS AFFECTING THE LIGHT-OFF PERFORMANCE OF LIGHT-DUTTY DIESEL OXIDATIONS CATALYSTS"<br>AACHENER KOLLOQUIUM FAHRZEUG- UND MOTORENTECHNIK, 2000, Seiten 1063-1078, XP001015125<br>Seite 1074, letzter Absatz - Seite 1076, Absatz 4; Abbildung 1 | 1-13,19                |
| X   | WO 2004/111401 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; SCHALLER JOHANNES [DE]; VEIGEL WOLFRAM [DE]; L) 23. Dezember 2004 (2004-12-23)<br>Seite 4, Zeile 14 - Zeile 16<br>Seite 6, Zeile 12 - Seite 7, Zeile 9<br>Seite 8, Zeile 21 - Zeile 30; Abbildung 1  | 1-4,<br>7-10,12,<br>19 |
| X   | US 2003/180195 A1 (CHAPMAN KENNETH HAZEL [GB] ET AL)<br>25. September 2003 (2003-09-25)<br>Absätze [0009], [0010], [0024], [0025], [0049], [0052]; Abbildung 1   | 1-4,9,<br>13-16,19     |
| X   | EP 1 338 770 A2 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE])<br>27. August 2003 (2003-08-27)<br>Absätze [0010], [0011], [0022] - [0026]; Ansprüche; Abbildungen  | 1-5,<br>7-13,19        |
| X   | WO 00/74823 A (JOHNSON MATTHEY PLC [GB]; BRISLEY ROBERT JAMES [GB]; TWIGG MARTYN VINC) 14. Dezember 2000 (2000-12-14)<br>Seite 6, Zeile 21 - Seite 7, Zeile 18; Ansprüche; Abbildung   | 1-4,7-9,<br>12,13,19   |
| Y   | WO 01/92692 A (EMITEC EMISSIONSTECHNIK [DE]; BRUECK ROLF [DE]; REIZIG MEIKE [DE])<br>6. Dezember 2001 (2001-12-06)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Ansprüche; Abbildungen   | 15-18                  |

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/006397

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 1617051   | A  | 18-01-2006                    | FR 2873158 A1                     | 20-01-2006                    |
| DE 10128414  | A1 | 19-12-2002                    | DE 50205122 D1                    | 05-01-2006                    |
|  |    |                               | WO 02100519 A1                    | 19-12-2002                    |
|  |    |                               | EP 1395351 A1                     | 10-03-2004                    |
|  |    |                               | JP 2004532374 T                   | 21-10-2004                    |
|  |    |                               | US 2004237507 A1                  | 02-12-2004                    |
| WO 2004111401                                      | A  | 23-12-2004                    | DE 10324013 A1                    | 16-12-2004                    |
| US 2003180195                                      | A1 | 25-09-2003                    | AT 318370 T                       | 15-03-2006                    |
|  |    |                               | DE 60117379 T2                    | 12-10-2006                    |
|  |    |                               | EP 1290318 A1                     | 12-03-2003                    |
|  |    |                               | WO 0196717 A1                     | 20-12-2001                    |
| EP 1338770   | A2 | 27-08-2003                    | DE 10207986 A1                    | 04-09-2003                    |
|  |    |                               | US 2003209011 A1                  | 13-11-2003                    |
| WO 0074823   | A  | 14-12-2000                    | DE 60001421 D1                    | 20-03-2003                    |
|  |    |                               | DE 60001421 T2                    | 14-08-2003                    |
|  |    |                               | EP 1198284 A1                     | 24-04-2002                    |
|  |    |                               | JP 2003501579 T                   | 14-01-2003                    |
|  |    |                               | US 6696031 B1                     | 24-02-2004                    |
| WO 0192692   | A  | 06-12-2001                    | AU 1194902 A                      | 11-12-2001                    |
|  |    |                               | CN 1432100 A                      | 23-07-2003                    |
|  |    |                               | DE 10026696 A1                    | 20-12-2001                    |
|  |    |                               | EP 1285153 A1                     | 26-02-2003                    |
|  |    |                               | JP 2003535253 T                   | 25-11-2003                    |
|  |    |                               | US 2003086837 A1                  | 08-05-2003                    |