



(10) **DE 10 2009 033 635 B4 2020.11.05**

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 033 635.4**
 (22) Anmeldetag: **17.07.2009**
 (43) Offenlegungstag: **03.02.2011**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **05.11.2020**

(51) Int Cl.: **B01D 53/94 (2006.01)**
F01N 3/035 (2006.01)
B01J 29/06 (2006.01)
B01J 23/56 (2006.01)
B01J 37/02 (2006.01)
B01J 21/06 (2006.01)
B01J 23/10 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Umicore AG & Co. KG, 63457 Hanau, DE

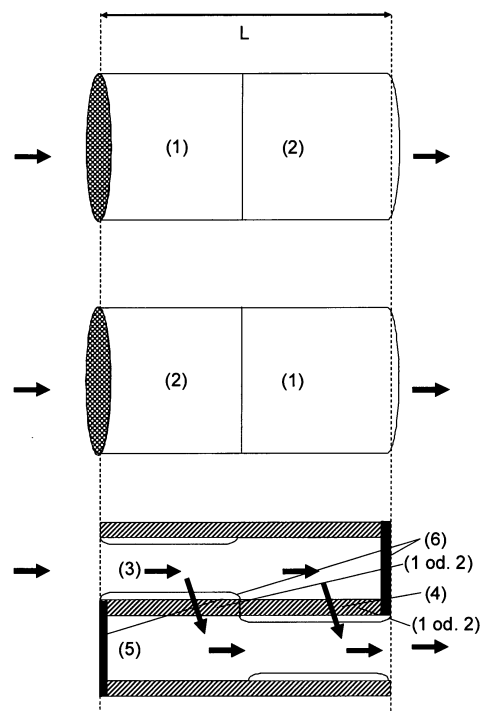
(56) Ermittelter Stand der Technik:

(72) Erfinder:
Dornhaus, Franz, Dr., 60599 Frankfurt, DE; Frantz, Stéphanie, Dr., 63457 Hanau, DE; Grisstede, Ina, Dr., 68165 Mannheim, DE

DE	37 35 151	A1
DE	10 2006 038 042	A1
GB	2 256 375	A
WO	2008/ 101 585	A1

(54) Bezeichnung: **Katalytisch aktives Partikelfilter mit Schwefelwasserstoff-Sperrfunktion, seine Verwendung und Verfahren zur Entfernung von Stickoxiden und Partikeln**

(57) Hauptanspruch: Katalytisch aktives Partikelfilter enthaltend einen Filterkörper, eine Kupferverbindung und eine oxidationsaktive, katalytische Beschichtung, die mindestens ein katalytisch aktives Platingruppenmetall enthält, wobei die Kupferverbindung in einer zweiten auf den Filterkörper aufgetragenen Beschichtung vorliegt, wobei als Kupferverbindung Kupferoxid oder ein mit einer zu Kupferoxid zersetzlichen Vorläuferverbindung imprägniertes, hochoberflächiges, hochschmelzendes Trägeroxid oder Mischungen davon oder Mischungen von Kupferoxid mit unbehandeltem, hochoberflächigem, hochschmelzendem Trägeroxid eingesetzt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung weiterhin eine oder mehrere Zeolithverbindungen ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Zeolith β (Zeolith beta), Zeolith Y, ZSM-5 und Mischungen davon enthält.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein katalytisch aktives Partikelfilter, das zusätzlich zu den für Partikelfilter typischen Eigenschaften eine Schwefelwasserstoff-Sperrwirkung aufweist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Entfernung von Stickoxiden und Partikeln aus dem Abgas von überwiegend mager betriebenen Verbrennungsmotoren (sogenannte „Magermotoren“) unter Verwendung des erfindungsgemäßen katalytisch aktiven Partikelfilters.

[0002] Das Abgas von Magermotoren enthält neben Kohlenmonoxid CO, Kohlenwasserstoffen HC und Stickoxiden NO_x einen relativ hohen Sauerstoffgehalt von bis zu 15 Vol.-%. Hinzu kommt zumindest im Falle von Dieselmotoren auch noch eine Partikelemission, die überwiegend aus Rußrückständen und gegebenenfalls organischen Agglomeraten besteht und aus einer partiell unvollständigen Kraftstoffverbrennung im Zylinder herrührt.

[0003] Die Einhaltung der Abgasgrenzwerte, die durch die zukünftig gültigen Abgasgesetzgebungen in Europa, Nordamerika und Japan vorgeschrieben sind, erfordert für Dieselfahrzeuge und mit Umstellung des Partikelemissionsgrenzwertes von den bisher üblichen Partikelmasse-bezogenen Bezugsgrößen auf Partikelzahl-bezogene Bezugsgrößen voraussichtlich auch für Fahrzeuge mit überwiegend mager betriebenen Otto-Motor neben einer Stickoxidentfernung aus dem Abgas („Entstickung“) auch dessen Reinigung von Partikeln. Die Schadgase Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe können aus dem mageren Abgas durch Oxidation an einem geeigneten Oxidationskatalysator unschädlich gemacht werden. Die Reduktion der Stickoxide zu Stickstoff ist wegen des hohen Sauerstoffgehaltes wesentlich schwieriger. Für die Entfernung der Partikelemissionen ist der Einsatz spezieller Partikelfilter unumgänglich.

[0004] Bekannte Verfahren zur Entfernung von Stickoxiden aus Abgasen sind zum einen Verfahren zur selektiven katalytischen Reduktion (Selective Catalytic Reduktion SCR) mittels Ammoniak, und zum anderen Verfahren unter Verwendung von Stickoxid-Speicherkatalysatoren (NO_x Storage Catalyst NSC).

[0005] Die Reinigungswirkung von Stickoxid-Speicherkatalysatoren beruht darauf, daß in einer mageren Betriebsphase des Motors die Stickoxide vom Speicher material des Speicherkatalysators vorwiegend in Form von Nitraten gespeichert werden. Ist die Speicherkapazität des NSC erschöpft, so muß der Katalysator in einer darauffolgenden fetten Betriebsphase des Motors regeneriert werden. Dies bedeutet, daß die zuvor gebildeten Nitrate zersetzt und die wieder freiwerdenden Stickoxide mit den reduzierenden Abgasanteilen am Speicherkatalysator zu Stickstoff, Kohlendioxid und Wasser umgesetzt werden. Die Arbeitsweise von Stickoxid-Speicherkatalysatoren wird ausführlich in der SAE-Schrift SAE 950809 beschrieben. Dabei kann es während fetter Betriebsphasen insbesondere bei höheren Betriebstemperaturen über dem Stickoxid-Speicherkatalysator zur Bildung von Schwefelwasserstoff (H₂S) kommen. Der zu H₂S umgesetzte Schwefel stammt ursprünglich aus organischen Schwefelverbindungen im Kraftstoff bzw. aus während des motorischen Verbrennungsprozesses daraus resultierendem SO₂, das gegebenenfalls zuvor im Stickoxid-Speicherkatalysator zwischengespeichert war.

[0006] Schwefelwasserstoff ist ein in geringsten Konzentrationen unangenehm riechendes und in höheren Konzentration stark giftiges Gas. Deshalb müssen diese Sekundäremissionen in der Abgasanlage des Fahrzeuges vollständig entfernt werden. Zu diesem Zweck sind im Stand der Technik verschiedentlich sogenannte „H₂S-Sperrkatalysatoren“ bzw. Abgaskatalysatoren, die zusätzlich mit einer entsprechenden Sperrfunktion ausgerüstet waren, vorgeschlagen worden.

