



(10) **DE 10 2014 110 701 B4** 2021.08.12

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 110 701.2**  
(22) Anmeldetag: **29.07.2014**  
(43) Offenlegungstag: **05.02.2015**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **12.08.2021**

(51) Int Cl.: **B01D 53/94 (2006.01)**

*F01N 3/28 (2006.01)*  
*B01J 23/40 (2006.01)*  
*B01D 53/56 (2006.01)*  
*B01D 53/62 (2006.01)*  
*B01D 53/72 (2006.01)*  
*B01J 23/42 (2006.01)*  
*B01J 23/44 (2006.01)*  
*B01J 35/04 (2006.01)*  
*B01J 37/02 (2006.01)*  
*B01J 37/08 (2006.01)*  
*F01N 3/10 (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).

(30) Unionspriorität:

<b>61/860,608</b>	<b>31.07.2013</b>	<b>US</b>
<b>1315892.8</b>	<b>06.09.2013</b>	<b>GB</b>
<b>1316278.9</b>	<b>12.09.2013</b>	<b>GB</b>

(62) Teilung in:  
**10 2014 020 057.4**

(73) Patentinhaber:  
**Johnson Matthey Public Limited Company,  
London, GB**

(74) Vertreter:  
**BARDEHLE PAGENBERG Partnerschaft mbB  
Patentanwälte, Rechtsanwälte, 81675 München,  
DE**

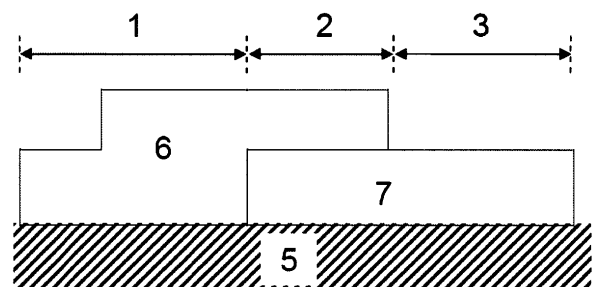
(72) Erfinder:

**Markatou, Penelope, c/o Johnson Matthey Inc.,  
Wayne, Pa., US; Lopez-De Jesus, Yaritza, c/o  
Johnson Matthey Inc., Wayne, Pa., US; Klink,  
Wassim, c/o Johnson Matthey Inc., Wayne, Pa.,  
US; Cole, Kieran John. c/o Johnson Matthey  
PLC, Royston, Hertfordshire, GB; Newman, Colin  
Russell, c/o Johnson Matthey PLC, Hertfordshire,  
Royston, GB; Hanley, Robert, c/o Johnson  
Matthey PLC, Hertfordshire, Royston, GB;  
Hashimoto, Yoshihito, c/o Johnson Matthey  
Japan GK, Sakura-shi, Tochigi-ken, JP; Shibata,  
Masahito, c/o Johnson Matthey Japan GK,  
Sakura-shi, Tochigi-ken, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

(54) Bezeichnung: **Oxidationskatalysator zum Behandeln eines Abgases aus einem Dieselmotor, dessen Verwendungen und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Oxidationskatalysator zum Behandeln eines Abgases aus einem Dieselmotor, wobei der Oxidationskatalysator die folgenden Bestandteile umfasst:  
ein Durchflussmonolithsubstrat;  
eine erste Washcoatregion, die auf dem Substrat angeordnet ist, wobei die erste Washcoatregion ein erstes Platingruppenmetall (PGM) und ein erstes Trägermaterial umfasst, wobei das erste Platingruppenmetall (PGM) aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Platin und einer Kombination von Platin und Palladium besteht;  
eine zweite Washcoatregion benachbart zu der ersten Washcoatregion, wobei die zweite Washcoatregion ein zweites Platingruppenmetall (PGM) und ein zweites Trägermaterial umfasst, wobei das zweite Platingruppenmetall ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>2009 / 0 175 773</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2009 / 0 203 515</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2009 / 0 217 652</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2010 / 0 257 843</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2012 / 0 128 558</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>2010/ 118 125</b>	<b>A2</b>
<b>WO</b>	<b>2012/ 156 883</b>	<b>A1</b>

**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Oxidationskatalysator für einen Dieselmotor, dessen Verwendungen und ein Verfahren zu dessen Herstellung. Ferner werden Verfahren, die den Oxidationskatalysator umfassen, ein Abgassystem, das den Oxidationskatalysator umfasst, sowie ein Fahrzeug, das den Oxidationskatalysator oder das Abgassystem umfasst, beschrieben.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Dieselmotoren (auch als Kompressionszündungsmotoren bezeichnet) liefern eine Abgasemission, die im Allgemeinen mindestens vier Klassen von Schadstoffen enthält, für die es auf der gesamten Welt durch zwischenstaatliche Organisationen Gesetze gibt: Kohlenmonoxid (CO), nichtverbrannte Kohlenwasserstoffe (HCs), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) und Feinstaub (PM).

**[0003]** Oxidationskatalysatoren, die Platingruppenmetalle (PGMs) umfassen, wurden verwendet, um Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffe (HCs), einschließlich der flüchtigen organischen Fraktion (VOF) von Feinstaub (PM), in durch Dieselmotoren produzierten Abgasemissionen zu behandeln. Derartige Katalysatoren behandeln Kohlenmonoxid (CO) durch Oxidieren desselben zu Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und behandeln Kohlenwasserstoffe (HCs) durch Oxidieren derselben zu Wasser (H<sub>2</sub>O) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Einige Platingruppenmetalle, insbesondere, wenn sie auf einem feuerfesten Oxid geträgert sind, können auch die Oxidation von Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) fördern.

**[0004]** Da die Emissionsstandards für die zulässige Emission von Schadstoffen aus Dieselmotoren, insbesondere Fahrzeugmotoren, zunehmend verschärft werden, gibt es einen Bedarf, bessere Abgassysteme bereitzustellen, die in der Lage sind, diese Standards zu erfüllen und die kosteneffizient sind. Es ist wünschenswert, einen Oxidationskatalysator bereitzustellen, der eine ausgezeichnete Aktivität hinsichtlich CO und HC's aufweist und der durch Schwefel in Dieseldieselkraftstoff nicht bereitwillig vergiftet wird. Es ist wichtig, dass der Oxidationskatalysator in Verbindung mit anderen Emissionssteuervorrichtungen insbesondere als Teil eines Abgassystems arbeitet, um die Gesamtreduktion der durch einen Dieselmotor produzierten Schadstoffe zu maximieren.

**[0005]** Platingruppenmetalle (PGMs) sind teure Metalle. Katalysatorhersteller stehen unter Druck, die Wirksamkeit beliebiger PGMs, die in einem Oxidationskatalysator enthalten sind, zu maximieren, um dessen Materialkosten zu minimieren. Das Verfahren

zur Herstellung eines Oxidationskatalysators ist auch wichtig, da mit jedem Schritt des Applizierens eines Washcoats auf ein Substrat und den nachfolgenden Trocknungs- und Calcinierungsstufen Herstellungskosten verbunden sind.

**[0006]** WO 2007/077462 A beschreibt ein Abgassystem für einen mager verbrennenden Verbrennungsmotor, das einen Katalysator zum Oxidieren von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HCs) umfasst, wobei der Katalysator eine erste Washcoatzone, die mindestens ein PGM enthält, wobei die erste Washcoatzone an einem stromaufseitigen Ende durch ein Einlassende eines Substratmonolithen und an einem stromabseitigen Ende durch einen Punkt, der weniger als den halben Weg entlang der Länge des Substratmonolithen bei Messen von dem Einlassende her liegt, definiert ist, eine zweite Washcoatzone, die mindestens ein PGM enthält, wobei die zweite Washcoatzone den auf halbem Weg entlang der Länge des Substratmonolithen bei Messung von dem Einlassende her liegenden Punkt umfasst, und eine dritte Washcoatzone umfasst, die mindestens ein PGM enthält, wobei die dritte Washcoatzone an einem stromabseitigen Ende durch ein Auslassende des Substratmonolithen und an einem stromaufseitigen Ende durch einen Punkt, der höchstens dreiviertel des Weges entlang der Länge des Substratmonolithen von dem Einlassende her liegt, definiert ist, wobei sowohl die PGM-Beladung in der ersten Washcoatzone als auch die PGM-Beladung in der dritten Washcoatzone größer als die PGM-Beladung in der zweiten Washcoatzone ist und wobei die erste Washcoatzone eine Washcoatbeladung umfasst, die kleiner als eine Washcoatbeladung der dritten Washcoatzone ist. US 2009/0203515 A1 offenbart einen Abgasreinigungskatalysator, der ein Trägersubstrat mit mehreren Zellen sowie einen ersten und zweiten Katalysatorabschnitt umfasst, wobei der erste und zweite Katalysatorabschnitt sich nicht berühren. US 2012/0128558 A1 ist auf Dreibege-Umwandlungs-Katalysatoren (TWC-Katalysatoren) gerichtet, die mehr als eine Katalysatorschicht stromaufwärts und einen mehrschichtigen Katalysator stromabwärts aufweisen. Ähnlich ist US 2009/0175773 A1 auf Dreibege-Umwandlungs-Katalysatoren (TWC-Katalysatoren) mit mehreren Schichten gerichtet. US 2009/0217652 A1 betrifft ein Abgassystem für einen Magerverbrennungsmotor, der einen Durchflusssubstratmonolithen und drei Zonen jeweils mit einem Metall der Platingruppe umfasst. WO 2012/156883 A1 ist auf ein katalysiertes Rußfilter gerichtet, das ein Wandstromsubstrat mit einem Einlass und Auslass sowie mehreren Durchgängen umfasst, wobei die Innenwände der Durchgänge zumindest teilweise mit einer ersten und einer zweiten Beschichtung beschichtet sind und die erste und zweite Beschichtung in ihrer Länge um mindestens 20% der axialen Länge des Substrats überlappen. WO 2010/118125 A2 betrifft Oxidationskatalysatoren.

lysatoren, die eine erste und zweite Washcoatzone umfassen, wobei mindestens 50% der gesamten Palladiumkomponente in der ersten Washcoatzone und mindestens 50% der Platinkomponenten in der zweiten Washcoatzone angeordnet sind.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0007]** Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben einen Oxidationskatalysator erdacht, der eine Anordnung aufweist, die in kosteneffektiver Weise hergestellt werden kann, wobei der Oxidationskatalysator die Wirksamkeit seiner Komponenten-PGMs maximiert. Der Oxidationskatalysator liefert eine ausgezeichnete CO- und HC-Oxidationsaktivität und ist gegenüber Schwefel in Dieselkraftstoff und seinen Oxiden tolerant. Der Oxidationskatalysator zeigt auch eine gute Aktivität im Hinblick auf eine Oxidation von Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>).

**[0008]** Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Oxidationskatalysator zur Behandlung eines Abgases aus einem Dieselmotor gemäß Patentanspruch 1. Der Oxidationskatalysator umfasst die folgenden Bestandteile:

ein Substrat;

eine erste Washcoatregion, die auf dem Substrat angeordnet oder geträgert ist, wobei die erste Washcoatregion ein erstes Platingruppenmetall (PGM) und ein erstes Trägermaterial umfasst;

eine zweite Washcoatregion, die zu der ersten Washcoatregion benachbart ist, wobei die zweite Washcoatregion ein zweites Platingruppenmetall (PGM) und ein zweites Trägermaterial umfasst;

eine dritte Washcoatregion, die auf dem Substrat angeordnet oder geträgert ist, wobei die dritte Washcoatregion ein drittes Platingruppenmetall (PGM) und ein drittes Trägermaterial umfasst; und wobei die dritte Washcoatregion zu der zweiten Washcoatregion benachbart ist.

**[0009]** Durch die Anordnung der zweiten und der dritten Washcoatregion kommt in den Oxidationskatalysator eintretendes Abgas hauptsächlich mit der zweiten Washcoatregion in Kontakt, bevor es mit der dritten Washcoatregion in Kontakt gelangt. Diese Anordnung in dem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator kann verwendet werden, um eine gute Toleranz gegenüber einer Vergiftung durch Schwefel in Dieselkraftstoff bereitzustellen und um die Oxidation von Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) zu optimieren. Insbesondere kann die Oxidationsaktivität des Katalysators gegenüber HCs beibehalten werden, selbst nachdem eine gewisse Sulfatierung stattgefunden hat.

**[0010]** Die vorliegende Erfindung betrifft auch die Verwendung des erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators in einem Abgassystem für einen Dieselmotor, das eine Emissionssteuerungsvorrichtung umfasst.

**[0011]** Die Oxidation von Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) durch den Oxidationskatalysator kann für die gesamte Entfernung der Schadstoffe durch ein Abgassystem wichtig sein. Das Verhältnis von NO<sub>2</sub> zu NO in einem Abgas kann die aktive oder passive Regeneration einer Emissionssteuerungsvorrichtung, die ein Filtersubstrat (z.B. ein Dieselpartikelfilter (DPF), ein katalysiertes Rußfilter (CSF), ein selektives katalytisches Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)) umfasst, beeinflussen. NO<sub>2</sub> in einem Abgas kann die Oxidation von Feinstaub (PM), der durch ein Filtersubstrat einer stromabgelegenen Emissionssteuerungsvorrichtung gesammelt wird, unterstützen. Der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator eignet sich insbesondere zur Verwendung bei der aktiven Regeneration einer Emissionssteuerungsvorrichtung, die ein Filtersubstrat umfasst.

**[0012]** Die Menge an NO<sub>2</sub> in einem Abgas kann auch die Leistungsfähigkeit einer Emissionssteuerungsvorrichtung, die sich stromab des Oxidationskatalysators befindet, beeinflussen. Selektive katalytische Reduktions (SCR)-Katalysatoren und selektive katalytische Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)-Katalysatoren zur Behandlung von NO<sub>x</sub> (z.B. NO<sub>2</sub> + NO) erfordern häufig, dass das Verhältnis von NO<sub>2</sub> zu NO in einem Einlassgas in einem speziellen Bereich liegt, so dass die katalytische Leistungsfähigkeit optimal ist. Der optimale NO<sub>2</sub>-Anteil im NO<sub>x</sub> hängt typischerweise von dem Typ der in dem SCR- oder SCR<sup>TM</sup>-Katalysator verwendeten Zusammensetzung ab. Der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator kann mit einem SCR- oder SCR<sup>TM</sup>-Katalysator, speziell einem SCR- oder SCR<sup>TM</sup>-Katalysator, der einen kupferausgetauschten Zeolith umfasst, verwendet werden.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren die Verwendung des erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators in einem Fahrzeug, das einen Dieselmotor umfasst.

**[0014]** Die vorliegende Erfindung liefert des Weiteren ein Verfahren zur Herstellung eines Oxidationskatalysators gemäß Patentanspruch 17.

**[0015]** Das Verfahren zur Herstellung des Oxidationskatalysators umfasst die folgenden Schritte:

(i) Beschichten eines Substrats von einem ersten Ende her mit einem ersten Washcoat der Länge L<sub>1</sub>, wobei das Substrat eine axiale Länge L aufweist und L<sub>1</sub> kleiner als die axiale Länge L ist (z.B. L<sub>1</sub> < L); dann

(ii) Beschichten des Substrats von einem zweiten Ende her mit einem zweiten Washcoat der Länge  $L_2$ , wobei  $L_2$  größer als der Unterschied zwischen  $L$  und  $L_1$  ist (z.B.  $L_2 > L - L_1$ ); und

(iii) Calcinieren des mit dem ersten Washcoat und dem zweiten Washcoat beschichteten Substrats.

**[0016]** Beschrieben wird auch ein Verfahren zur Behandlung eines Abgases aus einem Dieselmotor, das ein Inberührunggelangen des Abgases mit einem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator umfasst. Das Verfahren zum Behandeln eines Abgases aus einem Dieselmotor ist ein Verfahren zum Behandeln (z.B. Oxidieren) von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HCs) in einem Abgas aus einem Dieselmotor, beispielsweise durch Oxidieren von Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffen (HCs) und Stickstoffmonoxid (NO). Typischerweise wird das behandelte Abgas anschließend über eine Emissionssteuervorrichtung (d.h. eine stromab gelegene Emissionssteuervorrichtung) geführt. Dieser Aspekt betrifft auch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Dieselmotor optional in Kombination mit einer Emissionssteuervorrichtung.

**[0017]** Weiterhin beschrieben wird auch ein Verfahren zum Modulieren des Gehalts von Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ) in einem Abgas aus einem Dieselmotor für eine Emissionssteuervorrichtung, wobei das Verfahren umfasst: (a) Steuern des  $\text{NO}_x$ -Gehalts eines Abgases durch Inberührungbringen des Abgases mit einem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator zur Herstellung eines behandelten Abgases und (b) Führen des behandelten Abgases zu einer Emissionssteuervorrichtung. Dieser Aspekt betrifft auch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators zum Modulieren des Gehalts von Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ) in einem Abgas aus einem Dieselmotor für eine Emissionssteuervorrichtung (d.h. eine stromab gelegene Emissionssteuervorrichtung).

**[0018]** Ein weiterer Aspekt betrifft die Verwendung eines erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators bei der Regeneration einer Emissionssteuervorrichtung, die ein Filtersubstrat aufweist. Der Oxidationskatalysator kann bei der aktiven oder passiven Regeneration der Emissionssteuervorrichtung verwendet werden.

#### Figurenliste

**[0019]** Die **Fig. 1** bis **Fig. 4** sind Darstellungen von Oxidationskatalysatoren.

**Fig. 1** zeigt einen nicht-erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator, der eine erste Washcoatregion (1), eine zweite Washcoatregion (2), die zu der ersten Washcoatregion (1) benachbart ist, und eine dritte Washcoatregion (3), die zu der zweiten Washcoatregion (2) benachbart ist, umfasst, die auf einem Substrat (5) angeordnet sind. **Fig. 1** liefert auch eine schematische Darstellung der in den **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellten Oxidationskatalysatoren.

**Fig. 2** zeigt einen nicht-erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator, der eine erste Washcoatregion (1), eine zweite Washcoatregion (2) und eine dritte Washcoatregion (3) umfasst. Die erste Washcoatregion ist direkt auf dem Substrat (5) angeordnet. Die zweite Washcoatregion ist auf der dritten Washcoatregion angeordnet. Sowohl die zweite Washcoatregion als auch die dritte Washcoatregion sind zu der ersten Washcoatregion benachbart.

Die **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen erfindungsgemäße Oxidationskatalysatoren, worin eine zweite Washcoatregion (2) die Überlappungsregion zwischen zwei Washcoatschichten (6 und 7), die auf einem Substrat (5) angeordnet sind, ist. In **Fig. 3** überlappt ein Ende der Washcoatschicht (6), die eine erste Washcoatregion (1) bildet, ein Ende einer Washcoatschicht (7), die eine dritte Washcoatregion (3) bildet. In **Fig. 4** wird ein Ende eines Endes der Washcoatschicht (6), die eine erste Washcoatregion (1) bildet, durch ein Ende einer Washcoatschicht (7), die eine dritte Washcoatregion (3) bildet, überlappt.

**Fig. 5** ist ein Graph, der den prozentualen  $\text{NO}_2$ -Gehalt von  $\text{NO}_x$  aus einer Oxidation von NO durch den Referenz-DOC (♦) und den Zonen aufweisenden DOC (A) bei verschiedenen Temperaturen zeigt.

Die **Fig. 6** und **Fig. 7** zeigen die Ergebnisse von Quenchttests, die bei dem Referenz-DOC bzw. dem Zonen aufweisenden DOC durchgeführt wurden.

Die **Fig. 8** und **Fig. 9** sind Histogramme, die die Menge des HC-Entweichens bei dem Referenz-DOC und dem Zonen aufweisenden DOC zeigen.

**Fig. 10** ist ein Histogramm, das den prozentualen  $\text{NO}_2$ -Gehalt von  $\text{NO}_x$  aus einer Oxidation von NO hinter dem Referenz-DOC und dem Zonen aufweisenden DOC, die jeweils Schwefel in Dieselmotorkraftstoff ausgesetzt wurden, zeigt.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0020]** Typischerweise umfasst der Oxidationskatalysator eine Gesamtmenge, bezogen auf die Masse,

der Platingruppenmetall (PGM)-Komponente von 2,0 bis 8,0 g. Die Gesamtmenge der PGM-Komponente, die verwendet wird, hängt unter anderem von der Größe des Substrats und der angestrebten Verwendung des Oxidationskatalysators ab.

**[0021]** Allgemein umfasst der Oxidationskatalysator ein Verhältnis der Gesamtmasse an Platin zu der Gesamtmasse an Palladium von 3:1 bis 1:3 (beispielsweise 2:1 bis 1:2), beispielsweise von 1,5:1 bis 1:1,5. Es ist bevorzugt, dass die Gesamtmasse an Platin größer ist als die Gesamtmasse an Palladium ist. Vorzugsweise beträgt das Verhältnis der Gesamtmasse von Platin zu der Gesamtmasse von Palladium 3:1 bis 1,1:1 (beispielsweise 2,5:1 bis 7:6) beispielsweise 2:1 bis 1,25:1.

**[0022]** Der Oxidationskatalysator weist im Allgemeinen eine Gesamtbeladung des Platingruppenmetalls von 0,706 bis 7,06 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 200 g/ft<sup>3</sup>), vorzugsweise von 0,883 bis 618 kg/m<sup>3</sup> (25 bis 175 g/ft<sup>3</sup>) und stärker bevorzugt von 1,06 bis 5,65 kg/m<sup>3</sup> (30 bis 160 g/ft<sup>3</sup>) auf.

**[0023]** Wie schematisch in den Figuren dargestellt, umfasst der nicht-erfindungsgemäße Oxidationskatalysator ein Substrat (5), eine auf dem Substrat (5) angeordnete erste Washcoatregion (1), eine zu der ersten Washcoatregion (1) benachbarte zweite Washcoatregion (2) und eine auf dem Substrat (5) angeordnete dritte Washcoatregion (3). Die dritte Washcoatregion (3) kann zu der zweiten Washcoatregion (2) (siehe Fig. 1) benachbart sein oder die zweite Washcoatregion (2) kann auf der dritten Washcoatregion (3) angeordnet sein (siehe Fig. 2). Die zweite Washcoatregion (2) ist zu der ersten Washcoatregion (1) auf dem Substrat benachbart (beispielsweise ist die zweite Washcoatregion als Nächstes zu der ersten Washcoatregion entlang der Länge des Substrats angeordnet). Zur Vermeidung von Zweifeln sind die erste Washcoatregion (1), die zweite Washcoatregion (2) und die dritte Washcoatregion (3) auf dem gleichen Substrat geträgert.

**[0024]** Der Oxidationskatalysator kann eine auf dem Substrat angeordnete (beispielsweise direkt angeordnete oder geträgerte) darunterliegende Washcoatschicht umfassen. Die erste Washcoatregion und die dritte Washcoatregion können direkt auf der darunterliegenden Washcoatschicht angeordnet oder geträgert sein. Die zweite Washcoatregion kann direkt auf der darunterliegenden Washcoatschicht angeordnet oder geträgert sein.

**[0025]** Die darunterliegende Washcoatschicht weist typischerweise eine Länge von mindestens 90 % der Länge des Substrats, beispielsweise eine Länge von 95 bis 100 % der Länge des Substrats auf. Es ist bevorzugt, dass die darunterliegende Washcoatschicht

eine Länge aufweist, die im Wesentlichen der Länge des Substrats entspricht.

**[0026]** Die erste Washcoatregion ist jedoch im Allgemeinen direkt auf dem Substrat angeordnet (d.h. direkt auf dem Substrat geträgert). Dies bedeutet, dass die erste Washcoatregion sich in Kontakt mit einer Oberfläche des Substrats befindet. Es ist bevorzugt, dass sich keine Zwischenwashcoatregion (beispielsweise eine darunterliegende Washcoatschicht) zwischen einer Oberfläche des Substrats und der ersten Washcoatregion befindet. Stärker bevorzugt gibt es keine Zwischenwashcoatregion (beispielsweise darunterliegende Washcoatschicht) zwischen einer Oberfläche des Substrats und der ersten Washcoatregion und der dritten Washcoatregion (und ferner der zweiten Washcoatregion).

**[0027]** Die erste Washcoatregion befindet sich typischerweise stromauf der zweiten Washcoatregion (d.h. die erste Washcoatregion ist näher zu dem Einlassende des Substrats hin als die zweite Washcoatregion zu dem Einlassende hin angeordnet). Das den Oxidationskatalysator betretende Abgas kommt mit der ersten Washcoatregion in Kontakt bevor es mit der zweiten Washcoatregion in Kontakt gelangt. Es ist bevorzugt, dass die erste Washcoatregion sich stromauf sowohl der zweiten Washcoatregion als auch der dritten Washcoatregion befindet.

**[0028]** Die erste Washcoatregion des Oxidationskatalysators gemäß der vorliegenden Erfindung ist zum Initiieren einer Oxidation von Kohlenwasserstoffen (HCs) und/oder Kohlenmonoxid (CO) in dem Abgas, insbesondere von Kohlenwasserstoffen (HCs) vorgesehen. So weist die erste Washcoatregion eine niedrige HC-Anspringtemperatur und/oder CO-Anspringtemperatur (beispielsweise eine niedrige HC-T<sub>50</sub> und/oder eine niedrige CO-T<sub>50</sub>) auf. Die Aktivität der ersten Washcoatregion ist für relativ niedrige Abgastemperaturen, beispielsweise kurz nach Start eines Dieselmotors, von Vorteil. Die Oxidation der HCs und/oder von CO durch die erste Washcoatregion erzeugt eine Exothermie, die die Temperatur des Abgases und des Körpers des Katalysators auf eine Temperatur erhöhen kann, die für eine Katalyse durch die zweite und dritte Washcoatregion optimal ist.

**[0029]** Im Allgemeinen umfasst die erste Washcoatregion eine erste Washcoatschicht. Die erste Washcoatschicht kann direkt auf dem Substrat angeordnet sein (d.h. direkt darauf geträgert sein).

**[0030]** Die erste Washcoatregion umfasst einen Teil oder Bereich der ersten Washcoatschicht (siehe (1) und (6) in den Fig. 3 und Fig. 4). Der Teil der ersten Washcoatschicht ist eine Teillänge (beispielsweise nicht die gesamte oder vollständige Länge) der ersten Washcoatschicht.

**[0031]** Zusätzlich kann die erste Washcoatregion oder der Teil der ersten Washcoatschicht eine PGM-Zone umfassen. Der Teil der ersten Washcoatschicht (d.h. der die erste Washcoatregion bildet) kann eine PGM-Zone und einen benachbarten Teil oder Bereich der ersten Washcoatschicht umfassen oder daraus bestehen (d.h. der Teil oder Bereich der ersten Washcoatschicht ist zu der PGM-Zone auf dem Substrat benachbart). Die PGM-Zone kann so formuliert sein, um eine hohe Oxidationsaktivität gegenüber Kohlenwasserstoffen, beispielsweise eine höhere Aktivität als der Rest des Oxidationskatalysators, bereitzustellen.

**[0032]** Die Länge der PGM-Zone ist typischerweise kleiner als die Länge der ersten Washcoatregion oder des Teils der ersten Washcoatschicht (d.h. der die erste Washcoatregion bildet). So kann die erste Washcoatregion oder der Teil der ersten Washcoatschicht in eine PGM-Zone und einen benachbarten Teil oder Bereich der ersten Washcoatschicht unterteilt werden.

**[0033]** Im Allgemeinen befindet sich die PGM-Zone bei oder benachbart zu einem Einlassende des Substrats. Das PGM befindet sich vorzugsweise stromauf des benachbarten Teils oder Bereichs der ersten Washcoatschicht.

**[0034]** Die erste Washcoatregion kann eine erste Washcoatschicht und eine vierte Washcoatschicht umfassen, wobei die vierte Washcoatschicht auf der ersten Washcoatschicht angeordnet ist. Wenn die erste Washcoatregion eine erste Washcoatschicht und eine vierte Washcoatschicht umfasst, umfasst die erste Washcoatregion vorzugsweise einen Teil oder Bereich der ersten Washcoatschicht und einen Teil oder Bereich der vierten Washcoatschicht, wobei der Teil der vierten Washcoatschicht auf einem Teil der ersten Washcoatschicht angeordnet ist. Der Teil der ersten Washcoatschicht ist eine Teillänge (beispielsweise nicht die gesamte oder vollständige Länge) der ersten Washcoatschicht. Der Teil der vierten Washcoatschicht ist eine Teillänge (beispielsweise nicht die gesamte oder vollständige Länge) der vierten Washcoatschicht.

**[0035]** Allgemein weist die erste Washcoatregion eine Länge auf, die kleiner als die Länge (d.h. die axiale Länge  $L$ ) des Substrats ist. Es ist bevorzugt, dass die erste Washcoatregion eine Länge von mindestens 5 % der Länge des Substrats aufweist. Die erste Washcoatregion weist typischerweise eine Länge von 10 bis 80 % der Länge des Substrats, vorzugsweise von 20 bis 70 %, stärker bevorzugt von 30 bis 60 % der Länge des Substrats, beispielsweise von 40 bis 60 % der Länge des Substrats auf.

**[0036]** Es ist allgemein bevorzugt, dass die erste Washcoatregion kleiner oder gleich 50 % der Län-

ge des Substrats, vorzugsweise kleiner als 50 % der Länge des Substrats, stärker bevorzugt kleiner als 30 % der Länge des Substrats ist. Somit weist die erste Washcoatregion vorzugsweise eine Länge von 10 bis 50 % der Länge des Substrats, stärker bevorzugt von 15 bis 45 % der Länge des Substrats, beispielsweise von 20 bis 40 % der Länge des Substrats und noch stärker bevorzugt von 25 bis 35 % der Länge des Substrats auf.

**[0037]** Wenn die erste Washcoatregion eine PGM-Zone umfasst, beträgt die Länge der PGM-Zone typischerweise 1 bis 25 % der Länge des Substrats, vorzugsweise 2,5 bis 20 % der Länge des Substrats (beispielsweise 2,5 bis 7,5 % der Länge des Substrats), stärker bevorzugt von 5 bis 15 % der Länge des Substrats (beispielsweise 5 bis 10 % der Länge des Substrats).

**[0038]** Die PGM-Zone kann eine Länge von 0,5 bis 2 Zoll (12,7 bis 50,81 mm) aufweisen. Es ist bevorzugt, dass die PGM-Zone eine Länge von 12,7 bis 44,45 mm (0,5 bis 1,75 Zoll), beispielsweise von 12,7 bis 38,1 mm (0,5 bis 1,5 Zoll) oder 15,24 bis 44,45 mm (0,6 bis 1,75 Zoll), stärker bevorzugt von 19,95 bis 31,75 mm (0,75 bis 1,25 Zoll) aufweist. Typischerweise weist die PGM-Zone eine Länge von etwa oder ungefähr 1 Zoll (2,54 cm) auf.

**[0039]** Allgemein ist die erste Washcoatregion am oder benachbart zu einem Einlassende des Substrats angeordnet.

**[0040]** Die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht umfasst ein erstes Platingruppenmetall (PGM). Es ist bevorzugt, dass das alleinige PGM in der ersten Washcoatregion das erste PGM ist.

**[0041]** Das erste PGM ist eine Kombination aus Platin und Palladium (z.B. lediglich Platin und Palladium).

**[0042]** Im Allgemeinen ist die Gesamtbeladung des ersten PGM (der ersten Washcoatregion) größer als die Gesamtbeladung des dritten PGM (der dritten Washcoatregion).

**[0043]** Die erste Washcoatregion weist typischerweise eine Gesamtbeladung des ersten PGM von 0,177 bis 10,59 kg/m<sup>3</sup> (5 bis 300 g/ft<sup>3</sup>) auf. Vorzugsweise beträgt die Gesamtbeladung des ersten PGM (0,353 bis 8,83 kg/m<sup>3</sup> (10 bis 250 g/ft<sup>3</sup>), stärker bevorzugt (0,53 bis 7,06 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 200 g/ft<sup>3</sup>)) (beispielsweise 0,53 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 100 g/ft<sup>3</sup>)), noch stärker bevorzugt 0,706 bis 5,3 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 150 g/ft<sup>3</sup>) (z.B. 0,706 bis 2,65 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 75 g/ft<sup>3</sup>)) und noch stärker bevorzugt 0,883 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (25 bis 100 g/ft<sup>3</sup>). Vorzugsweise weist die erste Washcoatschicht eine Gesamtbeladung des ersten PGM von 0,177 bis 10,59 kg/m<sup>3</sup> (5 bis 300 g/ft<sup>3</sup>) auf. Vorzugs-

weise beträgt die Gesamtbeladung des ersten PGM 0,353 bis 8,83 kg/m<sup>3</sup> (10 bis 250 g/ft<sup>3</sup>), stärker bevorzugt 0,53 bis 7,06 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 200 g/ft<sup>3</sup>) (beispielsweise 0,53 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 100 g/ft<sup>3</sup>)), noch stärker bevorzugt 0,706 bis 5,3 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 150 g/ft<sup>3</sup>) (beispielsweise 0,706 bis 2,65 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 75 g/ft<sup>3</sup>)) und noch stärker bevorzugt 0,883 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (25 bis 100 g/ft<sup>3</sup>).

**[0044]** Die erste Washcoatregion umfasst ein Verhältnis der Gesamtmasse an Platin zu der Gesamtmasse an Palladium von 3,5:1 bis 1,1:1.

**[0045]** In der ersten Washcoatregion ist die Gesamtmasse von Platin größer der Gesamtmasse an Palladium (d.h. das Verhältnis der Gesamtmasse von Platin zu der Gesamtmasse von Palladium  $\geq 1,1:1$ ). Eine vorteilhafte Anspringsaktivität kann erreicht werden, wenn die Gesamtmasse von Platin größer als oder gleich der Gesamtmasse von Palladium in der ersten Washcoatregion ist. Stärker bevorzugt beträgt das Verhältnis der Gesamtmasse von Platin zu der Gesamtmasse von Palladium 3:1 bis 1,25:1, und stärker bevorzugt 2,5:1 bis 1,5:1.

**[0046]** Die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht kann Gold umfassen. Die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht kann eine Palladium-Gold-Legierung umfassen (beispielsweise kann das Palladium des ersten Platingruppenmetalls in Form einer Legierung mit Gold vorhanden sein). Gold (Au) umfassende Katalysatoren können unter Verwendung des in der WO 2012/120292 A beschriebenen Verfahrens hergestellt werden.

**[0047]** Wenn die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht Gold umfasst, beispielsweise eine Palladium-Gold-Legierung, umfasst im Allgemeinen die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht ein Verhältnis der Gesamtmasse von Palladium (Pd) zu der Gesamtmasse von Gold (Au) von 9:1 bis 1:9, vorzugsweise von 5:1 bis 1:5 und stärker bevorzugt von 2:1 bis 1:2.

**[0048]** Die PGM-Zone umfasst typischerweise ein Platingruppenmetall (PGM), das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Platin, Palladium und einer Kombination hiervon besteht. Die Definition des ersten PGM umfasst das Platingruppenmetall (PGM) der PGM-Zone.

**[0049]** Die PGM-Zone umfasst eine unterschiedliche Gesamtmenge (beispielsweise eine unterschiedliche Gesamtbeladung) des PGM als der Rest der ersten Washcoatregion (d.h. der benachbarte Teil der ersten Washcoatschicht). Es ist bevorzugt, dass die PGM-Zone eine Gesamtmenge (beispielsweise eine Gesamtbeladung) von PGM aufweist, die größer als der Rest der ersten Washcoatregion ist.

**[0050]** Es ist bevorzugt, dass die Gesamtbeladung von Platin (Pt) in der PGM-Zone größer als die Gesamtbeladung von Platin (Pt) in dem Rest der ersten Washcoatregion ist (d.h. dem benachbarten Teil der ersten Washcoatschicht). Stärker bevorzugt ist die Gesamtbeladung von Palladium (Pd) in der PGM-Zone kleiner als die Gesamtbeladung von Palladium (Pd) in dem Rest der ersten Washcoatregion (d.h. dem Rest der ersten Washcoatschicht).

**[0051]** Wenn die PGM-Zone Platin (Pt) und Palladium (Pd) umfasst, beträgt typischerweise das Gewichtsverhältnis von Platin (Pt) zu Palladium (Pd)  $\geq 1$ :1. Es ist bevorzugt, dass das Gewichtsverhältnis von Platin (Pt) zu Palladium (Pd)  $\geq 1,1:1$ , stärker bevorzugt  $\geq 1,25:1$ , insbesondere  $\geq 1,5:1$ , beispielsweise  $\geq 1,75:1$  (z.B.  $\geq 2:1$ ) und noch stärker bevorzugt  $\geq 2,5:1$  (beispielsweise  $\geq 5:1$ ) ist. So umfasst die PGM-Zone typischerweise Platin (Pt) und Palladium (Pd) in einem Gewichtsverhältnis von 10:1 bis 1:1 (beispielsweise 2:1 bis 1,1:1 oder 7,5:1 bis 5:1), stärker bevorzugt von 8:1 bis 1,25:1 (beispielsweise 7:1 bis 1,5:1) und noch stärker bevorzugt von 6:1 bis 2,5:1.

**[0052]** Typischerweise umfasst das erste Trägermaterial ein feuerfestes Metalloxid oder besteht im Wesentlichen daraus. Feuerfeste Metalloxide mit Eignung zur Verwendung als Trägermaterial in einem Oxidationskatalysator für einen Dieselmotor sind auf dem einschlägigen Fachgebiet gut bekannt. Das feuerfeste Metalloxid kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titanoxid, Zirconiumoxid, Ceroxid und Misch- oder Verbundoxiden von zwei oder mehr hiervon besteht. Es ist bevorzugt, dass das feuerfeste Metalloxid aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid und Misch- oder Verbundoxiden hiervon ausgewählt ist. Stärker bevorzugt ist das feuerfeste Metalloxid aus Aluminiumoxid und Siliciumdioxid-Aluminiumoxid ausgewählt. Noch stärker bevorzugt ist das feuerfeste Metalloxid Aluminiumoxid.

**[0053]** Das erste Trägermaterial kann Ceroxid, speziell Ceroxid (CeO<sub>2</sub>) oder Ceroxid-Zirconiumoxid (CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>) umfassen oder kann daraus bestehen.

**[0054]** Im Allgemeinen ist das erste PGM auf dem ersten Trägermaterial angeordnet oder geträgert. Wenn die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht Gold umfasst, kann das Gold oder die Palladium-Gold-Legierung auf dem ersten Trägermaterial angeordnet oder geträgert sein. Beispielsweise kann das erste PGM und/oder Gold auf dem ersten Trägermaterial dispergiert sein und/oder in dem ersten Trägermaterial imprägniert sein.

**[0055]** Die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht umfasst typischerweise eine Gesamtwashcoatbeladung von 15,26 bis 305,1 kg/m<sup>3</sup> (0,25 bis 5 g/Zoll<sup>3</sup>), vorzugsweise von 30,51 bis 244,1 kg/m<sup>3</sup>

(0,5 bis 4 g/Zoll<sup>3</sup>), beispielsweise von 45,77 bis 183,1 kg/m<sup>3</sup> (0,75 bis 3 g/Zoll<sup>3</sup>), stärker bevorzugt von 61,07 bis 152,6 kg/m<sup>3</sup> (1,0 bis 2,5 g/Zoll<sup>3</sup>), beispielsweise von 76,28 bis 122,0 kg/m<sup>3</sup> (1,25 bis 2,0 g/Zoll<sup>3</sup>).

**[0056]** Die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht kann ferner ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfassen. Das Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel kann aus einem Zeolith, Aktivkohle, porösem Graphit und einer Kombination von zwei oder mehr hiervon ausgewählt sein. Es ist bevorzugt, dass das Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel ein Zeolith ist.

**[0057]** Wenn die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfasst, beträgt typischerweise die Gesamtmenge des Kohlenwasserstoffadsorptionsmittels 3,051 bis 183,1 kg/m<sup>3</sup> (0,05 bis 3,00 g/Zoll<sup>3</sup>), speziell 6,102 bis 122,0 kg/m<sup>3</sup> (0,10 bis 2,00 g/Zoll<sup>3</sup>) (beispielsweise 12,205 bis 48,82 kg/m<sup>3</sup> (0,2 bis 0,8 g/Zoll<sup>3</sup>)).

**[0058]** Die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht kann ein Erdalkalimetall umfassen oder nicht umfassen.

**[0059]** Typischerweise umfasst das Erdalkalimetall Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba) oder eine Kombination von zwei oder mehr hiervon. Es ist bevorzugt, dass das Erdalkalimetall Calcium (Ca), Strontium (Sr) oder Barium (Ba), stärker bevorzugt Strontium (Sr) oder Barium (Ba) umfasst, und im am stärksten bevorzugter Weise umfasst das Erdalkalimetall Barium (Ba).

**[0060]** Typischerweise beträgt die Menge des Erdalkalimetalls 2,47 bis 132,4 mol/m<sup>3</sup> (0,07 bis 3,75 mol/ft<sup>3</sup>), speziell 3,53 bis 106 mol/m<sup>3</sup> (0,1 bis 3,0 mol/ft<sup>3</sup>), spezieller 7,06 bis 88,3 mol/m<sup>3</sup> (0,2 bis 2,5 mol/ft<sup>3</sup>) (beispielsweise 8,83 bis 35,3 mol/m<sup>3</sup> (0,25 bis 1,0 mol/ft<sup>3</sup>)), beispielsweise 10,6 bis 79,5 mol/m<sup>3</sup> (0,3 bis 2,25 mol/ft<sup>3</sup>), speziell 12,4 bis 65,3 mol/m<sup>3</sup> (0,35 bis 1,85 mol/ft<sup>3</sup>), vorzugsweise 14,1 bis 53,0 mol/m<sup>3</sup> (0,4 bis 1,5 mol/ft<sup>3</sup>), stärker bevorzugt 17,7 bis 44,1 mol/m<sup>3</sup> (0,5 bis 1,25 mol/ft<sup>3</sup>).

**[0061]** Wenn die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht ferner ein Erdalkalimetall umfasst, kann das erste Trägermaterial mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid umfassen oder es nicht umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen. Die Heteroatomkomponente umfasst typischerweise Silicium, Magnesium, Barium, Lanthan, Cer, Titan oder Zirconium oder eine Kombination von zwei oder mehr hiervon. Die Heteroatomkomponente kann ein Oxid von Silicium, ein Oxid von Magnesium, ein Oxid von Barium, ein Oxid von Lanthan, ein Oxid von Cer, ein Oxid von Titan oder ein Oxid von Zirconium umfassen oder im Wesentlichen

daraus bestehen. Stärker bevorzugt ist das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid oder mit Magnesiumoxid dotiertes Aluminiumoxid. Noch stärker bevorzugt ist das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid. Mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid kann unter Verwendung von auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannten Verfahren oder beispielsweise mittels eines in der US 5 045 519 A beschriebenen Verfahrens hergestellt werden.

**[0062]** Die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht kann im Wesentlichen aus einem ersten PGM, einem ersten Trägermaterial und einer Erdalkalimetallkomponente bestehen. Die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht besteht vorzugsweise im Wesentlichen aus einem ersten PGM und einem ersten Trägermaterial.

**[0063]** Die zweite Washcoatregion ist zu der ersten Washcoatregion benachbart. Die zweite Washcoatregion ist zu der dritten Washcoatregion benachbart (beispielsweise direkt benachbart).

**[0064]** In den erfindungsgemäßen Katalysator eintretendes Abgas kommt im Allgemeinen mit der zweiten Washcoatregion vor der dritten Washcoatregion in Kontakt. Die zweite Washcoatregion wirkt als „Stabilisator“ für die erste Washcoatregion. Die zweite Washcoatregion agiert als „Stabilisator“ in dem Sinne, dass sie einige oder die gesamten Oxidationsreaktionen der ersten Washcoatregion durchführt, die zweite Washcoatregion kann jedoch eine höhere Anspringtemperatur für HC und/oder CO als die erste Washcoatregion aufweisen. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass die Oxidation der HCs und/oder von CO bei höheren Abgastemperaturen fortgesetzt wird und eine weitere Exotherme erzeugen kann.

**[0065]** Die zweite Washcoatregion kann auch zwei weitere Funktionen bereitstellen: (1) Oxidieren von NO zu NO<sub>2</sub>, insbesondere wenn das zweite PGM lediglich Platin ist und/oder (2) Schützen der dritten Washcoatregion vor einem Vergiften durch Schwefel in Dieselmotoren oder die Oxide hiervon, insbesondere wenn das dritte PGM der dritten Washcoatregion Palladium umfasst. Platin ist im Allgemeinen gegenüber einem Vergiften durch Schwefel resistenter als Palladium. Platin zeigt auch eine ausgezeichnete NO-Oxidationsaktivität. Wenn beispielsweise das zweite PGM Platin (d.h. lediglich Platin) ist, kann es die dritte Washcoatregion vor einem Vergiften durch Schwefel, das bei höheren Temperaturen auftritt, schützen, wodurch die Schwefeltoleranz des Oxidationskatalysators insgesamt verbessert wird.

**[0066]** Im Allgemeinen weist die zweite Washcoatregion eine unterschiedliche Zusammensetzung

(d.h. eine unterschiedliche Gesamtzusammensetzung) gegenüber der ersten Washcoatregion auf.

**[0067]** Typischerweise weist die zweite Washcoatregion eine Länge auf, die kleiner als die Länge (d.h. die axiale Länge  $L$ ) des Substrats ist. Es ist bevorzugt, dass die zweite Washcoatregion eine Länge von mindestens 10 % der Länge des Substrats, stärker bevorzugt von mindestens 15 % der Länge des Substrats, beispielsweise von mindestens 20 % der Länge des Substrats aufweist.

**[0068]** Die zweite Washcoatregion kann eine Länge von 10 bis 70 % der Länge des Substrats (beispielsweise 40 bis 70 %), beispielsweise von 15 bis 60 % der Länge des Substrats, speziell von 20 bis 50 % der Länge des Substrats, vorzugsweise von 30 bis 40 % der Länge des Substrats aufweisen.

**[0069]** Die zweite Washcoatregion umfasst eine zweite Washcoatschicht.

**[0070]** Die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht grenzt typischerweise an die erste Washcoatregion an oder ist zu der ersten Washcoatregion benachbart.

**[0071]** Die zweite Washcoatregion umfasst ein zweites Platingruppenmetall (PGM). Es ist bevorzugt, dass das alleinige PGM in der zweiten Washcoatregion das zweite PGM ist.

**[0072]** Das zweite PGM ist eine Kombination von Platin und Palladium.

**[0073]** Die zweite Washcoatregion weist typischerweise eine Gesamtbeladung des zweiten PGM von 0,177 bis 10,59 kg/m<sup>3</sup> (5 bis 300 g/ft<sup>3</sup>) auf. Vorzugsweise beträgt die Gesamtbeladung des zweiten PGM 0,353 bis 8,83 kg/m<sup>3</sup> (10 bis 250 g/ft<sup>3</sup>), stärker bevorzugt 0,53 bis 7,06 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 200 g/ft<sup>3</sup>) (beispielsweise 0,53 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 100 g/ft<sup>3</sup>)), noch stärker bevorzugt 0,706 bis 5,3 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 150 g/ft<sup>3</sup>) (z.B. 0,706 bis 2,65 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 75 g/ft<sup>3</sup>)) und noch stärker bevorzugt 0,883 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (25 bis 100 g/ft<sup>3</sup>). Vorzugsweise weist die zweite Washcoatschicht oder die zweite Washcoatregion eine Gesamtbeladung des zweiten PGM von 0,353 bis 8,83 kg/m<sup>3</sup> (10 bis 250 g/ft<sup>3</sup>) auf, stärker bevorzugt (0,53 bis 7,06 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 200 g/ft<sup>3</sup>)) (beispielsweise 0,53 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 100 g/ft<sup>3</sup>)), noch stärker bevorzugt 0,706 bis 5,3 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 150 g/ft<sup>3</sup>) (beispielsweise 0,706 bis 2,65 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 75 g/ft<sup>3</sup>)), beispielsweise von 0,883 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (25 bis 100 g/ft<sup>3</sup>).

**[0074]** Im Allgemeinen umfasst die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht ein Verhältnis der Gesamtmasse von Platin zu der Gesamtmasse von Palladium von 10:1 bis 1:10 (z.B. 7,5:1 bis 1:7,5), vorzugsweise von 5:1 bis 1:5 (z.B. 3:1 bis 1:3)

und noch stärker bevorzugt von 2,5:1 bis 1:2,5 (z.B. 2:1 bis 1:2).

**[0075]** Die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht kann Gold umfassen. Die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht kann eine Palladium-Gold-Legierung umfassen (beispielsweise kann das Palladium des zweiten PGM eine Legierung mit Gold sein).

**[0076]** Wenn die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht Gold, beispielsweise eine Palladium-Gold-Legierung umfasst, umfasst im Allgemeinen die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht ein Verhältnis der Gesamtmasse von Palladium (Pd) zu der Gesamtmasse von Gold (Au) von 9:1 bis 1:9, vorzugsweise von 5:1 bis 1:5 und stärker bevorzugt von 2:1 bis 1:2.

**[0077]** Typischerweise umfasst das zweite Trägermaterial ein feuerfestes Metalloxid oder besteht im Wesentlichen daraus. Das feuerfeste Metalloxid kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titanoxid, Zirconiumoxid, Ceroxid und Misch- oder Verbundoxiden von zwei oder mehr hiervon besteht. Es ist bevorzugt, dass das feuerfeste Metalloxid aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid und Misch- oder Verbundoxiden hiervon ausgewählt ist. Stärker bevorzugt ist das feuerfeste Metalloxid aus Aluminiumoxid und Siliciumdioxid-Aluminiumoxid ausgewählt. Noch stärker bevorzugt ist das feuerfeste Metalloxid Aluminiumoxid.

**[0078]** Im Allgemeinen ist das zweite PGM auf dem zweiten Trägermaterial angeordnet oder geträgert. Wenn die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht Gold umfasst, kann das Gold oder die Palladium-Gold-Legierung auf dem zweiten Trägermaterial angeordnet oder geträgert sein. Beispielsweise kann das zweite PGM und/oder Gold auf dem zweiten Trägermaterial dispergiert sein und/oder in dem zweiten Trägermaterial imprägniert sein.

**[0079]** Das zweite Trägermaterial kann Ceroxid, speziell Ceroxid (CeO<sub>2</sub>) oder Ceroxid-Zirconiumoxid (CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>) umfassen oder nicht umfassen oder daraus bestehen.

**[0080]** Die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht umfasst typischerweise eine Gesamtwashcoatbeladung von 15,26 bis 305,1 kg/m<sup>3</sup> (0,25 bis 5 g/Zoll<sup>3</sup>), vorzugsweise von 30,51 bis 244,1 kg/m<sup>3</sup> (0,5 bis 4 g/Zoll<sup>3</sup>), beispielsweise von 45,77 bis 183,1 kg/m<sup>3</sup> (0,75 bis 3 g/Zoll<sup>3</sup>), stärker bevorzugt von 61,07 bis 152,6 kg/m<sup>3</sup> (1,0 bis 2,5 g/Zoll<sup>3</sup>), beispielsweise von 76,28 bis 122,0 kg/m<sup>3</sup> (1,25 bis 2,0 g/Zoll<sup>3</sup>).

**[0081]** Die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht kann ferner ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfassen. Das Kohlenwasser-

stoffadsorptionsmittel kann aus einem Zeolith, Aktivkohle, porösem Graphit und einer Kombination von zwei oder mehr hiervon ausgewählt sein. Es ist bevorzugt, dass das Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel ein Zeolith ist.

**[0082]** Wenn die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfasst, beträgt typischerweise die Gesamtmenge des Kohlenwasserstoffadsorptionsmittels 3,051 bis 183,1 kg/m<sup>3</sup> (0,05 bis 3,00 g/Zoll<sup>3</sup>), speziell 6,102 bis 122,0 kg/m<sup>3</sup> (0,10 bis 2,00 g/Zoll<sup>3</sup>), spezieller 12,205 bis 48,82 kg/m<sup>3</sup> (0,2 bis 0,8 g/Zoll<sup>3</sup>).

**[0083]** Die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht kann ein Erdalkalimetall umfassen oder es nicht umfassen.

**[0084]** Typischerweise umfasst das Erdalkalimetall Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba) oder eine Kombination von zwei oder mehr hiervon. Es ist bevorzugt, dass das Erdalkalimetall Calcium (Ca), Strontium (Sr) oder Barium (Ba), stärker bevorzugt Strontium (Sr) oder Barium (Ba) umfasst, und im am stärksten bevorzugter Weise umfasst das Erdalkalimetall Barium (Ba).

**[0085]** Typischerweise beträgt die Menge des Erdalkalimetalls 2,47 bis 132,4 mol/m<sup>3</sup> (0,07 bis 3,75 mol/ft<sup>3</sup>), speziell 3,53 bis 106 mol/m<sup>3</sup> (0,1 bis 3,0 mol/ft<sup>3</sup>), spezieller 7,06 bis 88,3 mol/m<sup>3</sup> (0,2 bis 2,5 mol/ft<sup>3</sup>) (beispielsweise 8,83 bis 35,3 mol/m<sup>3</sup> (0,25 bis 1,0 mol/ft<sup>3</sup>)), beispielsweise 10,6 bis 79,5 mol/m<sup>3</sup> (0,3 bis 2,25 mol/ft<sup>3</sup>), speziell 12,4 bis 65,3 mol/m<sup>3</sup> (0,35 bis 1,85 mol/ft<sup>3</sup>), vorzugsweise 14,1 bis 53,0 mol/m<sup>3</sup> (0,4 bis 1,5 mol/ft<sup>3</sup>), stärker bevorzugt 17,7 bis 44,1 mol/m<sup>3</sup> (0,5 bis 1,25 mol/ft<sup>3</sup>).

**[0086]** Wenn die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht ferner ein Erdalkalimetall umfasst, kann das zweite Trägermaterial mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid umfassen oder es nicht umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen. Die Heteroatomkomponente umfasst typischerweise Silicium, Magnesium, Barium, Lanthan, Cer, Titan oder Zirconium oder eine Kombination von zwei oder mehr hiervon. Die Heteroatomkomponente kann ein Oxid von Silicium, ein Oxid von Magnesium, ein Oxid von Barium, ein Oxid von Lanthan, ein Oxid von Cer, ein Oxid von Titan oder ein Oxid von Zirconium umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen. Stärker bevorzugt ist das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid oder mit Magnesiumoxid dotiertes Aluminiumoxid. Noch stärker bevorzugt ist das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid.

**[0087]** Die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht kann im Wesentlichen aus einem zweiten PGM, einem zweiten Trägermaterial und einer Erdalkalimetallkomponente bestehen. Die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht besteht vorzugsweise im Wesentlichen aus einem zweiten PGM und einem zweiten Trägermaterial.

**[0088]** Im Allgemeinen ist die dritte Washcoatregion direkt auf dem Substrat angeordnet (d.h. direkt geträgert). Dies bedeutet, dass die dritte Washcoatregion sich in Kontakt mit einer Oberfläche des Substrats befindet. Es ist bevorzugt, dass es keine Zwischenwashcoatregion zwischen einer Oberfläche des Substrats und der dritten Washcoatregion gibt.

**[0089]** Die dritte Washcoatregion befindet sich typischerweise stromab der ersten Washcoatregion (d.h. die dritte Washcoatregion ist näher zu einem Auslassende des Substrats hin angeordnet als die erste Washcoatregion zu einem Einlassende angeordnet ist). In den Oxidationskatalysator eintretendes Abgas kommt sowohl mit der ersten Washcoatregion (als auch ferner der zweiten Washcoatregion) in Kontakt, bevor es mit der dritten Washcoatregion in Kontakt gelangt.

**[0090]** In den Katalysator eintretendes Abgas kommt im Allgemeinen mit der dritten Washcoatregion in Kontakt, nachdem es mit der ersten und der zweiten Washcoatregion in Kontakt gelangt ist. Die erste und die zweite Washcoatregion erzeugen in vorteilhafter Weise Wärme durch Oxidieren von HCs und CO, die die Temperatur des Abgases und der dritten Washcoatregion auf ihre Anspringtontemperatur für eine NO-Oxidation bringen kann.

**[0091]** Im Allgemeinen weist die dritte Washcoatregion eine unterschiedliche Zusammensetzung (d.h. eine unterschiedliche Gesamtzusammensetzung) gegenüber der zweiten Washcoatregion auf. Es ist bevorzugt, dass die dritte Washcoatregion eine unterschiedliche Zusammensetzung (d.h. eine unterschiedliche Gesamtzusammensetzung) gegenüber sowohl der ersten Washcoatregion als auch gegenüber der zweiten Washcoatregion aufweist.

**[0092]** Die dritte Washcoatregion umfasst einen Teil oder Bereich der zweiten Washcoatschicht (siehe (3) und (7) in den **Fig. 3** und **Fig. 4**) oder besteht daraus. Der Teil der zweiten Washcoatschicht ist eine Teillänge (beispielsweise nicht die gesamte oder vollständige Länge) der zweiten Washcoatschicht. Es gibt eine Überlappung zwischen der ersten Washcoatschicht und der zweiten Washcoatschicht.

**[0093]** Die dritte Washcoatregion umfasst ein drittes Platingruppenmetall (PGM). Es ist bevorzugt, dass das alleinige PGM in der dritten Washcoatregion das dritte PGM ist.

**[0094]** Das dritte PGM ist Platin (beispielsweise lediglich Platin).

**[0095]** Die dritte Washcoatregion weist typischerweise eine Gesamtbeladung des dritten PGM von 0,177 bis 10,59 kg/m<sup>3</sup> (5 bis 300 g/ft<sup>3</sup>) auf. Vorzugsweise beträgt die Gesamtbeladung des dritten PGM 0,26 bis 8,83 kg/m<sup>3</sup> (7,5 bis 250 g/ft<sup>3</sup>), stärker bevorzugt 0,353 bis 7,06 kg/m<sup>3</sup> (10 bis 200 g/ft<sup>3</sup>) (beispielsweise 0,53 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 100 g/ft<sup>3</sup>)), noch stärker bevorzugt 0,53 bis 5,3 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 150 g/ft<sup>3</sup>) (z.B. 0,706 bis 2,65 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 75 g/ft<sup>3</sup>)) und noch stärker bevorzugt 0,883 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (25 bis 100 g/ft<sup>3</sup>). Vorzugsweise weist die zweite Washcoatschicht eine Gesamtbeladung des dritten PGM von 0,353 bis 8,83 kg/m<sup>3</sup> (10 bis 250 g/ft<sup>3</sup>), stärker bevorzugt 0,53 bis 7,06 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 200 g/ft<sup>3</sup>) (beispielsweise 0,53 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (15 bis 100 g/ft<sup>3</sup>)), noch stärker bevorzugt von 0,706 bis 5,3 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 150 g/ft<sup>3</sup>) (beispielsweise 0,706 bis 2,65 kg/m<sup>3</sup> (20 bis 75 g/ft<sup>3</sup>)), und noch stärker bevorzugt von 0,883 bis 3,53 kg/m<sup>3</sup> (25 bis 100 g/ft<sup>3</sup>) auf.

**[0096]** Typischerweise umfasst das dritte Trägermaterial ein feuerfestes Metalloxid oder besteht im Wesentlichen daraus. Das feuerfeste Metalloxid kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titanoxid, Zirconiumoxid, Ceroxid und Misch- oder Verbundoxiden von zwei oder mehr hiervon besteht. Es ist bevorzugt, dass das feuerfeste Metalloxid aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid und Misch- oder Verbundoxiden hiervon ausgewählt ist. Stärker bevorzugt ist das feuerfeste Metalloxid aus Aluminiumoxid und Siliciumdioxid-Aluminiumoxid ausgewählt. Noch stärker bevorzugt ist das feuerfeste Metalloxid Aluminiumoxid.

**[0097]** Im Allgemeinen ist das dritte PGM auf dem dritten Trägermaterial angeordnet oder geträgert.

**[0098]** Die dritte Washcoatregion umfasst typischerweise eine Gesamtwashcoatbeladung von 15,26 bis 305,1 kg/m<sup>3</sup> (0,25 bis 5 g/Zoll<sup>3</sup>), vorzugsweise von 30,51 bis 244,1 kg/m<sup>3</sup> (0,5 bis 4 g/Zoll<sup>3</sup>), beispielsweise von 45,77 bis 183,1 kg/m<sup>3</sup> (0,75 bis 3 g/Zoll<sup>3</sup>), stärker bevorzugt von 61,07 bis 152,6 kg/m<sup>3</sup> (1,0 bis 2,5 g/Zoll<sup>3</sup>), beispielsweise von 76,28 bis 122,0 kg/m<sup>3</sup> (1,25 bis 2,0 g/Zoll<sup>3</sup>).

**[0099]** Die dritte Washcoatregion kann ferner ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfassen. Das Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel kann aus einem Zeolith, Aktivkohle, porösem Graphit und einer Kombination von zwei oder mehr hiervon ausgewählt sein. Es ist bevorzugt, dass das Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel ein Zeolith ist.

**[0100]** Wenn die dritte Washcoatregion ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfasst, beträgt typischerweise die Gesamtmenge des Kohlenwasser-

stoffadsorptionsmittels 3,051 bis 183,1 kg/m<sup>3</sup> (0,05 bis 3,00 g/Zoll<sup>3</sup>), speziell 6,102 bis 122,0 kg/m<sup>3</sup> (0,10 bis 2,00 g/Zoll<sup>3</sup>), stärker bevorzugt 12,205 bis 48,82 kg/m<sup>3</sup> (0,2 bis 0,8 g/Zoll<sup>3</sup>).

**[0101]** Die dritte Washcoatregion kann ein Erdalkalimetall umfassen oder es nicht umfassen.

**[0102]** Typischerweise umfasst das Erdalkalimetall Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba) oder eine Kombination von zwei oder mehr hiervon. Es ist bevorzugt, dass das Erdalkalimetall Calcium (Ca), Strontium (Sr) oder Barium (Ba), stärker bevorzugt Strontium (Sr) oder Barium (Ba) umfasst, und im am stärksten bevorzugter Weise umfasst das Erdalkalimetall Barium (Ba).

**[0103]** Typischerweise beträgt die Menge des Erdalkalimetalls 2,47 bis 132,4 mol/m<sup>3</sup> (0,07 bis 3,75 mol/ft<sup>3</sup>), speziell 3,53 bis 106 mol/m<sup>3</sup> (0,1 bis 3,0 mol/ft<sup>3</sup>), spezieller 7,06 bis 88,3 mol/m<sup>3</sup> (0,2 bis 2,5 mol/ft<sup>3</sup>) (z.B. 8,83 bis 35,3 mol/m<sup>3</sup> (0,25 bis 1,0 mol/ft<sup>3</sup>)), beispielsweise 10,6 bis 79,5 mol/m<sup>3</sup> (0,3 bis 2,25 mol/ft<sup>3</sup>), speziell 12,4 bis 65,3 mol/m<sup>3</sup> (0,35 bis 1,85 mol/ft<sup>3</sup>), vorzugsweise 14,1 bis 53,0 mol/m<sup>3</sup> (0,4 bis 1,5 mol/ft<sup>3</sup>), stärker bevorzugt 17,7 bis 44,1 mol/m<sup>3</sup> (0,5 bis 1,25 mol/ft<sup>3</sup>).

**[0104]** Wenn die dritte Washcoatregion ferner ein Erdalkalimetall umfasst, kann das erste Trägermaterial mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid umfassen oder es nicht umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen. Die Heteroatomkomponente umfasst typischerweise Silicium, Magnesium, Barium, Lanthan, Cer, Titan oder Zirconium oder eine Kombination von zwei oder mehr hiervon. Die Heteroatomkomponente kann ein Oxid von Silicium, ein Oxid von Magnesium, ein Oxid von Barium, ein Oxid von Lanthan, ein Oxid von Cer, ein Oxid von Titan oder ein Oxid von Zirconium umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen. Stärker bevorzugt ist das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid oder mit Magnesiumoxid dotiertes Aluminiumoxid. Noch stärker bevorzugt ist das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid.

**[0105]** Die dritte Washcoatregion kann im Wesentlichen aus einem dritten PGM, einem dritten Trägermaterial und einer Erdalkalimetallkomponente bestehen. Die dritte Washcoatregion besteht vorzugsweise im Wesentlichen aus einem dritten PGM und einem dritten Trägermaterial.

**[0106]** Ein erster Aspekt des erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators betrifft eine Anordnung, worin (i) die dritte Washcoatregion zu der zweiten Washcoatregion benachbart ist (beispielsweise direkt benachbart ist). Die dritte Washcoatregion kann an die

zweite Washcoatregion angrenzen oder zu der zweiten Washcoatregion benachbart sein. Typischerweise ist die dritte Washcoatregion benachbart zu der zweiten Washcoatregion auf dem Substrat (beispielsweise ist die dritte Washcoatregion als Nächstes zu der ersten zweiten Region entlang der Länge des Substrats) angeordnet.

**[0107]** In dem ersten Oxidationskatalysatoraspekt ist typischerweise jede der zweiten Washcoatregion und der dritten Washcoatregion direkt auf dem Substrat angeordnet (d.h. direkt darauf geträgert).

**[0108]** Die zweite Washcoatregion in dem ersten Oxidationskatalysatoraspekt kann bei einem Einlassende oder einem Auslassende des Substrats angeordnet oder dazu benachbart sein.

**[0109]** Die dritte Washcoatregion ist typischerweise an einem Auslassende des Substrats angeordnet oder dazu benachbart.

**[0110]** Im Allgemeinen ist in dem ersten Oxidationskatalysatoraspekt die Gesamtbeladung des zweiten PGM (beispielsweise in der zweiten Washcoatregion) größer als die Gesamtbeladung des dritten PGM (beispielsweise in der dritten Washcoatregion).

**[0111]** In dem ersten Oxidationskatalysatoraspekt ist die Gesamtbeladung des zweiten PGM (beispielsweise in der zweiten Washcoatregion) typischerweise größer als die Gesamtbeladung des ersten PGM (beispielsweise in der ersten Washcoatregion).

**[0112]** Typischerweise umfasst in dem ersten Oxidationskatalysatoraspekt die erste Washcoatregion einen Teil oder Bereich (beispielsweise einen vorderen Teil oder Bereich) einer stromauf gelegenen Washcoatschicht (beispielsweise der ersten Washcoatschicht gemäß Definition hierin), die zweite Washcoatregion umfasst einen Teil oder Bereich (beispielsweise einen rückwärtigen Teil oder Bereich) der stromaufseitig gelegenen Washcoatschicht und einen Teil oder Bereich (beispielsweise einen vorderen Teil oder Bereich) einer stromab gelegenen Washcoatschicht und die dritte Washcoatregion umfasst einen Teil oder Bereich (beispielsweise einen rückwärtigen Teil oder Bereich) der stromab gelegenen Washcoatschicht. Dieser erste Oxidationskatalysatoraspekt gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst zwei Anordnungen des Katalysators, die von der Natur der Überlappung in der zweiten Washcoatregion abhängen. Derartige Anordnungen können unter Verwendung des Verfahrens zur Herstellung des Oxidationskatalysators der vorliegenden Erfindung erhalten werden.

**[0113]** Im Allgemeinen ist in dem ersten Oxidationskatalysatoraspekt die Summe der Längen der ersten Washcoatregion, der zweiten Washcoatregion und

der dritten Washcoatregion vorzugsweise gleich der Länge des Substrats.

**[0114]** Die zweite Washcoatregion kann eine Länge gemäß obiger Definition aufweisen. Vorzugsweise weist die zweite Washcoatregion eine Länge von 10 bis 40 % der Länge des Substrats, stärker bevorzugt von 15 bis 35 % der Länge des Substrats, beispielsweise von 20 bis 30 % der Länge des Substrats auf.

**[0115]** Die dritte Washcoatregion weist in dem ersten Oxidationskatalysatoraspekt typischerweise eine Länge von 10 bis 40 % der Länge des Substrats, stärker bevorzugt von 15 bis 35 % der Länge des Substrats, beispielsweise von 20 bis 30 % der Länge des Substrats auf.

**[0116]** In dem ersten Oxidationskatalysatoraspekt kann, wenn die erste Washcoatregion einen Teil oder Bereich einer stromaufseitig gelegenen Washcoatschicht (beispielsweise der ersten Washcoatschicht gemäß Definition hierin) umfasst oder daraus besteht, die erste Washcoatregion oder der Teil oder Bereich der stromauf gelegenen Washcoatschicht eine PGM-Zone umfassen. Das PGM kann der obigen Definition genügen.

**[0117]** In einer ersten Anordnung kann die zweite Washcoatregion einen rückwärtigen Teil oder Bereich einer stromauf gelegenen Washcoatschicht, die auf einem vorderen Teil oder Bereich (d.h. überlappenden) der stromab gelegenen Washcoatschicht angeordnet ist, umfassen oder daraus bestehen (siehe **Fig. 3**). Die stromab gelegene Washcoatschicht (beispielsweise die gesamte oder vollständige stromab gelegene Washcoatschicht) ist typischerweise direkt auf dem Substrat angeordnet. Es ist bevorzugt, dass ein rückwärtiger Teil oder Bereich der stromab gelegenen Washcoatschicht die stromauf gelegene Washcoatschicht nicht trägt (beispielsweise von ihr nicht bedeckt wird oder nicht unter ihr liegt). In dem Verfahren zur Herstellung des Oxidationskatalysators bildet ein erster Washcoat der Länge  $L_1$  (siehe (7) in **Fig. 3**) einen Teil der dritten Washcoatregion und den Teil der zweiten Washcoatregion, der direkt auf dem Substrat angeordnet ist. Der zweite Washcoat der Länge  $L_2$  (siehe (6) in **Fig. 3**) bildet einen Teil der ersten Washcoatregion und den Teil der zweiten Washcoatregion, der auf einer darunter liegenden Washcoatschicht angeordnet ist. Die Länge der ersten Washcoatregion ist durch  $L - L_1$  gegeben, die Länge der zweiten Washcoatregion ist durch  $L_2 + L_1 - L$  gegeben und die Länge der dritten Washcoatregion ist durch  $L - L_2$  gegeben.

**[0118]** Alternativ kann in einer zweiten Anordnung die zweite Washcoatregion einen vorderen Teil oder Bereich der stromab gelegenen Washcoatschicht, die auf einem rückwärtigen Teil oder Bereich der stromauf gelegenen Washcoatschicht angeordnet ist

(d.h. überlappt), umfassen oder daraus bestehen (siehe **Fig. 4**). Die stromauf gelegene Washcoatschicht (beispielsweise die gesamte oder vollständige stromaufseitige Washcoatschicht) ist typischerweise direkt auf dem Substrat angeordnet. Es ist bevorzugt, dass ein vorderer Teil oder Bereich der stromauf gelegenen Washcoatschicht die stromab gelegene Washcoatschicht nicht trägt (beispielsweise nicht von ihr bedeckt ist oder nicht unter ihr liegt). In dem Verfahren zur Herstellung des Oxidationskatalysators bildet der erste Washcoat einer Länge  $L_1$  (siehe (6) in **Fig. 4**) einen Teil der ersten Washcoatregion und den Teil einer zweiten Washcoatregion, der direkt auf dem Substrat angeordnet ist. Der zweite Washcoat der Länge  $L_2$  (siehe (7) in **Fig. 4**) bildet einen Teil der dritten Washcoatregion und den Teil der zweiten Washcoatregion, der auf einer darunterliegenden Washcoatschicht angeordnet ist. Die Länge der ersten Washcoatregion ist durch  $L - L_2$  gegeben, die Länge der zweiten Washcoatregion ist durch  $L_2 + L_1 - L$  gegeben und die Länge der dritten Washcoatregion ist durch  $L - L_1$  gegeben.

**[0119]** In der zweiten Anordnung ist das erste PGM (beispielsweise der ersten Washcoatregion) typischerweise eine Kombination von Platin und Palladium. Das dritte PGM (beispielsweise der dritten Washcoatregion) ist Platin (beispielsweise lediglich Platin). Das zweite PGM (z.B. der zweiten Washcoatregion) ist eine Kombination von Platin und Palladium.

**[0120]** In der zweiten Anordnung ist es bevorzugt, dass die erste Washcoatregion oder die stromauf gelegene Washcoatschicht eine Gesamtmasse von Platin umfasst, die größer als oder gleich der Gesamtmasse von Palladium, beispielsweise gemäß obiger Beschreibung, ist.

**[0121]** Jedes feuerfeste Metalloxid (beispielsweise des ersten, zweiten oder dritten Trägermaterials) kann dotiert sein. Das Einarbeiten eines Dotiermittels kann das erste Trägermaterial thermisch stabilisieren. Es ist selbstverständlich, dass jede Bezugnahme auf „dotiert“ in diesem Kontext ein Material bezeichnet, in dem die Masse oder das Wirtsgitter des feuerfesten Metalloxids mit einem Dotiermittel substituiert oder interstitiell dotiert ist.

**[0122]** Wenn das feuerfeste Metalloxid dotiert ist, beträgt die Gesamtmenge des Dotiermittels 0,1 bis 5 Gew.-% (d.h. Gew.-% des feuerfesten Metalloxids). Es ist bevorzugt, dass die Gesamtmenge des Dotiermittels 0,25 bis 2,5 Gew.-%, stärker bevorzugt 0,5 bis 1,5 Gew.-% (beispielsweise etwa 1 Gew.-%) beträgt. Das feuerfeste Metalloxid kann mit einem oder mehreren Dotiermitteln dotiert sein, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Zirconium (Zr), Titan (Ti), Silicium (Si), Yttrium (Y), Lanthan (La), Cer (Ce), Praseodym (Pr), Samarium (Sm), Neodym (Nd) und einem Oxid hiervon besteht.

**[0123]** Wenn das Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel ein Zeolith ist, ist vorzugsweise jeder Zeolith ein mittelporiger Zeolith (beispielsweise ein Zeolith mit einer maximalen Ringgröße von acht tetraedrischen Atomen) oder ein großporiger Zeolith (beispielsweise ein Zeolith mit einer maximalen Ringgröße von zehn tetraedrischen Atomen).

**[0124]** Beispiele für geeignete Zeolithe oder Typen von Zeolithen umfassen Faujasit, Clinoptilolit, Mordeinit, Silicalit, Ferrierit, Zeolith X, Zeolith Y, ultrastabilen Zeolith Y, AEI-Zeolit, ZSM-5-Zeolith, ZSM-12-Zeolith, ZSM-20-Zeolith, ZSM-34-Zeolith, CHA-Zeolith, SSZ-3-Zeolith, SAPO-5-Zeolith, Offretit, einen beta-Zeolith oder einen Kupfer-CHA-Zeolith. Jeder Zeolith ist vorzugsweise ZSM-5, ein beta-Zeolith oder ein Y-Zeolith.

**[0125]** Typischerweise umfasst die erste Washcoatregion oder die erste Washcoatschicht kein Rhodium.

**[0126]** Es kann bevorzugt sein, dass die zweite Washcoatregion oder die zweite Washcoatschicht kein Rhodium umfasst.

**[0127]** Die dritte Washcoatregion kann Rhodium nicht umfassen.

**[0128]** Im Allgemeinen kann der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator Rhodium umfassen oder nicht umfassen. Es ist bevorzugt, dass der Oxidationskatalysator Ruthenium, Rhodium und Iridium nicht umfasst.

**[0129]** Der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator ist im Allgemeinen kein Dreiwegekatalysator (d.h. er weist keine Dreiwegekatalysatoraktivität auf). Insbesondere zeigt der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator typischerweise keine merkliche Reduktion von  $\text{NO}_x$  zu  $\text{N}_2$  und  $\text{O}_2$ .

**[0130]** Ein weiteres allgemeines Merkmal des erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators ist, dass, wenn ein Alkalimetall insbesondere Natrium oder Kalium und speziell Kalium vorhanden ist, dann vorzugsweise lediglich das Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel das Alkalimetall umfasst, insbesondere wenn das Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel ein Zeolith ist. Es ist des Weiteren bevorzugt, dass der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator kein Alkalimetall insbesondere Natrium oder Kalium umfasst.

**[0131]** Der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator kann eine Erdalkalimetallkomponente (gemäß obiger Definition) und/oder mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid (z.B. eine Heteroatomkomponente gemäß obiger Definition) umfassen oder nicht umfassen.

**[0132]** Substrate zum Trägern von Oxidationskatalysatoren zum Behandeln des Abgases eines Diesels sind auf dem einschlägigen Fachgebiet wohlbekannt. Das Substrat umfasst typischerweise eine Vielzahl von Kanälen (beispielsweise zum Hindurchfließen des Abgases). Im Allgemeinen ist das Substrat ein keramisches Material oder ein metallisches Material.

**[0133]** Es ist bevorzugt, dass das Substrat aus Cordierit ( $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ ), Siliciumcarbid (SiC), einer Fe-Cr-Al-Legierung, Ni-Cr-Al-Legierung oder einer Legierung eines nichtrostenden Stahls hergestellt ist oder besteht.

**[0134]** Das Substrat kann einen Durchmesser von 63,5 bis 381 mm (2,5 bis 15 Zoll), beispielsweise von 101,6 bis 381 mm (4 bis 15 Zoll), vorzugsweise von 127 bis 317,5 mm (5 bis 12,5 Zoll), beispielsweise von 152,4 bis 254 mm (6 bis 10 Zoll) aufweisen.

**[0135]** Die Länge des Substrats beträgt typischerweise 63,5 bis 381 mm (2,5 bis 15 Zoll), beispielsweise 76,2 bis 317,5 mm (3 bis 12,5 Zoll), vorzugsweise 101,6 bis 279,4 mm (4 bis 11 Zoll) (z.B. 127 bis 254 mm (5 bis 10 Zoll)).

**[0136]** Typischerweise ist das Substrat ein Monolith (hier auch als Substratmonolith bezeichnet). Derartige Monolithe sind auf dem einschlägigen Fachgebiet wohlbekannt. Der Substratmonolith ist ein Durchflussmonolith.

**[0137]** Ein Durchflussmonolith umfasst typischerweise einen Wabenmonolith (beispielsweise einen metallischen oder keramischen Wabenmonolith) mit einer Vielzahl von Kanälen, die sich durch ihn hindurch erstrecken, wobei die Kanäle an beiden Enden offen sind. Der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator ist typischerweise ein Dieseloxidationskatalysator (DOC) oder ist zur Verwendung als Dieseloxidationskatalysator (DOC) vorgesehen.

**[0138]** Ein Filtermonolith umfasst im Allgemeinen eine Vielzahl von Einlasskanälen und eine Vielzahl von Auslasskanälen, wobei die Einlasskanäle an einem stromaufseitigen Ende (d.h. Abgaseinlassseite) offen sind und an einem stromabseitigen Ende (d.h. Abgasauslassseite) verstopft oder verschlossen sind, die Auslasskanäle an einem stromaufseitigen Ende verstopft oder verschlossen sind und an einem stromabseitigen Ende offen sind und wobei jeder Einlasskanal von einem Auslasskanal durch eine poröse Struktur getrennt ist.

**[0139]** Im Prinzip kann das Substrat eine beliebige Form oder Größe aufweisen. Die Form und Größe des Substrats sind üblicherweise jedoch so gewählt, um die Einwirkung der katalytisch aktiven Materialien in dem Katalysator auf das Abgas zu opti-

mieren. Das Substrat kann beispielsweise eine röhrenförmige, faserförmige oder partikuläre Form aufweisen. Beispiele für geeignete Trägersubstrate umfassen ein Substrat vom monolithischen Wabencordierittyp, ein Substrat vom monolithischen Waben-SiC-Typ, ein Substrat vom schichtförmigen Faser- oder Gewirketyp, ein Substrat vom Schaumstofftyp, ein Substrat vom Crossflow-Typ, ein Substrat vom metallischen Drahtnetztyp, ein Substrat vom metallischen porösen Körpertyp und ein Substrat vom keramischen Partikeltyp.

**[0140]** Im Allgemeinen ist der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator zur Verwendung als Dieseloxidationskatalysator (DOC) vorgesehen.

**[0141]** Die vorliegende Erfindung liefert auch die Verwendung des Oxidationskatalysators in einem Abgassystem, das eine Emissionssteuerungsvorrichtung umfasst. Im Allgemeinen ist die Emissionssteuerungsvorrichtung von dem Oxidationskatalysator getrennt (beispielsweise weist die Emissionssteuerungsvorrichtung ein getrenntes Substrat zu dem Substrat des Oxidationskatalysators auf) und vorzugsweise befindet sich der Oxidationskatalysator stromauf der Emissionssteuerungsvorrichtung.

**[0142]** Die Emissionssteuerungsvorrichtung kann aus einem Dieselpartikelfilter (DPF), einem  $\text{NO}_x$ -Absorberkatalysator (NAC), einem mageren  $\text{NO}_x$ -Katalysator (LNC), einem selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysator, einem Dieseloxidationskatalysator (DOC), einem katalysierten Rußfilter (CSF), einem selektiven katalytischen Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)-Katalysator und Kombinationen von zwei oder mehr hiervon ausgewählt sein. Durch die Ausdrücke Dieselpartikelfilter (DPF),  $\text{NO}_x$ -Absorberkatalysator (NAC), magerer  $\text{NO}_x$ -Katalysator (LNC), selektiver katalytischer Reduktions (SCR)-Katalysator, Dieseloxidationskatalysator (DOC), katalysiertes Rußfilter (CSF) und selektiver katalytischer Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)-Katalysator angegebene Emissionssteuerungsvorrichtungen sind alle auf dem einschlägigen Fachgebiet gut bekannt.

**[0143]** Eine Emissionssteuerungsvorrichtung mit einem Filtersubstrat kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus einem Dieselpartikelfilter (DPF), einem katalysierten Rußfilter (CSF) und einem selektiven katalytischen Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)-Katalysator besteht.

**[0144]** In einer ersten Abgassystemausführungsform umfasst das Abgassystem den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator (beispielsweise als DOC) und entweder ein Dieselpartikelfilter (DPF) oder ein katalysiertes Rußfilter (CSF). Diese Ausführungsform betrifft auch die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Dieselmotor in Kombination mit einem Dieselo-

partikelfilter oder einem katalysierten Rußfilter. Dem Oxidationskatalysator folgt typischerweise das Dieselpartikelfilter (DPF) oder das katalysierte Rußfilter (CSF) (beispielsweise befindet sich der Oxidationskatalysator stromauf des Dieselpartikelfilters (DPF) oder des katalysierten Rußfilters (CSF)). Somit ist ein Auslass des Oxidationskatalysators mit einem Einlass des Dieselpartikelfilters oder des katalysierten Rußfilters verbunden.

**[0145]** In einer zweiten Abgassystemausführungsform umfasst das Abgassystem den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator (beispielsweise als DOC oder als NAC, vorzugsweise als DOC) und einen selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysator. