

(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  
1. April 2010 (01.04.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/034403 A1**

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/006437

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. September 2009 (04.09.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 049 098.9  
26. September 2008 (26.09.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse 137,  
70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MASSNER, Alexan-  
der [DE/DE]; Dresdener Strasse 88, 73730 Esslingen  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,  
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,  
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,  
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

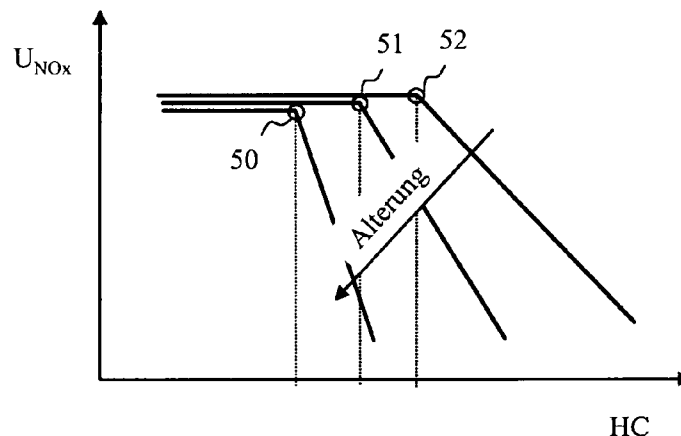
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,  
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,  
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN EXHAUST EMISSION CONTROL SYSTEM HAVING A SCR-CATALYST  
AND AN UPSTREAM OXIDATION CATALYST EXHAUST EMISSION CONTROL COMPONENT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ABGASREINIGUNGSANLAGE MIT EINEM SCR-KATALY-  
SATOR UND EINEM VORGESCHALTETEN OXIDATIONSKATALYTISCH WIRKSAMEN ABGASREINIGUNGSBAU-  
TEIL



**Fig. 5**  
Alterung = Ageing

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an exhaust emission control system (28) of a motor vehicle internal combustion engine (1), in the exhaust gas line (2) of which an oxidation-catalytically active exhaust emission control component (3) is arranged upstream of a SCR-catalyst (5). The method consists of determining the ageing state of the oxidation-catalytically active exhaust emission control component (3). According to the invention, the ageing state of the oxidation-catalytically active exhaust emission control component (3) is determined by correlating a hydrocarbon fraction present in the exhaust emission upstream of the oxidation-catalytically active exhaust emission component (3) with a simultaneous nitrogen oxide conversion of the SCR-catalyst (5).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/034403 A1



---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Abgasreinigungsanlage (28) einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine (1), in deren Abgasstrang (2) ein oxidationskatalytisch wirksames Abgasreinigungsbauteil (3) stromauf eines SCR-Katalysators (5) angeordnet ist. Das Verfahren umfasst die Ermittlung eines Alterungszustands des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils (3). Erfindungsgemäß wird der Alterungszustand des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils (3) durch Korrelation eines stromauf des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils (3) im Abgas vorhandenen Kohlenwasserstoffanteils mit einem gleichzeitig vorhandenen Stickoxidumsatz des SCR-Katalysators (5) ermittelt.

Verfahren zum Betreiben einer Abgasreinigungsanlage mit einem SCR-Katalysator und einem vorgeschalteten oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteil

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Abgasreinigungsanlage einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine, in deren Abgasstrang ein oxidationskatalytisch wirksames Abgasreinigungsbauteil stromauf eines SCR-Katalysators angeordnet ist, wobei ein Alterungszustand des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils ermittelt wird.

Der Einsatz eines oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils in Abgasreinigungsanlagen von Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotor ist eine übliche Maßnahme zur Verringerung von schädlichen Abgasemissionen. Dabei ist die Kenntnis des Alterungszustands des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils insbesondere bei Anwesenheit weiterer, nachgeschalteter Abgasreinigungsbauteile von Bedeutung. Bei einem alterungsbedingten Nachlassen der katalytischen Reinigungsfähigkeit des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils kann der Betrieb der Abgasreinigungsanlage entsprechend angepasst werden oder es kann auf einen erforderlichen Wechsel aufmerksam gemacht werden.

Aus der DE 197 32 167 A1 ist ein Verfahren zur Ermittlung des Alterungszustands eines oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils bekannt, bei welchem eine Abgasreinigungscharakteristik des Abgasreinigungsbauteils ermittelt und mit einer Referenzcharakteristik verglichen wird. Insbesondere wird eine Alterung diagnostiziert, wenn sich in einem Anstiegsabschnitt unzulässige Abweichungen von der Referenzcharakteristik ergeben.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist das Erfordernis, eine entsprechende Sensorik zur Ermittlung der Abgasreinigungscharakteristik bereitstellen zu müssen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Abgasreinigungsanlage mit einem oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteil und einem nachgeschalteten SCR-Katalysator anzugeben, bei welchem apparativ wenig aufwändig ein Alterungszustand des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils ermittelbar ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Charakteristischerweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren durch Korrelation eines stromauf des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils im Abgas vorhandenen Kohlenwasserstoffanteils mit einem gleichzeitig vorhandenen Stickoxidumsatz des SCR-Katalysators der Alterungszustand des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils ermittelt.

Die Erfindung nutzt die überraschende Erkenntnis, dass ein durch den SCR-Katalysator erzielbarer Umsatz von Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) zu Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) zumindest bei bestimmten Betriebsbedingungen vom Alterungszustand des vorgeschalteten oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils abhängt. Der Grund liegt in der Fähigkeit des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils, die Abgaszusammensetzung durch Oxidation von oxidierbaren Abgasbestandteilen wie Stickstoffmonoxid ( $\text{NO}$ ), Wasserstoff ( $\text{H}_2$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ) und/oder Kohlenwasserstoffen ( $\text{HC}$ ) verändern zu können. Eine Veränderung der Abgaszusammensetzung, insbesondere eine durch das oxidationskatalytisch wirksame Abgasreinigungsbauteil bewirkte Erhöhung des Anteils von Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), hat wiederum Rückwirkung auf den erzielbaren  $\text{NO}_x$ -Umsatz des SCR-Katalysators. Die Fähigkeit zur Veränderung der Abgaszusammensetzung ist jedoch bei zunehmender Alterung des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils vermindert. Erfindungsgemäß werden  $\text{HC}$  als Testsubstanz zur Prüfung auf die Fähigkeit des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils zur Veränderung der Abgaszusammensetzung und damit zur Beeinflussung der  $\text{NO}_x$ -Umsatzfähigkeit des SCR-Katalysators herangezogen und es erfolgt durch eine Korrelation des stromauf des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils im Abgas vorhandenen  $\text{HC}$ -Anteils mit dem gleichzeitig vorhandenen  $\text{NO}_x$ -Umsatz des SCR-Katalysators eine Ermittlung des Alterungszustands des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils.

Generell ist unter einem oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteil jedes einer Abgasreinigung dienende Bauteil zu verstehen, welches zumindest eine Oxidation

von NO unterstützt. Bei dem oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteil kann es sich beispielsweise um einen Oxidationskatalysator oder um einen Partikelfilter mit einer oxidationskatalytisch wirksamen Beschichtung oder um eine Kombination der genannten Bauteile handeln. Unter einem SCR-Katalysator wird wie üblich ein Katalysator verstanden, welcher eine Reduktion von NO<sub>x</sub> unter oxidierenden Bedingungen, insbesondere mittels Ammoniak (NH<sub>3</sub>) als selektivem Reduktionsmittel, katalysieren kann. Typischerweise handelt es sich um einen insbesondere eisenhaltigen zeolithischen SCR-Katalysator.

In Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden unterschiedliche HC-Anteile im Abgas stromauf des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils eingestellt und ein einem Unterschreiten eines vorgebbaren NO<sub>x</sub>-Umsatzes zugeordneter HC-Anteil wird als Grundlage für die Ermittlung des Alterungszustands herangezogen. Durch eine Variation des HC-Anteils kann genauer ermittelt werden, ob und inwieweit der HC-Anteil stromauf des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils eine Veränderung der Abgaszusammensetzung und insbesondere den NO<sub>2</sub>-Gehalt stromab des oxidationswirksamen Abgasreinigungsbauteils beeinflusst und inwieweit der NO<sub>x</sub>-Umsatz des SCR-Katalysators beeinflusst wird. Durch Korrelation von NO<sub>x</sub>-Umsatz und HC-Gehalt kann daraus auf den Alterungszustand geschlossen werden. Dabei wird bevorzugt ein Vergleich mit Referenzwerten durchgeführt, welche vorab empirisch ermittelt wurden und die beispielsweise als Alterungskennlinie zur Verfügung stehen. Die HC können als unverbrannte oder teilverbrannte Kraftstoffbestandteile im Abgas vorliegen und beispielsweise durch motorische Nacheinspritzung und/oder durch eine von außen bewirkte Sekundäreinspritzung von Kraftstoff ins Abgas eingebracht werden. Es konnte festgestellt werden, dass insbesondere der Betrag des HC-Gehalts, bei welchem ein typischerweise vorhandener NO<sub>x</sub>-Maximalumsatz des SCR-Katalysators unterschritten wird, ein zuverlässiges Maß für den Alterungszustand des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils darstellt und diesen daher besonders zuverlässig charakterisiert.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt die Einstellung unterschiedlicher HC-Anteile im Abgas bei einem Betriebspunkt mit einer Temperatur des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils, bei dem eine vom oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteil im Frischzustand katalysierte Oxidation von NO zu NO<sub>2</sub> zumindest annähernd maximal ist. Ein bevorzugter Betriebspunkt ist durch Temperaturen von etwa 200°C bis 250 °C, Raumgeschwindigkeiten des Abgases von etwa 50000 1/h und Sauerstoffgehalten im Abgas von 2% bis 15 % gekennzeichnet. Eine alterungsbedingt

verminderte HC-Umsetzung des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils verstärkt eine typischerweise vorhandene, durch HC bewirkte Inhibierung der  $\text{NO}_2$ -Bildung, welche sich insbesondere bei einem Betriebspunkt bemerkbar macht, bei welchem die  $\text{NO}_2$ -Bildung eines nicht gealterten oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils annähernd maximal ist. Bei verminderter  $\text{NO}_2$ -Bildung ist jedoch typischerweise der  $\text{NO}_x$ -Umsatz des stromab angeordneten SCR-Katalysators vermindert. Deshalb kann mit der erfindungsgemäßen Verfahrensführung der Alterungszustand des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils besonders zuverlässig durch Korrelation von HC-Gehalt und  $\text{NO}_x$ -Umsatz ermittelt werden.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt die Einstellung unterschiedlicher HC-Anteile im Abgas bei einem Betriebspunkt mit einer Temperatur des SCR-Katalysators im Bereich zwischen 180 °C und 350 °C. In diesem Temperaturbereich ist eine vergleichsweise starke Abhängigkeit des  $\text{NO}_x$ -Umsatzvermögens des SCR-Katalysators vom  $\text{NO}_2$ -Gehalt bzw. vom Verhältnis von  $\text{NO}_2$  zu  $\text{NO}_x$  des Abgases gegeben, wobei andererseits das oxidationskatalytisch wirksame Abgasreinigungsbauteil alterungsabhängig und in Abhängigkeit vom HC-Gehalt des Abgases mehr oder weniger effektiv  $\text{NO}$  zu  $\text{NO}_2$  oxidieren kann. Im Bereich zwischen 180 °C und 350 °C, und insbesondere bei etwa 200 °C, ist daher für gebräuchliche SCR-Katalysatoren eine besonders zuverlässige Bestimmung des Alterungszustands durch Korrelation von HC-Gehalt und  $\text{NO}_x$ -Umsatz ermöglicht. Bevorzugt ist ein Betriebspunkt mit einer Abgasraumgeschwindigkeit von etwa 50000 1/h bezogen auf den SCR-Katalysator.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens ist eine Adaption eines für den Betrieb der Abgasreinigungsanlage vorgesehenen Kennfelds für eine durch das oxidationskatalytisch wirksame Abgasreinigungsbauteil bewirkte Oxidation von  $\text{NO}$  zu  $\text{NO}_2$  in Abhängigkeit vom ermittelten Alterungszustand vorgesehen. Kennfelder für die  $\text{NO}_2$ -Bildung werden typischerweise für eine Modellierung eines  $\text{NO}_x$ -Umsatzes des SCR-Katalysators bzw. zur modellgestützten Dosierung des für einen  $\text{NO}_x$ -Umsatz am SCR-Katalysator eingesetzten Reduktionsmittels eingesetzt. Falls ein Partikelfilter im Abgasstrang vorgesehen ist, wird dessen Ruß-Beladungszustand bevorzugt in Abhängigkeit von einer im Abgas vorhandenen  $\text{NO}_2$ -Konzentration modelliert. Darauf aufsetzend werden Zeitpunkte, bei denen eine thermische Zwangsregeneration durchzuführen ist, festgelegt. Durch eine Anpassung bzw. Adaption eines vorgesehenen Kennfelds oder einer Kennlinie betreffend die betriebszustandsabhängige  $\text{NO}_2$ -Bildung an die Alterung des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils können die genannten und gegebenenfalls weitere Betriebsgrößen optimal über die Betriebsdauer der Abgasreinigungsanlage festgelegt

werden. Auf diese Weise werden eine durch die Alterung des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils verursachte übermäßige Verschlechterung der Reinigungswirkung der Abgasreinigungsanlage insgesamt sowie ein unerwünschter Kraftstoffmehrverbrauch infolge häufigerer Zwangsregenerationen des Partikelfilters vermieden.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen veranschaulicht und werden nachfolgend beschrieben. Dabei sind die vorstehend genannten und nachfolgend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Merkmalskombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein schematisches Blockbild eines Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotors mit einer angeschlossenen Abgasreinigungsanlage mit einem SCR-Katalysator und einem stromauf angeordneten oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteil,
- Fig. 2 ein Diagramm zur Erläuterung der Alterungsabhängigkeit des ausgangsseitig eines oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils vorhandenen Konzentrationsverhältnisses von  $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}_x$  im Abgas,
- Fig. 3 ein Diagramm zur Verdeutlichung einer typischerweise vorhandenen Abhängigkeit des  $\text{NO}_x$ -Umsatzes eines SCR-Katalysators vom eingangsseitigen Konzentrationsverhältnis von  $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}_x$  im Abgas,
- Fig. 4 ein Diagramm zur Verdeutlichung eines typischerweise ausgangsseitig eines oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils vorhandenen Konzentrationsverhältnisses von  $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}_x$  in Abhängigkeit vom HC-Gehalt eingangsseitig des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils mit unterschiedlichen Alterungszuständen,
- Fig. 5 ein Diagramm zur Verdeutlichung der für eine Abgasreinigungsanlage nach Fig. 1 typischerweise vorhandenen Abhängigkeit des  $\text{NO}_x$ -Umsatzes des SCR-Katalysators vom HC-Gehalt stromauf eines vorgeschalteten oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils und
- Fig. 6 eine schematisch dargestellte Alterungskennlinie, erhalten aus den in den Diagrammen gemäß Fig. 2 und Fig. 3 dargestellten Abhängigkeiten.

Fig. 1 zeigt beispielhaft ein schematisches Blockbild eines Verbrennungsmotors 1 eines nicht dargestellten Kraftfahrzeugs mit zugehöriger Abgasreinigungsanlage 28. Der Verbrennungsmotor 1 ist vorzugsweise als luftverdichtende Brennkraftmaschine, nachfolgend vereinfacht als Dieselmotor bezeichnet, ausgebildet. Das vom Dieselmotor 1 aus-

gestoßene, typischerweise mehr oder weniger stark sauerstoffhaltige Abgas wird von einer Abgasleitung 2 aufgenommen und durchströmt nacheinander einen Oxidationskatalysator 3, einen Partikelfilter 4 und einen NO<sub>x</sub>-Reduktionskatalysator 5. Dem NO<sub>x</sub>-Reduktionskatalysator 5 ist bevorzugt ein nicht dargestellter zweiter Oxidationskatalysator als so genannter Sperrkatalysator zur Oxidation von durch den NO<sub>x</sub>-Reduktionskatalysator 5 schlüpfendem Reduktionsmittel nachgeschaltet. Oxidationskatalysator 3 und Partikelfilter 4 können eng benachbart in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sein. Bevorzugt ist eine Anordnung von Oxidationskatalysator 3, Partikelfilter 4, NO<sub>x</sub>-Reduktionskatalysator 5 und gegebenenfalls vorhandenem Sperrkatalysator in einem gemeinsamen Gehäuse, womit gleichzeitig ein Schalldämpfer gebildet ist. Der Partikelfilter 4 ist vorzugsweise mit einer einen Rußabbrand und/oder einer NO-Oxidation fördernden katalytischen Beschichtung versehen. Insofern stellen Oxidationskatalysator 3 und Partikelfilter 4 jeweils für sich oder auch als gemeinsame Baueinheit betrachtet, ein oxidationskatalytisch wirksames Abgasreinigungsbauteil im Sinne der Erfindung dar.

Zur Beheizung des Oxidationskatalysators 3 bzw. des Abgases kann wie dargestellt eine Heizeinrichtung 26 eingangsseitig des Oxidationskatalysators 3 in der Abgasleitung 2 angeordnet sein. Die Heizeinrichtung 26 kann als elektrisches Heizelement oder auch als ein Wärme liefernder Reformer oder Vorverbrenner ausgebildet sein. Eine Ausführung als Einspritzeinrichtung von Kraftstoff, der bei Oxidation am nachfolgenden Oxidationskatalysator 3 eine Abgasaufheizung bewirkt, ist ebenfalls möglich. Eine Aufheizung des Abgases kommt insbesondere bei einer erzwungenen Regeneration des Partikelfilters 4 durch Rußabbrand in Betracht. Zur Feststellung der Notwendigkeit einer solchen Regeneration ist dem Partikelfilter 4 ein Differenzdrucksensor 22 zugeordnet, welcher ein bezüglich einer Partikelbeladung auswertbares Signal liefert. Ferner ist ein Abgasturbolader 6 vorgesehen, dessen Turbine vom Abgasstrom angetrieben wird und dessen Verdichter über eine Ansaugluftleitung 7 angesaugte Luft über eine Luftzufuhrleitung 11 dem Dieselmotor 1 zuführt. Der Abgasturbolader 6 ist vorzugsweise als so genannter VTG-Lader mit einer variablen Einstellung seiner Turbinenschaufeln ausgebildet.

Zur Einstellung der dem Dieselmotor 1 zugeführten Luftmenge ist in der Luftzufuhrleitung 11 eine Drosselklappe 12 angeordnet. Zur Reinigung der Ansaugluft bzw. zur Messung der Ansaugluftmenge sind ein Luftfilter 8 bzw. ein Luftmassenmesser 9 in der Ansaugluftleitung 7 vorgesehen. Ein in der Luftzufuhrleitung angeordneter Ladeluftkühler 10 dient zur Kühlung der verdichteten Ansaugluft. Weiterhin ist eine nicht dargestellte, über ein Abgasrückführventil einstellbare Abgasrückführung vorgesehen, mit welcher eine vorgebbare Menge rückgeführten Abgases der Ansaugluft zugegeben werden kann.



Stromauf des NO<sub>x</sub>-Reduktionskatalysators 5 ist eine Zugabestelle mit einer Dosiereinheit 27 zur Zugabe eines Reduktionsmittels in das Abgas angeordnet. Die Versorgung der Dosiereinheit 27 mit dem Reduktionsmittel erfolgt aus einem hier nicht dargestellten Behälter. Nachfolgend wird davon ausgegangen, dass es sich bei dem Reduktionsmittel um wässrige Harnstofflösung handelt, die dem Abgas über die Dosiereinheit 27 dosiert zugegeben wird. Im heißen Abgas wird durch Thermolyse und/oder Hydrolyse NH<sub>3</sub> freigesetzt, welches selektiv bezüglich der Reduktion von im Abgas enthaltenen NO<sub>x</sub> wirkt. Dementsprechend ist vorliegend der NO<sub>x</sub>-Reduktionskatalysator 5 als klassischer SCR-Katalysator auf V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/WO<sub>3</sub>-Basis oder als Zeolith-beschichteter, geträgerter SCR-Katalysator ausgebildet. Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch auch bei Dosierung anderer Reduktionsmittel in freier oder gebundener Form mit Vorteil anwendbar.

Zur Steuerung des Betriebs der Abgasreinigungsanlage 28 sowie des Dieselmotors 1 ist eine in Fig. 1 nicht dargestellte Steuereinheit vorgesehen. Die Steuereinheit erhält Informationen über Betriebszustandsgrößen des Dieselmotors 1 und der Abgasreinigungsanlage 28. Informationen über Motorbetriebsgrößen können z.B. ein abgegebenes Drehmoment oder eine Drehzahl betreffen. Die Steuereinheit umfasst vorzugsweise eine Recheneinheit und eine Speichereinheit sowie eine Ein-Ausgabeeinheit. Dadurch ist die Steuereinheit in der Lage, komplexe Signalverarbeitungsvorgänge vorzunehmen und den Betrieb des Dieselmotors 1 sowie der Abgasreinigungsanlage 28 zu erfassen und zu steuern bzw. zu regeln. Hierfür notwendige Kennfelder sind vorzugsweise in der Speichereinheit abgelegt, wobei auch eine adaptive Anpassung der Kennfelder vorgesehen sein kann. Die Kennfelder betreffen hauptsächlich die maßgeblichen Zustandsgrößen des Abgases, wie Massenstrom, Rohemission, Temperatur in Abhängigkeit der Betriebszustandsgrößen des Dieselmotors 1 wie Last, Drehzahl, Luftverhältniszahl etc. Ferner sind Kennfelder für die maßgeblichen Zustandsgrößen des Oxidationskatalysators 3, des Partikelfilters 4 und des SCR-Katalysators 5 vorgesehen.

Hinsichtlich des SCR-Katalysators 5 betreffen diese Kennfelder insbesondere den NO<sub>x</sub>-Umsatz bzw. den Wirkungsgrad in Bezug auf den NO<sub>x</sub>-Umsatz und die NH<sub>3</sub>-Speicherefähigkeit in Abhängigkeit von den hierfür maßgebenden Einflussgrößen, insbesondere in Abhängigkeit vom Konzentrationsverhältnis von NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> im Abgas. Für den Oxidationskatalysator 3 sind Kennlinien oder Kennfelder betreffend die Temperatur- und Durchsatzabhängigkeit seines Umsatzvermögens bzw. seiner Anspringtemperatur, insbesondere in Abhängigkeit von seinem Alterungszustand vorgesehen. Für den Partikelfilter 4 sind Kennlinien und Kennfelder betreffend seine Partikelbeladung in Abhängigkeit vom

Abgasdruck bzw. vom Druckverlust sowie Kennfelder betreffend die Oxidation von angesammelten Rußpartikeln durch im Abgas enthaltenes  $\text{NO}_2$  vorgesehen.

Die Erfassung von Betriebszuständen des Dieselmotors 1 sowie der Abgasreinigungsanlage 28 und der zugeordneten Einheiten erfolgt vorzugsweise wenigstens teilweise mittels geeigneter Sensoren. Beispielhaft sind in Fig. 1 Drucksensoren 13 und 15 für einen Druck vor dem Verdichter und einen Druck vor der Turbine des Turboladers 6 sowie Temperatursensoren 14, 16, 18, 19, 21, 23 und 24 für jeweils eine Temperatur nach dem Ladeluftkühler 10, vor der Turbine, vor dem Oxidationskatalysator 3, vor und nach dem Partikelfilter 4 sowie vor und nach dem SCR-Katalysator 5 dargestellt. Weitere Sensoren, insbesondere zur Erfassung von Abgaskomponenten können ebenfalls vorgesehen sein. Beispielsweise sind ein Lambdasensor 17 sowie Sensoren 20 und 25 für den Stickoxid- und/oder  $\text{NH}_3$ -Gehalt im Abgas vorgesehen. Die Signale der Sensoren werden von der Steuereinheit verarbeitet, so dass die wesentlichen Zustandsgrößen jederzeit vorliegen und der Betriebspunkt des Dieselmotors 1 falls notwendig so verändert werden kann, dass ein optimaler Betrieb der Abgasreinigungsanlage 28 ermöglicht ist. Bevorzugt erfolgt eine rechnerische Modellierung des Verhaltens von Oxidationskatalysator 3, Partikelfilter 4 und SCR-Katalysator 5, welche auf die genannten Kennlinien und Kennfelder zurückgreift, wobei bevorzugt deren Adaption bei insbesondere alterungsbedingten Veränderungen vorgesehen ist. Dabei erfolgt ein laufendes Monitoring des Verhaltens mittels der vorgesehenen Sensoren.

Zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise wird nachfolgend zunächst auf die Figuren 2 und 3 Bezug genommen.

Fig. 2 zeigt in einem Diagramm schematisch eine typischerweise gegebene Abhängigkeit eines ausgangsseitig des Partikelfilters 4 vorhandenen Konzentrationsverhältnisses von  $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}_x$  im Abgas vom Alterungszustand des Oxidationskatalysators 3 und/oder der oxidationskatalytisch wirksamen Beschichtung des Partikelfilters 4. Dabei wird unter  $\text{NO}_x$  wie üblich die Gesamtheit der Stickoxide  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$  verstanden. Wie ersichtlich, ergeben sich bei zunehmender Alterung abnehmende  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$ -Konzentrationsverhältnisse im Abgas. Dies ist auf ein alterungsbedingtes Nachlassen der Fähigkeit insbesondere des Oxidationskatalysators 3 zur Oxidation von im Abgas vorhandenem  $\text{NO}$  zurückzuführen. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass vom Dieselmotor 1 emittiertes  $\text{NO}_x$  zunächst nahezu vollständig als  $\text{NO}$  vorliegt. Die im Diagramm von Fig. 2 dargestellte Abhängigkeit ist typischerweise bei vergleichsweise niedrigen Abgastemperaturen im Bereich von  $200^\circ\text{C}$  und  $350^\circ\text{C}$ , insbesondere bei etwa  $200^\circ\text{C}$ , und Abgasraumge-

schwindigkeiten von etwa 50000 1/h oder mehr besonders stark ausgeprägt. Die Alterung ist bevorzugt in Form eines Alterungsfaktors gegeben oder auf andere Weise, beispielsweise durch Korrelation mit einer Anspringtemperatur zur CO- oder HC-Oxidation normiert.

Das im Abgas ausgangsseitig des Partikelfilters 4 und somit eingangsseitig des SCR-Katalysators 5 im Abgas vorhandene  $\text{NO}_2/\text{NOx}$ -Konzentrationsverhältnis im Abgas hat andererseits typischerweise Einfluss auf die  $\text{NOx}$ -Umsatzfähigkeit des SCR-Katalysators 5. Im Diagramm von Fig. 3 sind diese Verhältnisse schematisch dargestellt. Wie ersichtlich, nimmt der  $\text{NOx}$ -Umsatz ausgehend von niedrigen  $\text{NO}_2/\text{NOx}$ -Konzentrationsverhältnissen mit zunehmendem  $\text{NO}_2/\text{NOx}$ -Konzentrationsverhältnis zunächst zu und bleibt bei weiter zunehmendem  $\text{NO}_2/\text{NOx}$ -Konzentrationsverhältnis annähernd konstant und maximal. Dabei wird davon ausgegangen, dass der SCR-Katalysator 5 in Bezug auf die Reduktionsmittelzufuhr optimal und wenigstens annähernd schlupffrei betrieben wird. Charakteristischerweise kann ab einem  $\text{NO}_2/\text{NOx}$ -Konzentrationsverhältnis von etwa 0,5 mit zunehmendem  $\text{NO}_2$ -Anteil keine signifikante Erhöhung des  $\text{NOx}$ -Umsatzes mehr erzielt werden. Die im Diagramm von Fig. 3 dargestellte Abhängigkeit ist typischerweise bei vergleichsweise niedrigen Abgastemperaturen im Bereich von 180 °C und 350 °C, insbesondere bei etwa 200 °C, und Abgasraumgeschwindigkeiten von 50000 1/h oder mehr besonders stark ausgeprägt.

Aufgrund der erläuterten Verhältnisse wird zur Erzielung eines möglichst hohen  $\text{NOx}$ -Umsatzes ein  $\text{NO}_2/\text{NOx}$ -Konzentrationsverhältnis von etwa 0,5 beim Betrieb der Abgasreinigungsanlage 28 und insbesondere bei Temperaturen des SCR-Katalysators 5 von weniger als etwa 350 °C angestrebt. Bei einem deutlich höheren  $\text{NO}_2/\text{NOx}$ -Konzentrationsverhältnis besteht unter bestimmten Bedingungen die Gefahr eines unvollständigen Umsatzes von  $\text{NO}_2$ .

Die Fähigkeit der oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteile Oxidationskatalysator 3 und/oder Partikelfilter 4 zur Erhöhung des  $\text{NO}_2/\text{NOx}$ -Konzentrationsverhältnisses lässt jedoch nicht nur, wie im Diagramm von Fig. 2 veranschaulicht, mit zunehmender Alterung nach. Gleichfalls hemmend wirken HC-Bestandteile im Abgas, was anhand von Fig. 4 erläutert wird. Fig. 4 zeigt in einem Diagramm schematisch eine typischerweise gegebene Abhängigkeit eines ausgangsseitig des Partikelfilters 4 vorhandenen Konzentrationsverhältnisses von  $\text{NO}_2$  und  $\text{NOx}$  im Abgas vom HC-Anteil im Abgas stromauf des Oxidationskatalysators 3 für verschiedene Alterungszustände des Oxidationskatalysators 3 und/oder der oxidationskatalytisch wirksamen Beschichtung des

Partikelfilters 4. Wie ersichtlich, ergeben sich bei zunehmendem HC-Anteil abnehmende  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$ -Konzentrationsverhältnisse. Infolge der zusätzlich gegebenen Abhängigkeit vom Alterungszustand liegen die einer zunehmenden Alterung zugeordneten Kennlinien untereinander. Beispielsweise wird die Grenze eines  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$ -Konzentrationsverhältnisses von 0,5 bei einem stärker gealterten Oxidationskatalysator 3 bereits bei einem vergleichsweise niedrigen HC-Gehalt im Abgas erreicht. Demgegenüber ist wie dargestellt, die HC-Toleranz eines gering gealterten Oxidationskatalysators 3 entsprechend höher.

Unter Berücksichtigung der in Fig. 3 und 4 dargestellten Verhältnisse ergibt sich eine vom Alterungszustand des Oxidationskatalysators 3 bzw. der oxidationskatalytisch wirksamen Beschichtung des Partikelfilters 4 abhängige Korrelation von  $\text{NO}_x$ -Umsatz des SCR-Katalysators 5 und einem stromauf des Oxidationskatalysator 3 im Abgas vorhandenen HC-Gehalt. Diese Verhältnisse sind schematisch im Diagramm von Fig. 5 dargestellt. Die entsprechenden Kennlinien zeigen als typischen Verlauf einen annähernd konstanten und maximalen  $\text{NO}_x$ -Umsatz bei niedrigen HC-Anteilen des Abgases. Mit ansteigendem HC-Anteil wird typischerweise an einem von der Alterung des Oxidationskatalysators 3 und/oder der oxidationskatalytisch wirksamen Beschichtung des Partikelfilters 4 abhängigen Punkt 50, 51, 52 ein Absinken des  $\text{NO}_x$ -Umsatzes bei ansonsten unveränderten Bedingungen festgestellt. Charakteristisch ist insbesondere bei vergleichsweise niedrigen Abgastemperaturen im Bereich von 180 °C und 350 °C und Abgasraumgeschwindigkeiten von etwa 50000 1/h oder mehr ein mehr oder weniger scharfes und beispielsweise mittels einer geeigneten  $\text{NO}_x$ -Sensorik detektierbares Abknicken der Kennlinien.

Mittels zuvor empirisch ermittelter Vergleichskennlinien kann der Lage eines jeweiligen Knickpunkts 50, 51, 52 in Bezug auf den zugeordneten HC-Gehalt ein definierter Alterungszustand des Oxidationskatalysators 3 und/oder der oxidationskatalytisch wirksamen Beschichtung des Partikelfilters 4 zugeordnet werden. In Fig. 6 ist ein Diagramm mit einer entsprechenden Alterungskennlinie schematisch dargestellt. Die dargestellte Alterungskennlinie kennzeichnet die Abhängigkeit eines willkürlich definierten Alterungsfaktors AF vom an einem jeweiligen Knickpunkt 50, 51, 52 des  $\text{NO}_x$ -Umsatzverlaufs gemäß Fig. 5 vorhandenen HC-Anteil  $\text{HC}^*$  im Abgas eingangsseitig des Oxidationskatalysators 3.

Bei der praktischen Durchführung des oben in seinen prinzipiellen Schritten schematisch erläuterten Verfahrens wird bevorzugt eine Prüfroutine gestartet, in welcher vorzugsweise wie folgt vorgegangen wird. Bei normalem Betrieb des Dieselmotors 1 wird der SCR-Katalysator 5 mit Ammoniak bzw. Harnstofflösung vorzugsweise unter Rückgriff auf eine

modellbasierten Steuerung bzw. Regelung derart versorgt, dass sich ein maximaler NO<sub>x</sub>-Umsatz bei gleichzeitiger Einhaltung eines vorgebbaren Grenzwerts für einen Ammoniak-schlupf ergibt. Wird ein Betriebspunkt mit vorgebbaren Betriebsparametern festgestellt, so wird der HC-Gehalt des Abgases eingangsseitig des Oxidationskatalysators 3 schrittweise mit vorgebbarem zeitlichen Abstand um vorgebbare Mengen bis zu einer vorgebbaren Höchstmenge erhöht. Dies erfolgt bevorzugt durch Aktivierung einer späten Kraftstoffnacheinspritzung in die Brennräume des Dieselmotors 1 oder durch Aktivierung einer Einrichtung zur Sekundäreinspritzung von Kraftstoff in die Abgasleitung 2. Mittels des von der Steuereinheit ermittelbaren Abgasdurchsatzes wird der jeweilige HC-Anteil im Abgas ermittelt. Ein bevorzugter Betriebspunkt, bei welchem ein Start der Prüfroutine freigegeben bzw. initiiert wird, ist beispielsweise durch mittlere Abgas-Raumgeschwindigkeiten des Oxidationskatalysators 3 bzw. des SCR-Katalysators 5 von etwa 50000 1/h sowie einer Temperatur von etwa 250 °C bzw. etwa 200 °C des Oxidationskatalysators 3 und/oder des Partikelfilter 4 bzw. des SCR-Katalysators 5 gekennzeichnet,

Für jeden wie geschildert definiert eingestellten HC-Anteil im Abgas eingangsseitig des Oxidationskatalysators 3 wird ein zugeordneter NO<sub>x</sub>-Umsatz des SCR-Katalysators 5 ermittelt. Bevorzugt wird hierfür das Signal des Stickoxidsensors 25 und ein messtechnisch gewonnener oder anhand von Kennlinien gegebener Stickoxidgehalt stromauf des SCR-Katalysators 5 von der Steuereinheit ausgewertet. HC-Anteile und zugeordnete NO<sub>x</sub>-Umsätze werden wie oben anhand des Diagramms von Fig. 5 erläutert, in eine Kennlinie übertragen und abgespeichert. Nach Aufnahme der Kennlinie wird die Prüfroutine beendet und zu einem normalen Motorbetrieb ohne Nacheinspritzung oder Sekundäreinspritzung zurückgekehrt.

Die ermittelte Kennlinie für den NO<sub>x</sub>-Umsatz in Abhängigkeit des eingestellten HC-Anteils wird in Bezug auf einen ein Unterschreiten eines vorgebbaren NO<sub>x</sub>-Umsatzes zugeordneten HC-Anteil ausgewertet. Bevorzugt wird ein Kennwert HC\* ermittelt, der den größten eingestellten HC-Anteil des Abgases angibt, bei welchem der festgestellte NO<sub>x</sub>-Höchstumsatz um ein vorgebbares (geringes) Maß unterschritten ist. Eine vorteilhafte alternative oder zusätzlich Auswertungsroutine umfasst eine rechnerische Ableitung der Kennlinie, d.h. die Ermittlung der Kennliniensteigung. Dabei tritt ein abknickendes Verhalten einer Kennlinie gemäß Fig. 5 durch einen Sprung deutlicher in Erscheinung, was die Auswertungszuverlässigkeit und -Genauigkeit verbessert. Als Kennwert HC\* wird in diesem Fall ein Unterschreiten eines vorgebbaren Werts für die Kennliniensteigung bzw. das Auftreten eines Sprungs definiert.

Ist ein gegebenenfalls hinsichtlich einer statistischen Sicherheit überprüfter Kennwert HC\* ermittelt, wird diesem ein Alterungszustand des Oxidationskatalysator 3 und/oder der oxidationskatalytisch wirksamen Beschichtung des Partikelfilters 4 in Form eines Alterungsfaktors AF zugeordnet. Hierzu erfolgt bevorzugt ein Vergleich mit einer vorab abgespeicherten Kennlinie gemäß Fig. 6.

Durch wiederholt im Laufe der Betriebsdauer des Fahrzeugs durchgeführte Prüfroutinen der geschilderten Art ist eine Erfassung eines zeitlichen Alterungsverlauf ermöglicht. Es ist vorgesehen, in Abhängigkeit einer festgestellter Alterung oder eines festgestellten Alterungsverlaufs gegebenenfalls Eingriffe in den Betrieb des Dieselmotors 1 bzw. der Abgasreinigungsanlage 28 vorzunehmen und diesen an den Alterungszustand anzupassen.

Vorgesehen ist beispielsweise eine Adaption eines für den Betrieb der Abgasreinigungsanlage 28 abgespeicherten Kennfelds für eine durch das jeweilige oxidationskatalytisch wirksame Abgasreinigungsbauteil bewirkte Oxidation von NO zu NO<sub>2</sub> in Abhängigkeit vom ermittelten Alterungszustand. Dies ermöglicht wiederum eine Anpassung einer Dosierung von Reduktionsmittel zur NO<sub>x</sub>-Verminderung am SCR-Katalysator 5 hinsichtlich Menge und unterer Freigabetemperatur an die alterungsbedingt geänderte Bereitstellung von NO<sub>2</sub>. Weiterhin ist es vorgesehen, eine alterungsbedingt verminderte Menge von bereitgestelltem NO<sub>2</sub> in ein Umsatzmodell für den NO<sub>x</sub>-Umsatz des SCR-Katalysators 5 und/oder in ein Rußbeladungsmodell des Partikelfilters 4 einfließen zu lassen. Dadurch kann eine gegebenenfalls notwendige Verkürzung von Zeitintervallen für erzwungene Partikelfilterregenerationen optimal festgelegt werden. Gleichfalls vorgesehen ist es, eine aufgrund einer festgestellten Alterung verminderte Anspringtemperatur zur Oxidation von Kraftstoff bzw. HC bei einer Festlegung einer Freigabetemperatur für eine HC- bzw. Kraftstoffsekundärzugabe für eine erzwungene Partikelfilterregeneration anzupassen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Abgasreinigungsanlage einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine (1), in deren Abgasstrang (2) ein oxidationskatalytisch wirksames Abgasreinigungsbauteil (3) stromauf eines SCR-Katalysators (5) angeordnet ist, wobei ein Alterungszustand des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils (3) durch Korrelation eines stromauf des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils (3) im Abgas vorhandenen Kohlenwasserstoffanteils mit einem gleichzeitig vorhandenen Stickoxidumsatz des SCR-Katalysators (5) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass unterschiedliche Kohlenwasserstoffanteile im Abgas stromauf des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils (3) eingestellt werden und ein einem Unterschreiten eines vorgebbaren Stickoxidumsatzes zugeordneter Kohlenwasserstoffanteil als Grundlage für die Ermittlung des Alterungszustands herangezogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellung unterschiedlicher Kohlenwasserstoffanteile im Abgas bei einem Betriebspunkt mit einer Temperatur des oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteils (3) erfolgt, bei dem eine vom oxidationskatalytisch wirksamen Abgasreinigungsbauteil (3) im Frischzustand katalysierte Oxidation von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid zumindest annähernd maximal ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Einstellung unterschiedlicher Kohlenwasserstoffanteile im Abgas bei einem Betriebspunkt mit einer Temperatur des SCR-Katalysators im Bereich zwischen 180 °C und 350 °C erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
eine Adaption eines für den Betrieb der Abgasreinigungsanlage (28) vorgesehenen Kennfelds für eine durch das oxidationskatalytisch wirksame Abgasreinigungsbauteil (3) bewirkte Oxidation von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid in Abhängigkeit vom ermittelten Alterungszustand vorgesehen ist.



1/3

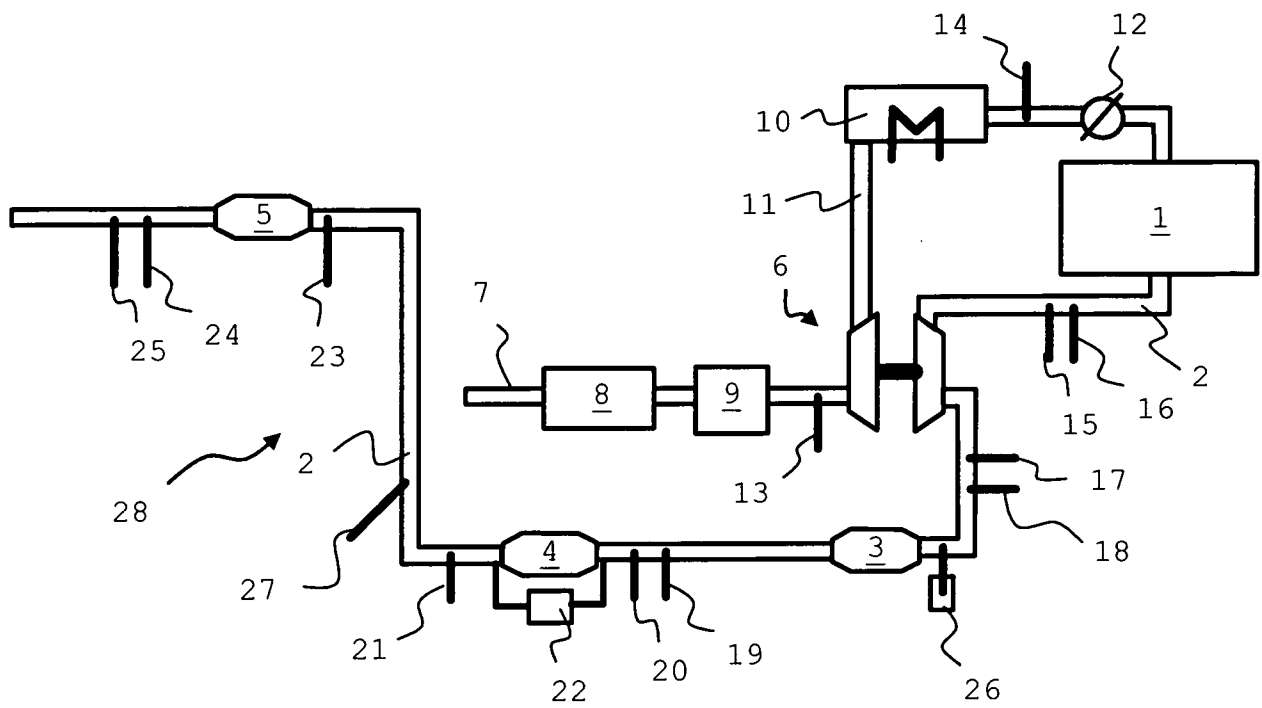


Fig. 1

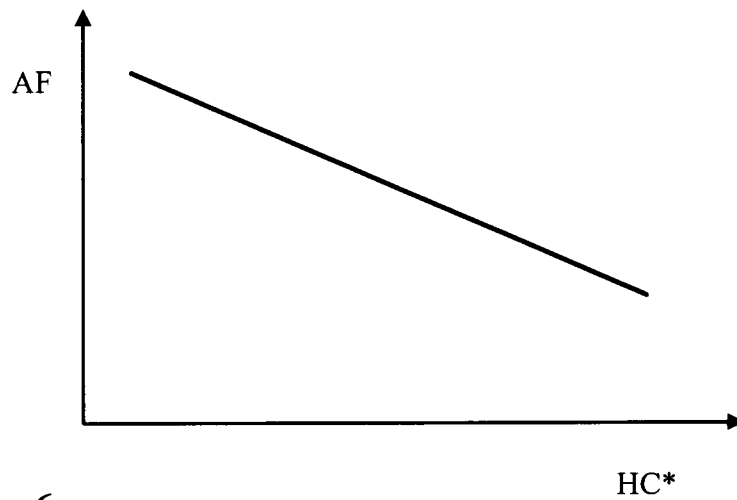


Fig. 6

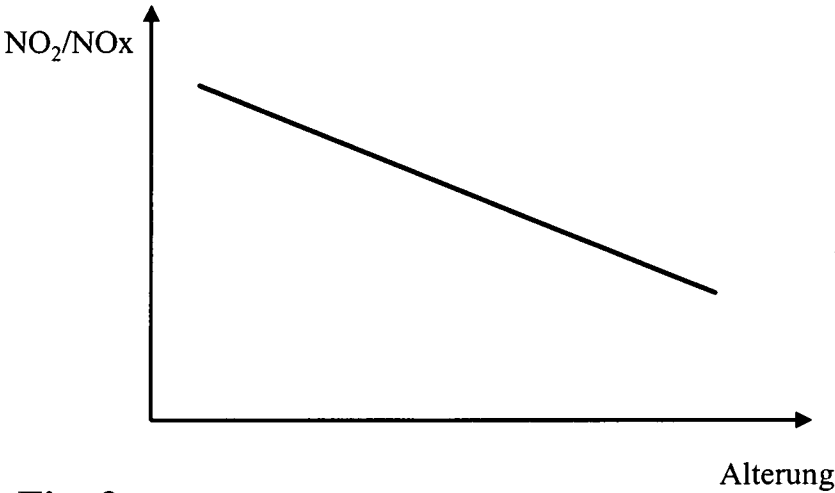


Fig. 2

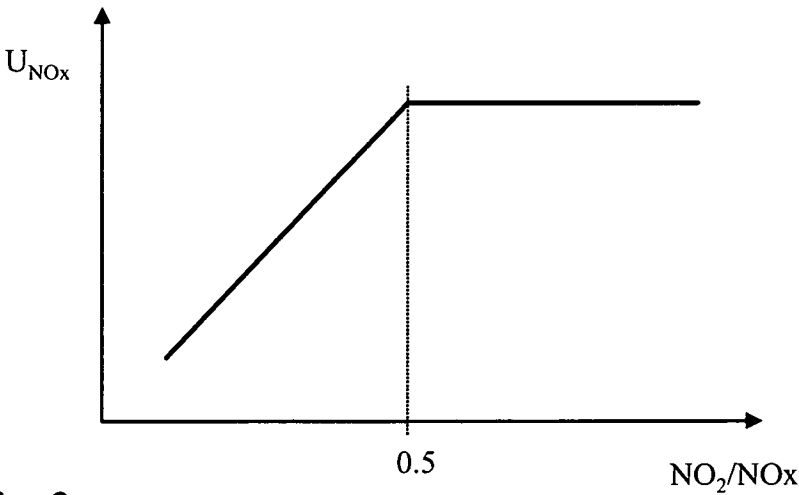


Fig. 3

3/3

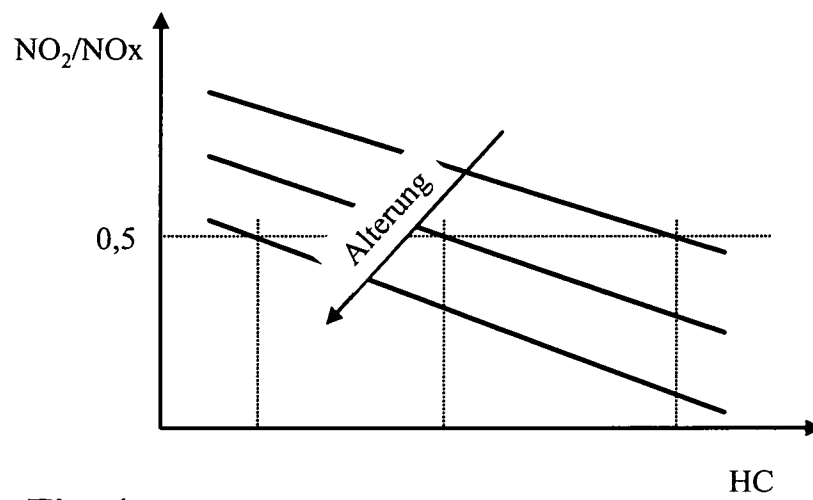


Fig. 4

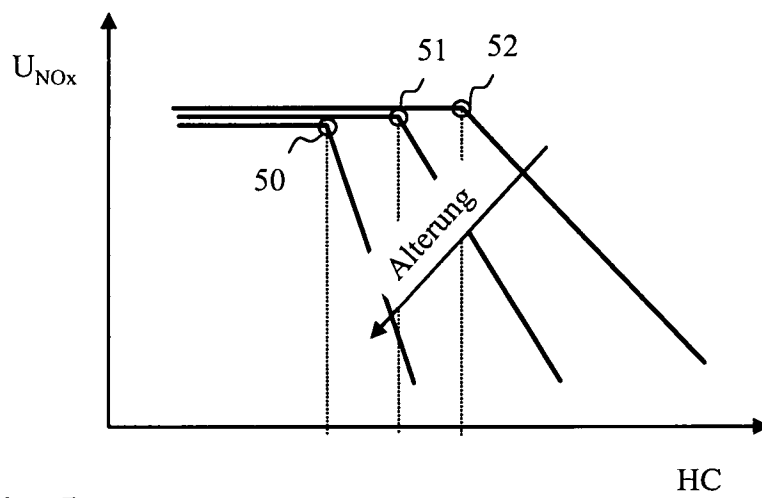


Fig. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/006437

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. 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)

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 32 167 A1 (HITACHI LTD [JP]) 29 January 1998 (1998-01-29) cited in the application abstract figure 1	1-5
A	----- EP 1 136 671 A1 (DMC2 DEGUSSA METALS CATALYSTS [DE] OMG AG & CO KG [DE]) 26 September 2001 (2001-09-26) paragraph [0015]	1-5
A	----- WO 2008/002907 A2 (BASF CATALYSTS LLC [US]) 3 January 2008 (2008-01-03) paragraphs [0001], [0003], [0024], [0048] figure 1	1-5
	----- -/--	

☒ 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.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 November 2009

Date of mailing of the international search report

03/12/2009

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Ikas, Gerhard

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/006437

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10 259714 A (DENSO CORP; TOYOTA MOTOR CORP) 29 September 1998 (1998-09-29) abstract -----	1-5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/006437

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19732167	A1	29-01-1998	JP 3316137 B2 19-08-2002
			JP 10037741 A 10-02-1998
			US 6082101 A 04-07-2000
EP 1136671	A1	26-09-2001	AR 027648 A1 09-04-2003
			AT 244816 T 15-07-2003
			AU 2809401 A 27-09-2001
			BR 0101110 A 06-11-2001
			CA 2341065 A1 21-09-2001
			CN 1314544 A 26-09-2001
			CZ 20010882 A3 14-11-2001
			DE 10013893 A1 27-09-2001
			ES 2197130 T3 01-01-2004
			JP 2001336415 A 07-12-2001
			KR 20010092397 A 24-10-2001
			PL 346557 A1 24-09-2001
			US 2001033815 A1 25-10-2001
			ZA 200102335 A 21-09-2001
WO 2008002907	A2	03-01-2008	CA 2656665 A1 03-01-2008
			CN 101512116 A 19-08-2009
			EP 2038526 A2 25-03-2009
			KR 20090031922 A 30-03-2009
			US 2007298504 A1 27-12-2007
JP 10259714	A	29-09-1998	NONE

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/006437

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F01N3/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

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)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 32 167 A1 (HITACHI LTD [JP]) 29. Januar 1998 (1998-01-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildung 1	1-5
A	EP 1 136 671 A1 (DMC2 DEGUSSA METALS CATALYSTS [DE] OMG AG & CO KG [DE]) 26. September 2001 (2001-09-26) Absatz [0015]	1-5
A	WO 2008/002907 A2 (BASF CATALYSTS LLC [US]) 3. Januar 2008 (2008-01-03) Absätze [0001], [0003], [0024], [0048] Abbildung 1	1-5
A	JP 10 259714 A (DENSO CORP; TOYOTA MOTOR CORP) 29. September 1998 (1998-09-29) Zusammenfassung	1-5

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
  - \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - \*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)
  - \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
  - \*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
  - \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
  - \*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 nahelegend ist
  - \*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
25. November 2009	03/12/2009
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Ikas, Gerhard

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/006437

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19732167	A1	29-01-1998	JP	3316137 B2	19-08-2002
			JP	10037741 A	10-02-1998
			US	6082101 A	04-07-2000
-----					
EP 1136671	A1	26-09-2001	AR	027648 A1	09-04-2003
			AT	244816 T	15-07-2003
			AU	2809401 A	27-09-2001
			BR	0101110 A	06-11-2001
			CA	2341065 A1	21-09-2001
			CN	1314544 A	26-09-2001
			CZ	20010882 A3	14-11-2001
			DE	10013893 A1	27-09-2001
			ES	2197130 T3	01-01-2004
			JP	2001336415 A	07-12-2001
			KR	20010092397 A	24-10-2001
			PL	346557 A1	24-09-2001
			US	2001033815 A1	25-10-2001
			ZA	200102335 A	21-09-2001
-----					
WO 2008002907	A2	03-01-2008	CA	2656665 A1	03-01-2008
			CN	101512116 A	19-08-2009
			EP	2038526 A2	25-03-2009
			KR	20090031922 A	30-03-2009
			US	2007298504 A1	27-12-2007
-----					
JP 10259714	A	29-09-1998	KEINE		
-----					