[0007] So offenbart beispielsweise US 5 008 090 A ein Verfahren zur Verminderung der Bildung von Schwefelwasserstoff bei der Reinigung von Autoabgasen, wenn diese mit einer katalytisch aktiven Zusammensetzung kontaktiert werden, die ein Selten-Erd-Oxid dispergiert auf einem ersten hochschmelzenden anorganischen Oxid und eine zweite aktive Komponente abgeschieden auf einem zweiten anorganischen Trägeroxid ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Zirkonoxid, Titanoxid, Ceroxid, Siliziumoxid, Magnesiumoxid und Zeolith enthält. Die Komposition enthält außerdem Edelmetall. Als zweite aktive Komponente wird ein Metall ausgewählt, das stabile Sulfide unter fetten Abgasbedingungen ausbildet. Als Beispiele für diese Metalle, die unter fetten Abgasbedingungen stabile Sulfide ausbilden, nennt diese Schrift Nickel, Kupfer, Kobalt, Blei und Zink.

[0008] Die Verwendung dieser Metalle wie auch die Verwendung von Eisen, Chrom und Mangan als „Sulfidfänger“ ist für Katalysatoren mit H₂S-Sperr- oder -Unterdrückungsfunktion typisch. Auch Germanium ist als geeignete Katalysatorbeimischung zur H₂S-Unterdrückung beschrieben worden.

[0009] So offenbart JP 02-191529 A ein Katalysatorsystem zur H₂S-Unterdrückung und zur Entfernung anderer Schadgase aus Abgasen umfassend einen ersten Katalysator enthaltend Kupfer und eine katalytisch aktive Komponente (z. B. Pt, Pd), sowie einen nachgeordneten zweiten Katalysator enthaltend Eisen, Nickel und eine katalytisch aktive Komponente (z. B. Pt, Pd).

[0010] DE 19813654 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betreiben einer Abgasreinigungsanlage für eine Brennkraftmaschine, die während der überwiegenden Betriebsdauer mit mageren Luft/Kraftstoff-Verhältnissen betrieben wird. Diese Abgasreinigungsanlage enthält einen spezifisch ausgestalteten Stickoxid-Speicherkatalysator und eine stromaufwärts des Stickoxid-Speicherkatalysators und in einem Abstand zu diesem angeordnete „Schwefelfalle“. Bei der „Schwefelfalle“ kann es sich um einen konventionellen Abgaskatalysator handeln, der zusätzlich Oxide des Mangans, Nickels, Zinks oder Eisens enthält.

[0011] WO 2008101585 A1 offenbart einen katalytisch aktivierten Dieselpartikelfilter, der eine oxidationsaktive Beschichtung enthaltend Platin und/oder Palladium und eine zweite SCR-aktive Beschichtung enthaltend Kupfer aufweist.

[0012] DE 102006038042 A1 offenbart einen Partikelfilter, auf dessen Träger gemeinsam eine oxidationskatalytische Funktion mit Platin/Palladium neben synergistisch wirkendem Kupferoxid abgeschieden ist.

[0013] GB 2256375 A offenbart einen Filterkatalysator für die Abgasreinigung von NO_x und Ruß für Dieselmotoren, der am Eingang eine Beschichtung, umfassend eine zu Kupferoxid zersetzliche Verbindung und am Ausgang eine Platin/Palladium umfassende Beschichtung aufweist. Die Platin/Palladium umfassende Beschichtung ist frei von Zeolithen.

[0014] DE 3735151 A1 offenbart einen Katalysator mit einem ersten Abschnitt, umfassend ein Trägermaterial auf das Kupfer aufgebracht wurde und einem zweiten Abschnitt, bei dem ein Platingruppenmetall auf einen zweiten Träger aufgebracht wurde. Die Druckschrift offenbart aber keinen Partikelfilter und der zweite Abschnitt ist frei von Zeolithen.

[0015] Die im Stand der Technik beschriebenen Abgaskatalysatoren, die zur Unterdrückung von Schwefelwasserstoffemissionen eingesetzt werden, enthalten typischerweise mindestens ein Platingruppenmetall und mindestens ein als „Sulfidfänger“ wirkendes Metall wie vorstehend beschrieben. Sie liegen meist in Form von katalytisch aktiven Beschichtungen von monolithischen Durchflußwabenkörpern bzw. als Bestandteil entsprechender Beschichtungen vor. Sie weisen nicht selten eine unzureichende Langzeitstabilität auf. Das gilt insbesondere dann, wenn sie mindestens kurzzeitig höheren Abgastemperaturen ausgesetzt werden. Da, wie eingangs beschrieben, die kommenden Grenzwert-Verschärfungen verlangen, daß sowohl Stickoxide als auch Partikel aus dem Abgas von überwiegend mager betriebenen Verbrennungsmotoren entfernt werden müssen, werden sich entsprechende Temperaturspitzen nicht mehr vermeiden lassen, da mindestens bei der aktiven Regeneration des Partikelfilters, d.h. bei thermisch induziertem Abbrand von auf dem Partikelfilter abgeschiedenen Rußagglomeraten, typischerweise Abgastemperaturen von mehr als 400°C auftreten.

[0016] Hinzu kommt, daß am Eintritt eines in geringem Abstand abströmseitig zu einem Stickoxid-Speicherkatalysator angeordneten Partikelfilters während der Entschwefelung des Stickoxid-Speicherkatalysators nicht selten Abgastemperaturen von 650 bis 750°C auftreten. Abgaskatalysatoren nach dem Stand der Technik, die zur Unterdrückung von Schwefelwasserstoffemissionen eingesetzt werden, sind diesen Anforderungen in der Regel nicht gewachsen.

[0017] Der vorliegenden Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, eine Schwefelwasserstoff-Sperrfunktion für ein Abgasreinigungssystem für überwiegend mager betriebene Verbrennungsmotoren enthaltend einen Stickoxid-Speicherkatalysator und ein Partikelfilter zur Verfügung zu stellen, die so ausgebildet ist, daß sich das resultierende Abgassystem bezüglich aller wesentlicher Abgasreinigungsfunktionen durch eine hohe thermische Alterungsstabilität auszeichnet. Desweiteren lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Abgasreinigungssystem enthaltend einen Stickoxid-Speicherkatalysator, einen Partikelfilter und eine Schwefelwasserstoff-Sperrfunktion bereit zu stellen, das sich durch günstige Herstellkosten und minimierten Bauraumbedarf auszeichnet.

[0018] Die Aufgabe wird gelöst durch ein katalytisch aktives Partikelfilter enthaltend einen Filterkörper, eine Kupferverbindung und eine oxidationsaktive, katalytische Beschichtung, die mindestens ein katalytisch aktives Platingruppenmetall enthält, wobei die Kupferverbindung in einer zweiten auf den Filterkörper aufgebracht

Beschichtung vorliegt, wobei als Kupferverbindung Kupferoxid oder ein mit einer zu Kupferoxid zersetzlichen Vorläuferverbindung imprägniertes, hochoberflächiges, hochschmelzendes Trägeroxid oder Mischungen davon oder Mischungen von Kupferoxid mit unbehandeltem, hochoberflächigem, hochschmelzendem Trägeroxid eingesetzt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung weiterhin eine oder mehrere Zeolithverbindungen ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Zeolith β (Zeolith beta), Zeolith Y, ZSM-5 und Mischungen davon enthält. Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Partikelfilters zur Entfernung von Partikeln und Schwefelwasserstoff aus dem Abgas von überwiegend mager betriebenen Verbrennungsmotoren, sowie durch ein Verfahren zur Entfernung von Stickoxiden und Partikeln aus dem Abgas von überwiegend mager betriebenen Verbrennungsmotoren, wobei das zu reinigende Abgas zunächst über einen anströmseitig angeordneten Stickoxid-Speicherkatalysator und anschließend über ein erfindungsgemäßes katalytisch aktives Partikelfilter geleitet wird, welches abströmseitig zum Stickoxid-Speicherkatalysator angeordnet ist.

[0019] Die Erfinder haben überraschenderweise festgestellt, daß eine räumliche Trennung des „Sulfidfängers“ vom katalytisch aktiven Edelmetall zu einer signifikanten Verbesserung der Langzeitstabilität des resultierenden Sperrkatalysators auch bei höherer thermischer Belastung führt. Wir glauben, daß dies darauf zurückzuführen ist, daß durch räumliche Trennung des als „Sulfidfänger“ eingesetzten Kupfers, das sich dadurch auszeichnet, daß es Sulfid bei Anwesenheit selbst geringster Mengen Sauerstoff sehr schnell katalytisch zu Schwefeloxiden oxidiert, und des katalytisch aktiven Platingruppenmetalls eine Legierungsbildung zwischen diesen beiden Komponenten verhindert wird. Solche Legierungsbildungen führen zu signifikanten Verlusten der katalytischen Aktivität der Platingruppenmetalle. Die Legierungsbildung setzt umso schneller ein und verläuft umso vollständiger, je höher die Abgastemperaturen sind, denen das Bauteil ausgesetzt ist. Mit der räumlichen Trennung der Kupferverbindung von der oxidationsaktiven, katalytischen Beschichtung wird somit gewährleistet, daß die Schwefelwasserstoff-Sperrfunktion auch bei periodisch stattfindenden, aktiven Filterregenerationen, bei denen Abgastemperaturen von bis zu 650°C am Eintritt des Filters auftreten können, dauerhaft stabil bleibt. Durch die kombinierte Anordnung von oxidationskatalytisch aktiver Beschichtung und der durch die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung bereit gestellte Schwefelwasserstoff-Sperrfunktion auf dem Filter kann darüber hinaus der Einbau eines zusätzlichen Aggregates in die Abgasanlage vermieden werden. Dies ist insbesondere deshalb von Vorteil, weil jedes Abgasreinigungsaggregat wesentlich zu einer Erhöhung des Abgasgedruckes in der Abgasanlage beiträgt und somit eine Ursache für Produktivverluste der Motorleistung darstellt. Zudem wird dadurch eine Minimierung der Gesamtkosten und des Bauraumbedarfs der Abgasanlage erreicht.

[0020] Bei katalytisch aktiven Partikelfiltern ist es von besonderer Bedeutung, daß die Beschichtung, durch die die katalytische Funktion des Bauteils erzielt wird, so ausgestaltet ist, daß der Staudruck des beschichteten Filters einen kritischen Staudruck, der etwa 20 % über dem Staudruck des unbeschichteten Filterkörpers liegt, nicht übersteigt. Um dies sicherzustellen, kommt den möglichen Anordnungen der beiden Beschichtungen im erfindungsgemäßen Partikelfilter eine besondere Bedeutung zu.

[0021] In bevorzugten Ausführungsformen bildet die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung auf dem Filterkörper eine Zone aus, die 10 bis 90 %, besonders bevorzugt 30 bis 70 % und ganz besonders bevorzugt 30 bis 50 % der gesamten Länge des Filterkörpers bedeckt. Die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung bildet eine zweite Zone aus, die sich daran anschließt und den Rest der Länge des Filterkörpers bedeckt. Durch eine solche zonierte Ausführung der beiden Beschichtungen auf dem Filterkörper wird die Kontaktfläche der beiden Beschichtungen zueinander und somit auch die Wahrscheinlichkeit einer thermisch induzierten Wanderung von mobilen Kupferatomen in die Platingruppenmetall-haltige Zone bestmöglich minimiert. Vergiftungserscheinungen, die auf eine Legierungsbildung des Platingruppenmetalls mit „verschlepptem“ Kupfer zurückzuführen sind und die katalytische Aktivität der oxidationskatalytisch aktiven Beschichtung deutlich verringern, werden somit selbst bei Belastungen des Bauteils bei hohen Abgastemperaturen über eine lange Betriebsdauer weitestgehend verhindert.

[0022] In Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Partikelfilters mit einer wie vorstehend beschriebenen zonierte Anordnung der Beschichtungen können alle im Stand der Technik üblichen Filterkörper aus Metall und/oder keramischen Materialien eingesetzt werden. Dazu gehören beispielsweise metallische Gewebe- und Gestrickfilterkörper, Sintermetallkörper und Schaumstrukturen aus keramischen Materialien. Bevorzugt werden poröse Wandflußfiltersubstrate aus Cordierit, Siliziumcarbid oder Aluminiumtitanat. Diese Wandflußfiltersubstrate weisen An- und Abströmkanäle auf, wobei jeweils die abströmseitigen Enden der Anströmkanäle und die anströmseitigen Enden der Abströmkanäle mit gasdichten „Stopfen“ verschlossen sind. Dadurch wird das zu reinigende Abgas, das das Filtersubstrat durchströmt, zum Durchtritt durch die poröse Wand zwischen An- und Abströmkanal gezwungen, was eine exzellente Partikelfilterwirkung bedingt. Die Beschichtungen liegen in

den zonierten Ausführungsformen mit Wandflußfiltersubstrat bevorzugt überwiegend in den porösen Wänden zwischen An- und Abströmkanälen vor.

[0023] Fig. 1 zeigt schematisch bevorzugte Ausführungsformen eines mit einer zonierten Beschichtung versehenen, erfindungsgemäßen Filters, in diesem Falle eines zoniert beschichteten Wandflußfilters. In der in Fig. 1a dargestellten Ausführungsform ist die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung (1) als anströmseitige Zone und die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung (2) als abströmseitige Zone ausgebildet. Fig. 1b zeigt eine Ausführungsform mit der umgekehrten Anordnung der Zonen. Fig. 1c ist ein Detailausschnitt aus beiden vorstehend gezeigten Ausführungsformen. Dargestellt ist ein Anströmkanal (3) und ein Abströmkanal (5), wobei beide durch eine poröse Wand (4) voneinander getrennt und wechselseitig durch einen gasdichten Abschluß (6) verschlossen sind. Beide Beschichtungen (1) und (2) sind - unabhängig von der in Strömungsrichtung gewählten Reihenfolge in die Wand eingebracht. Da die Aufbringung der anströmseitigen Zone bevorzugt durch Einpumpen einer geeigneten Beschichtungssuspension in die Anströmkanäle und entsprechend die Aufbringung der abströmseitigen Zone bevorzugt durch Einpumpen einer geeigneten Beschichtungssuspension in die Abströmkanäle erfolgt, kann es insbesondere bei größeren Beschichtungsmengen in den Zonen zu aufwändigen Beschichtungsüberständen in den Kanälen kommen.

[0024] Zonierte, erfindungsgemäße Filter wie in Fig. 1a, in denen die oxidationskatalytisch aktive Zone anströmseitig ausgebildet ist, zeigen neben einer sehr guten Schwefelwasserstoff-Sperrwirkung, die durch die abströmseitige, die Kupferverbindung enthaltende Zone bereitgestellt wird, vor allem hervorragende Oxidationsaktivität gegenüber den im Abgas auch enthaltenden Primärschadgasen Kohlenmonoxid CO und Kohlenwasserstoffen HC. Sie kommen bevorzugt in Abgasanlagen zum Einsatz, in denen diese Emissionen durch vorgeschaltete Abgasreinigungsaggregate wie Oxidationskatalysatoren und/oder Stickoxid-Speicher-katalysatoren mit zusätzlicher Oxidationswirkung nicht hinreichend vermindert werden können. Ihre hervorragende Oxidationsaktivität gegenüber CO und HC ist vermutlich vor allem darauf zurückzuführen, daß die oxidationsaktive katalytische Beschichtung, deren Funktion bevorzugt durch Platin und/oder Palladium als katalytisch aktiver Komponente bereitgestellt wird, konzentriert am Filtereintritt und somit an der heißesten Stelle des Filters vorliegt. Somit sind die für die CO- und HC-Oxidation erforderlichen Mindesttemperaturen (Light-Off-Temperaturen) in den üblichen Betriebszuständen gegeben.

[0025] Zonierte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Filters, in denen die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung als anströmseitige Zone vorliegt (vgl Fig. 1b), zeigen gegenüber den vorstehend genannten Ausbildungen eine verbesserte Schwefelwasserstoff-Sperrwirkung. Sie eignen sich insbesondere zum Einsatz in Abgasanlagen von Fahrzeugen, für die der Betrieb mit schwefelarmem Kraftstoff nicht gewährleistet werden kann und in denen demzufolge mit häufigen, aktiven Entschwefelungen eines vorgeschalteten Stickoxid-Speicher-katalysators zu rechnen ist. Darüber hinaus zeigt die abströmseitige Anordnung der oxidationskatalytisch aktiven Beschichtung deutliche Vorteile, wenn bei aktiven Regenerationen des Partikelfilters zum Zwecke des thermisch induzierten Rußabbrands durch unvollständige Umsetzung des Russes Kohlenwasserstoffe aus den dem Ruß anhaftenden Kohlenwasserstoffanteilen („volatile organic fraction VOF“) oder Kohlenmonoxid als Sekundäremissionen entstehen. Solche Sekundäremissionen werden an einer abströmseitig angeordneten, Platingruppenmetall-haltigen Zone, sehr effektiv zu Kohlendioxid CO₂ umgesetzt.

[0026] Auch andere Anordnungen der Beschichtung stellen erfindungsgemäße Lösungen der eingangs diskutierten Probleme dar. Dies gilt insbesondere für Ausführungsformen, in denen der Filterkörper ein poröses Wandflußfiltersubstrat aus Cordierit, Siliziumcarbid oder Aluminiumtitanat ist und in denen eine der beiden Funktionsbeschichtungen in der porösen Wand zwischen An- und Abströmkanälen vorliegt und sich über die gesamte Länge des Bauteils erstreckt. Die jeweils andere Funktionsbeschichtung wird dann als Aufwand-Beschichtung entweder in den Anströmkanälen oder in den Abströmkanälen appliziert. Sie kann die die erste Funktionsbeschichtung enthaltende poröse Wand über die gesamte Länge des Bauteils bedecken oder eine Zone ausbilden, welche die die erste Funktionsbeschichtung enthaltende poröse Wand nur teilweise bedeckt. Je nach Wahl der resultierenden Beschichtungsform kommen die verschiedenen Wirkungen des erfindungsgemäßen Partikelfilters unterschiedlich stark zur Ausprägung.

[0027] So werden Vorteile für die Schwefelwasserstoff-Sperrwirkung erzielt, wenn die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung in die porösen Wände zwischen Anström- und Abströmkanälen eingebracht ist oder / und das in den Filterkörper einströmende Abgas zuerst mit der die Kupferverbindung enthaltenden Beschichtung in Kontakt kommt. Dies liegt darin begründet, daß das H₂S-haltige Abgas durch die im Bauteil herrschende Zwangsströmung über die gesamte Länge des Bauteils durch die poröse Wand gezwungen wird.

[0028] Vice versa werden Vorteile bei der Umsetzung von während der aktiven Partikelfilterregeneration erzeugten Sekundäremissionen zu unschädlichem Kohlendioxid, sowie beim Partikelabbrand als solchem erzielt, wenn die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung in die porösen Wände des Wandflußfiltersubstrates zwischen Anström- und Abströmkanälen eingebracht ist oder / und das in den Filter einströmende Abgas zuerst mit der oxidationskatalytisch aktiven Beschichtung in Kontakt kommt.

[0029] Fig. 2 zeigt schematisch einige der letztgenannten Ausführungsformen, in denen die genannten Funktionsschichten des erfindungsgemäßen Partikelfilters übereinander angeordnet sind („gelayerte“ Ausführungsformen). Welche Ausbildung des erfindungsgemäßen katalytisch aktiven Partikelfilters bevorzugt zu wählen ist, um eine bestimmte Wirkung dieses multifunktionellen Bauteils zu verstärken, ist Gegenstand üblicher, dem Fachmann geläufiger Optimierungsversuche und bedarf daher keiner eingehenderen Erläuterung. Ganz grundsätzlich ist jedoch festzustellen, daß die zuvor beschriebenen und in Fig. 1 gezeigten zonierten Ausführungsformen den „gelayerten“ Ausführungsformen, wie sie beispielhaft Fig. 2 zeigt, grundsätzlich vorzuziehen sind. Grund hierfür ist die in den gezonten Ausführungsformen minimierte Kontaktfläche zwischen der die Kupferverbindung enthaltenden Beschichtung und der oxidationskatalytisch aktiven Beschichtung. Wie bereits diskutiert wird dadurch die Möglichkeit einer thermisch induzierten Wanderung von mobilen Kupferatomen in die Platingruppenmetall-haltige Beschichtung bestmöglich reduziert und Vergiftungserscheinungen des Edelmetalls vorgebeugt.

[0030] Unabhängig von der räumlichen Anordnung der Beschichtungen auf dem erfindungsgemäßen Partikelfilter liegt die Kupferverbindung n als Kupferoxid oder in Form eines mit einer zu Kupferoxid zersetzlichen Vorläuferverbindung imprägnierten, hochoberflächigen, hochschmelzenden Trägeroxids oder in Form von Mischungen dieser beiden Komponenten oder von Mischungen von Kupferoxid mit dem unbehandelten, hochoberflächigen, hochschmelzenden Trägeroxid, vor. Besonders bevorzugt sind Kupferoxid und Mischungen von Kupferoxid mit dem unbehandelten, hochoberflächigen, hochschmelzenden Trägeroxid. Dabei wird das Trägeroxid bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminiumoxid, Selten-Erd-dotiertes Aluminiumoxid, Ceroxid, Cer-Zirkon-Mischoxid, Selten-Erd-dotiertes Cer-Zirkon-Mischoxid oder Mischungen davon. Besonders bevorzugt sind Selten-Erd-dotierte Aluminiumoxide, Cer-Zirkon-Mischoxide und Selten-Erd-dotierte Cer-Zirkon-Mischoxide.

[0031] Die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung enthält - unabhängig von ihrer räumlichen Anordnung im erfindungsgemäßen Partikelfilter - bevorzugt Platin und / oder Palladium, sowie aktives Aluminiumoxid. Dabei liegen die Platingruppenmetalle bevorzugt in einem Verhältnis Platin : Palladium von 15 : 1 bis 1 : 5, besonders bevorzugt von 12 : 1 bis 1 : 2 und ganz besonders bevorzugt von 6 : 1 bis 1 : 1 vor.

[0032] Desweiteren enthält die oxidationsaktive katalytische Beschichtung eine oder mehrere Zeolithverbindungen, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Zeolith β (Zeolith beta), Zeolith Y, ZSM-5 und Mischungen davon. Solche Zeolithbeimischungen zeichnen sich durch die Fähigkeit aus, insbesondere in Kaltstartphasen, wenn die Abgastemperaturen noch unter den Light-Off-Temperaturen der Edelmetall-katalysierten HC-Oxidationsreaktion liegen, Kohlenwasserstoffe vorübergehend einspeichern zu können. Durch diese Beimischungen können demzufolge Durchbrüche von HC-Emissionen und deren Freisetzung in die Umwelt vermieden werden.

[0033] Weiterhin führen Beimischungen von Sauerstoffspeichermaterialien in der oxidationsaktiven katalytischen Beschichtungen zu Verbesserungen des HC- und CO-Umsatzes, wenn der anströmseitig angeordnete Stickoxid-Speicherkatalysator zu NO_x-Regeneration fettem Abgas ausgesetzt wird. Bevorzugt enthält daher auch die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung ein oder mehrere Cer-Zirkon-Mischoxide und/oder Selten-Erd-dotierten Cer-Zirkon-Mischoxide.

[0034] Das erfindungsgemäße Partikelfilter eignet sich insbesondere zur Entfernung von Partikeln und Schwefelwasserstoff aus dem Abgas von überwiegend mager betriebenen Verbrennungsmotoren.

[0035] Durch Überleitung des zu reinigenden Abgases über einen anströmseitig angeordneten Stickoxid-Speicherkatalysator und anschließend über ein erfindungsgemäßes katalytisch aktives Partikelfilter, welches abströmseitig zum Stickoxid-Speicherkatalysator angeordnet ist, können in vorteilhafter Weise Stickoxide und Partikel aus dem Abgas von mit überwiegend mager betriebenen Verbrennungsmotoren entfernt werden. Weitere Abgasreinigungsaggregate, insbesondere zur Entfernung von Schwefelwasserstoffemissionen, sind in einer solchen, erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage nicht notwendig, was Kosten sparend wirkt und bedingt, daß eine solche Abgasreinigungsanlage auch in Fahrzeugen, in denen nur wenig Bauraum zur Verfügung steht, leicht untergebracht werden kann.

[0036] Bevorzugt wird der vorgeschaltete Stickoxid-Speicherkatalysator in motornaher Position angeordnet, da hier üblicherweise die höchsten Abgastemperaturen herrschen. Das erfindungsgemäße Partikelfilter eignet sich für den Einsatz im Unterboden, wird jedoch bevorzugt zusammen mit dem Stickoxid-Speicherkatalysator ebenfalls in einem motornahen Gehäuse untergebracht. Dies setzt eine besonders hohe thermische Alterungsstabilität der Abgasreinigungsaggregate voraus, wie sie das erfindungsgemäße Partikelfilter aufweist. Der Vorteil der Anordnung beider Aggregate im motornahen Bereich besteht darin, daß dadurch sowohl die aktive Entschwefelung des Stickoxid-Speicherkatalysators als auch die aktive Partikelfilterregeneration in der Regel ohne aufwändige, vom Motor unabhängige Heizmaßnahmen möglich werden.

[0037] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Figuren und Beispielen weitergehend erläutert.

Fig. 1: **Fig. 1** zeigt schematisch Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Partikelfilters mit zonierter Anordnung der oxidationskatalytisch aktiven Beschichtung (1) und der die Kupferverbindung enthaltenden Beschichtung (2). **Fig. 1c** zeigt, daß die Beschichtungen (1) und (2) in einem Wandflußfiltersubstrat mit Anströmkanälen (3) und Abströmkanälen (5), die wechselseitig einen gasdichten Abschluß (6) aufweisen, in entsprechender Abfolge in die poröse Wand (4) zwischen An- und Abströmkanal eingebracht wird, wobei jeweils ein aufwändiger Überstand der Beschichtung möglich ist.

Fig. 2: **Fig. 2** zeigt schematisch Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Partikelfilters, worin entweder die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung (1) oder die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung (2) in die porösen Wände (4) eines Wandflußfiltersubstrates zwischen Anströmkanal (3) und Abströmkanal (5) eingebracht ist. Die jeweils andere Beschichtung wird entweder wie in **Fig. 2b** aufwändig in den Anströmkanal oder wie in **Fig. 2c** aufwändig in den Abströmkanal eingebracht.

Fig. 3: Ergebnis der Untersuchung der Anspringtemperatur eines Partikelfilters mit homogener, eine Kupferverbindung und Edelmetall-haltiger Beschichtung („Variante 1 (homogen)“) und eines erfindungsgemäßen Partikelfilters („Variante 2 (zoniert)“), in welchem die oxidationsaktive katalytische Beschichtung als anströmseitige Zone und die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung als abströmseitige Zone vorliegt, in der CO-Oxidation.

Fig. 4: Ergebnis der Untersuchung der Anspringtemperatur eines Partikelfilters mit homogener, eine Kupferverbindung und Edelmetall-haltiger Beschichtung („Variante 1 (homogen)“) und eines erfindungsgemäßen Partikelfilters („Variante 2 (zoniert)“), in welchem die oxidationsaktive katalytische Beschichtung als anströmseitige Zone und die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung als abströmseitige Zone vorliegt, in der Kohlenwasserstoff-Oxidation.

Fig. 5: Ergebnis der Untersuchung zur Fähigkeit, unter den Bedingungen, die bei der Entschwefelung eines vorgeschalteten Stickoxid-Speicherkatalysators auftreten können, H_2S katalytisch zu SO_2 zu oxidieren, an einem Partikelfilter mit homogener, eine Kupferverbindung und Edelmetall-haltiger Beschichtung („Variante 1 (homogen)“) und an einem erfindungsgemäßen Partikelfilter („Variante 2 (zoniert)“), in welchem die oxidationsaktive katalytische Beschichtung als anströmseitige Zone und die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung als abströmseitige Zone vorliegt.

Vergleichsbeispiel:

[0038] Partikelfilter mit einer homogenen Beschichtung, die eine Edelmetallkomponente zur HC/CO Oxidation sowie Kupferoxid zur H_2S -Oxidation enthält - Herstellung:

Zur Herstellung einer geeigneten Beschichtungssuspension wurde zunächst ein stabilisiertes γ -Aluminiumoxid mittels „incipient-wetness“-Methode mit Platin und Palladium im Verhältnis 2:1 belegt. Die Edelmetalle wurden durch eine nachfolgende thermische Behandlung auf dem Aluminiumoxid fixiert.

[0039] Das so erhaltene edelmetallhaltige Pulver wurde zusammen mit Kupferoxid (CuO) in Wasser suspendiert und vermahlen, bis im Wesentlichen alle Partikel eine Korngröße $< 10 \mu m$ aufwiesen. Der d_{90} -Wert der Partikel in der Beschichtungssuspension betrug dabei $< 5 \mu m$.

[0040] Mit der so erhaltenen Beschichtungssuspension wurde ein handelsübliches Wandflußfiltersubstrat aus Siliziumcarbid (SiC) beschichtet. Dazu wurde das Filtersubstrat so ausgerichtet, daß die Strömungskanäle senkrecht waren. Die Suspension wurde dann durch die untere Stirnfläche in das Substrat eingepumpt. Nach kurzer Zeit wurde überschüssige Suspension nach unten abgesaugt. Durch diese Methode wurde die Beschichtung im Wesentlichen in die Poren der Substratwände eingebracht.

[0041] Anschließend wurde das Filter getrocknet und für 2 Stunden bei 500°C kalziniert. Das fertig beschichtete Filter („Variante 1 (homogen)“) wies eine Edelmetallbeladung von 1,236 g/L und eine Kupferoxid-Beladung von 15 g/L, beides bezogen auf das Gesamtvolumen des Partikelfilters, auf.

Beispiel:

[0042] Erfindungsgemäßes Partikelfilter mit einer oxidationsaktiven, katalytischen Beschichtung enthaltend Platingruppenmetall, die als anströmseitige Zone ausgeführt ist, und einer Kupferoxid-haltigen Beschichtung, welche als abströmseitige Zone ausgeführt ist - Herstellung:

Zur Herstellung einer Beschichtungssuspension für die anströmseitige Zone (oxidationsaktive katalytische Beschichtung) wurde zunächst ein Platin/Palladium-haltiges γ -Aluminiumoxid hergestellt, wie dies im Vergleichsbeispiel beschrieben ist. Das Pulver wurde in Wasser suspendiert und entsprechend der Beschreibung aus dem Vergleichsbeispiel vermahlen.

[0043] Mit dem ebenfalls vorstehend beschriebenen Beschichtungsprozess wurde ein dem Vergleichsbeispiel entsprechendes Wandflußfiltersubstrat aus SiC von der Anströmseite bis zu seiner halben Länge mit der derart erhaltenen Suspension beschichtet. Nach diesem Beschichtungsschritt enthielt das Filter die gleiche Menge Edelmetall wie das im Vergleichsbeispiel beschriebene Filter („Variante 1 (homogen)“), also 1,236 g/L Edelmetall, bezogen auf das Gesamtvolumen des Partikelfilters.

[0044] Zur Herstellung einer Beschichtungssuspension für die abströmseitige Zone (die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung) wurden Kupferoxid (CuO) und stabilisiertem γ -Aluminiumoxid im Verhältnis 1:1 in Wasser suspendiert und wie vorstehend beschrieben vermahlen. Mit der erhaltenen Suspension wurde das Filter nach dem oben beschriebenen Prozess beschichtet, wobei die Suspension durch die abströmseitige Stirnfläche in das Substrat eingepumpt wurde. Dies erfolgte nur insoweit, daß die Kupferoxidhaltige Beschichtung im Wesentlichen in die Poren der Substratwände in der zuvor noch nicht beschichteten Hälfte des Filtersubstrates eingebracht wurde.

[0045] Anschließend wurde das Filter getrocknet und für 2 Stunden bei 500°C kalziniert. Das fertig beschichtete Filter („Variante 2 (zoniert)“) wies eine Edelmetallbeladung von 1,236 g/L und eine Kupferoxid-Beladung von 8 g/L auf, beides bezogen auf das Gesamtvolumen des Partikelfilters.

[0046] Sowohl das im Vergleichsbeispiel hergestellte Filter („Variante 1 (homogen)“) mit homogener Beschichtung als auch das erfindungsgemäße Filter („Variante 2 (zoniert)“) wurden auf ihre katalytische Aktivität hin untersucht. Vor der Untersuchung wurden die Filter einer synthetischen Alterung unter hydrothermalen Bedingungen unterzogen. Dazu wurden sie in einem Ofen für 16 Stunden in einer Atmosphäre enthaltend 10 Vol.-% Wasserdampf und 10 Vol.-% Sauerstoff in Stickstoff einer Temperatur von 750°C ausgesetzt.

[0047] Die Anspringtemperaturen der beschriebenen Teile für die Oxidation von CO und Kohlenwasserstoffen wurde an einer Labor-Modellgasanlage herkömmlicher Bauart mit einem Modellabgas mit der folgenden Zusammensetzung ermittelt:

Abgaskomponente	Konzentration
CO	350 Vol.-ppm
H ₂	116 Vol.-ppm
C ₃ H ₆ / C ₃ H ₈ (rel. Zu C1)	270 Vol.-ppm
SO ₂	20 Vol.-ppm
NO	270 Vol.-ppm
CO ₂	10,7 Vol.-%
H ₂ O	10 Vol.-%
O ₂	6 Vol.-%
N ₂	Rest

[0048] Dabei wurde eine Raumgeschwindigkeit von 25.000 h⁻¹ eingestellt. Das Modellabgas wurde zur Bestimmung der Anspringtemperaturen mit einer Rate von 15°/min aufgeheizt.

[0049] Die **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen die Anspringtemperaturen der getesteten Filter für Kohlenmonoxid (**Fig. 3**) und für Kohlenwasserstoffe (**Fig. 4**). Es ist deutlich zu erkennen, dass das homogen beschichtete Filter (Vergleichsbeispiel, „Variante 1 (homogen)“) des trotz gleichen Edelmetallgehaltes eine wesentlich höhere Anspringtemperatur in der CO-Oxidation und in der HC-Oxidation aufweist, als das erfindungsgemäße Filter „Variante 2 (zoniert)“. Die CO/HC-Oxidationsaktivität von „Variante 1 (homogen)“ ist somit nicht ausreichend, um zu einer effizienten Reinigung des Abgases von diesen Komponenten beizutragen. Das erfindungsgemäße Filter („Variante 2 (zoniert)“) zeigt ein erheblich besseres Anspringverhalten sowohl in der CO-Oxidation als auch in der HC-Oxidation und kann somit einen signifikanten Beitrag zur Reinigung des Abgases von Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen leisten.

[0050] Die Fähigkeit, unter den Bedingungen, die bei der Entschwefelung eines vorgeschalteten Stickoxid-Speicherkatalysators auftreten können, H_2S katalytisch zu SO_2 zu oxidieren, wurde in einem weiteren Modellgasversuch getestet. Dazu wurde jeweils ein System aus einem handelsüblicher Stickoxid-Speicherkatalysator und einem direkt dahinter angeordneten Partikelfilter verschwefelt („Variante 1 (homogen)“ bzw. „Variante 2 (zoniert)“; in beiden Systemen waren die Volumina von Stickoxid-Speicherkatalysator und Partikelfilter identisch). Die gewählte Schwefelmenge betrug ca. 1 g/L Katalysatorvolumen, bezogen auf den Stickoxid-Speicherkatalysator, eingebracht mittels Zusatz von 300 Vol.-ppm SO_2 zum Abgasstrom. Anschließend wurde jeweils eine Desulfatisierung bei einer Temperatur am Eingang des Partikelfilters von $650^\circ C$ simuliert. Dazu wurde die Luftzahl λ in zehn Intervallen von jeweils 10 Sekunden durch Erhöhen der CO- und HC-Konzentration (CO: 3,5 Vol. %; HC: 3000 Vol.-ppm) bzw. durch Verringern der Sauerstoffkonzentration des Abgasstromes auf einen Wert von etwa 0,9 erniedrigt (Abstand dieser Fettphasen: ebenfalls 10 s).

[0051] Die Ergebnisse sind in **Fig. 5** dargestellt. Das Vergleichsfilter „Variante 1 (homogen)“ setzte das angebotene H_2S vollständig um, so daß nach dem Filter kein Schwefelwasserstoff durchbrach. Das erfindungsgemäße Filter („Variante 2 (zoniert)“) erzielte unter den gewählten Bedingungen eine Konversion von etwa 98% des angebotenen Schwefelwasserstoffes.

[0052] Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, daß mit dem erfindungsgemäßen Partikelfilter auch nach hydrothormaler Alterung eine vollkommen zufriedenstellende H_2S -Sperrwirkung bei zugleich hervorragender HC- und CO-Konvertierungsaktivität erzielt wird. Somit wird es möglich, ein Abgasreinigungssystem bereitzustellen, das bei günstigen Herstellkosten und minimiertem Bauraumbedarf effektiv Stickoxide, CO, HC und Partikel aus dem Abgas überwiegend mager betriebener Verbrennungsmotoren entfernen kann, ohne daß es dabei während kritischer Betriebsphasen (z.B. während der Entschwefelung des Stickoxid-Speicherkatalysators, oder der Dieselpartikelfilterregeneration) zu Durchbrüchen der unerwünschten, weil unangenehm riechenden und darüber hinaus giftigen Sekundäremission Schwefelwasserstoff H_2S kommt.

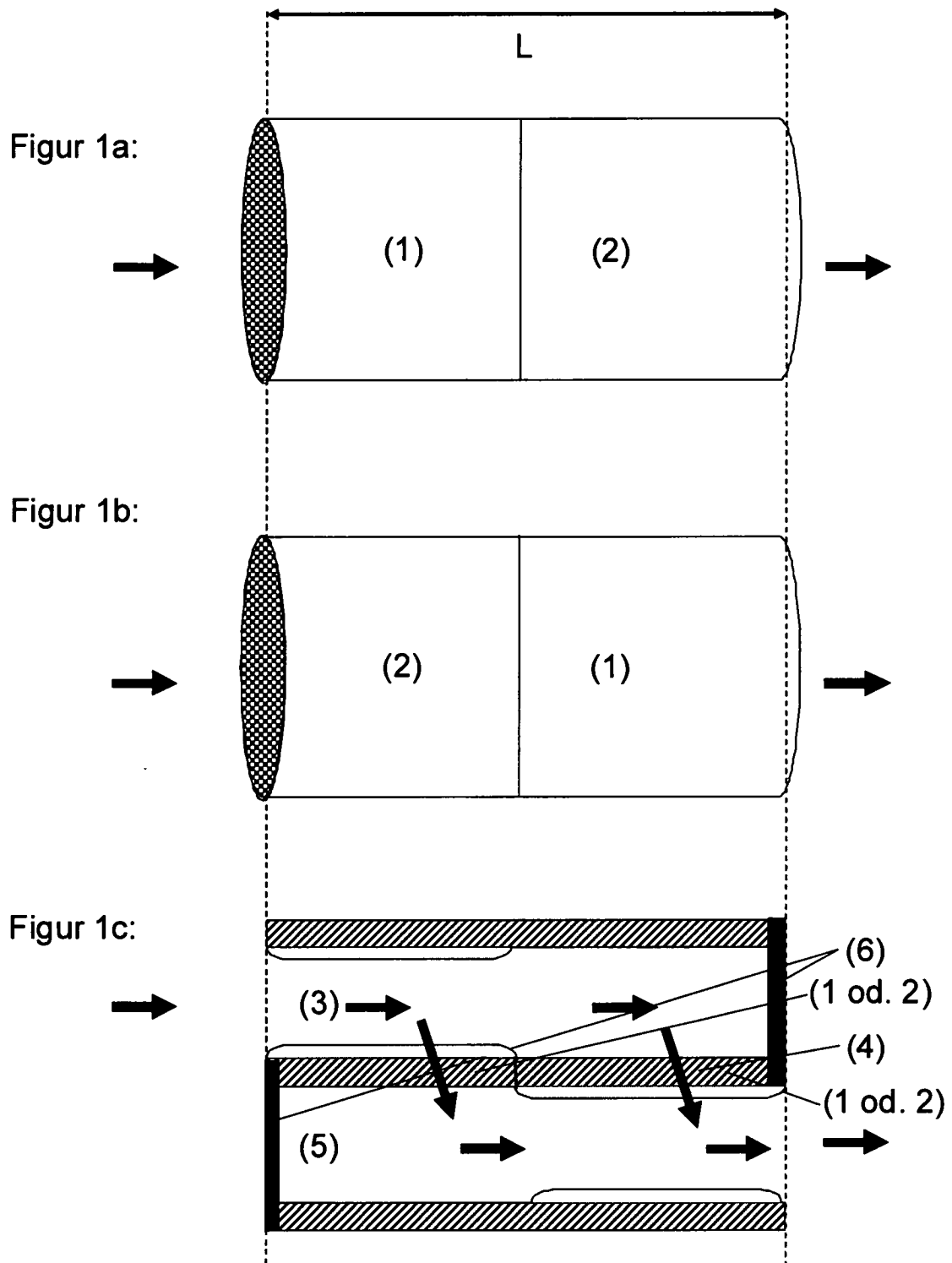
Patentansprüche

1. Katalytisch aktives Partikelfilter enthaltend einen Filterkörper, eine Kupferverbindung und eine oxidationsaktive, katalytische Beschichtung, die mindestens ein katalytisch aktives Platingruppenmetall enthält, wobei die Kupferverbindung in einer zweiten auf den Filterkörper aufgetragenen Beschichtung vorliegt, wobei als Kupferverbindung Kupferoxid oder ein mit einer zu Kupferoxid zersetzlichen Vorläuferverbindung imprägniertes, hochoberflächiges, hochschmelzendes Trägeroxid oder Mischungen davon oder Mischungen von Kupferoxid mit unbehandeltem, hochoberflächigem, hochschmelzendem Trägeroxid eingesetzt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung weiterhin eine oder mehrere Zeolithverbindungen ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Zeolith β (Zeolith beta), Zeolith Y, ZSM-5 und Mischungen davon enthält.
2. Katalytisch aktives Partikelfilter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trägeroxid ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Aluminiumoxid, Selten-Erd-dotiertes Aluminiumoxid, Ceroxid, Cer-Zirkon-Mischoxid, Selten-Erd-dotiertes Cer-Zirkon-Mischoxid oder Mischungen davon.
3. Katalytisch aktives Partikelfilter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung Platin oder Palladium oder Platin und Palladium, sowie aktives Aluminiumoxid enthält.
4. Katalytisch aktives Partikelfilter nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung ein oder mehrere Cer-Zirkon-Mischoxide und/oder Selten-Erd-dotierten Cer-Zirkon-Mischoxide enthält.

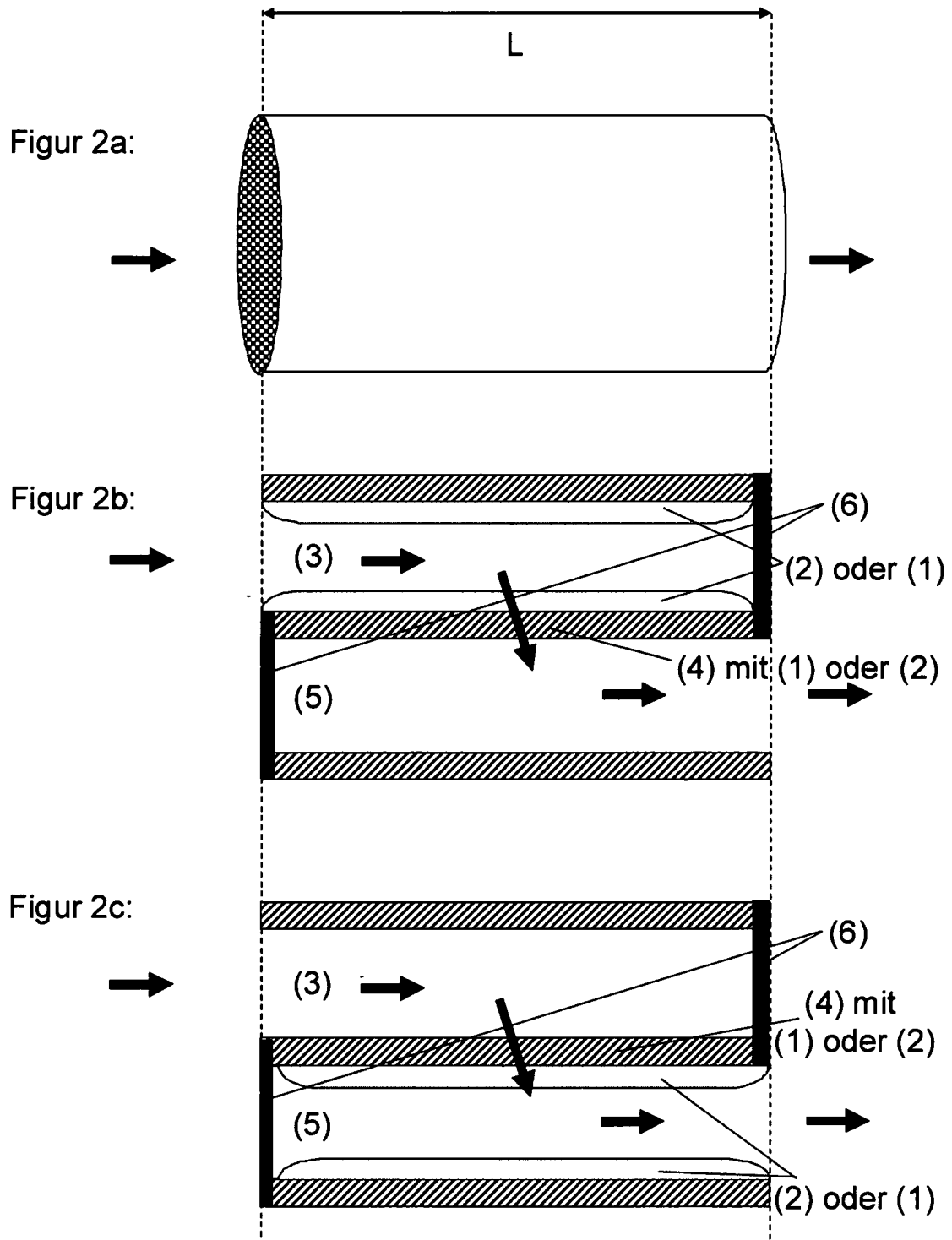
5. Katalytisch aktives Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung eine Zone ausbildet, die 10 bis 90 % der gesamten Länge des Filterkörpers bedeckt, während die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung eine zweite Zone ausbildet, die sich daran anschließt und den Rest der Länge des Filterkörpers bedeckt.
6. Katalytisch aktives Partikelfilter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filterkörper ein poröses Wandflußfiltersubstrat aus Cordierit, Siliziumcarbid oder Aluminiumtitanat ist und beide Beschichtungen überwiegend in den porösen Wänden zwischen Anström- und Abströmkanälen vorliegen.
7. Katalytisch aktives Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filterkörper ein poröses Wandflußfiltersubstrat aus Cordierit, Siliziumcarbid oder Aluminiumtitanat ist.
8. Katalytisch aktives Partikelfilter nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die die Kupferverbindung enthaltende Beschichtung in die porösen Wände des Wandflußfiltersubstrates zwischen Anström- und Abströmkanälen eingebracht ist.
9. Katalytisch aktives Partikelfilter nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die oxidationskatalytisch aktive Beschichtung in die porösen Wände des Wandflußfiltersubstrates zwischen Anström- und Abströmkanälen eingebracht ist.
10. Katalytisch aktives Partikelfilter nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das in den Filterkörper einströmende Abgas zuerst mit der die Kupferverbindung enthaltenden Beschichtung in Kontakt kommt.
11. Katalytisch aktives Partikelfilter nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das in den Filterkörper einströmende Abgas zuerst mit der oxidationskatalytisch aktiven Beschichtung in Kontakt kommt.
12. Verwendung eines katalytisch aktiven Partikelfilters nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Entfernung von Partikeln und Schwefelwasserstoff aus dem Abgas von überwiegend mager betriebenen Verbrennungsmotoren.
13. Verfahren zur Entfernung von Stickoxiden und Partikeln aus dem Abgas von überwiegend mager betriebenen Verbrennungsmotoren, wobei das zu reinigende Abgas zunächst über einen anströmseitig angeordneten Stickoxid-Speicherkatalysator und anschließend über ein katalytisch aktives Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 11 geleitet wird, welches abströmseitig zum Stickoxid-Speicherkatalysator angeordnet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

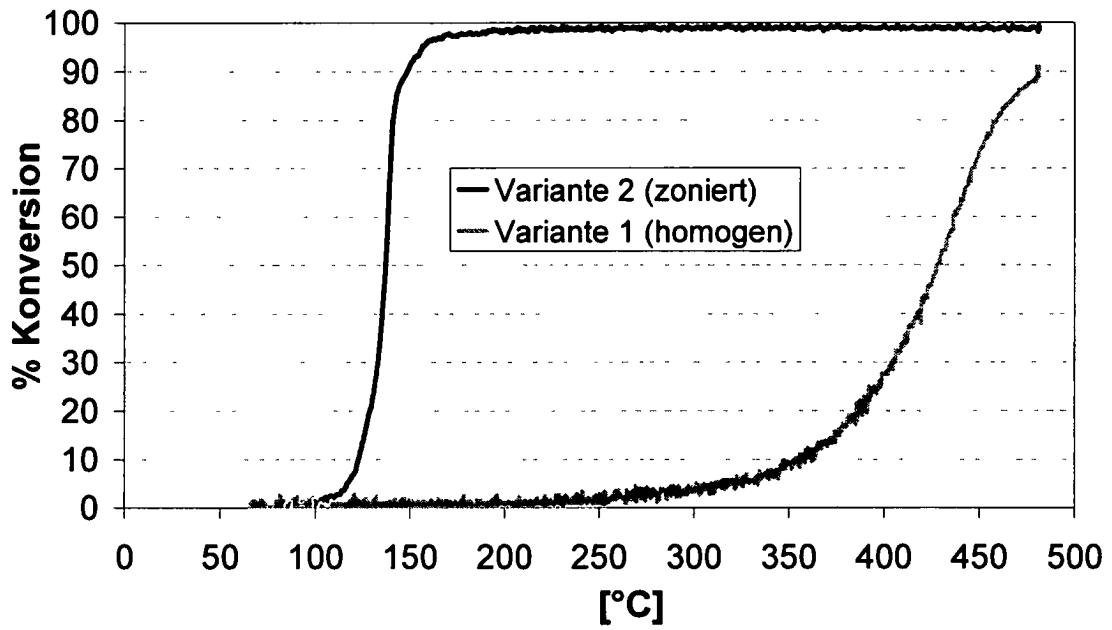
Anhängende Zeichnungen



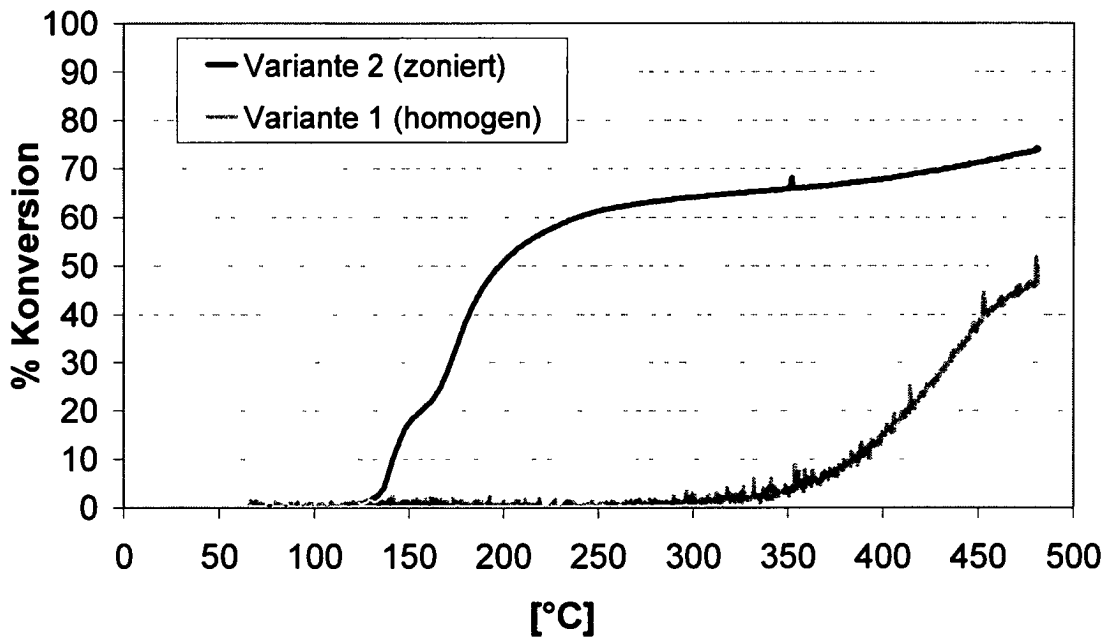
Figur 1



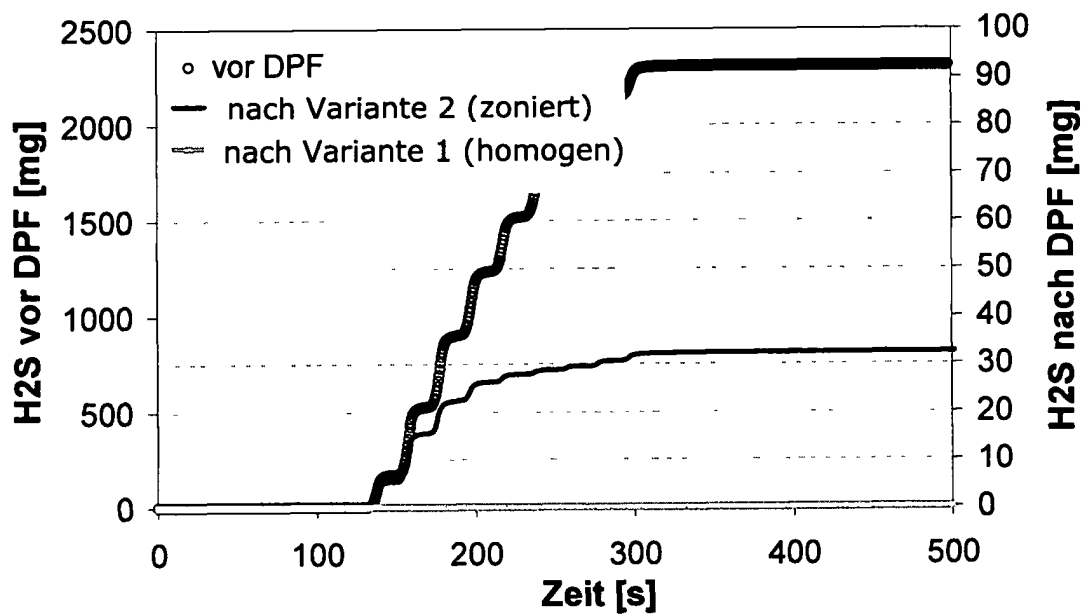
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5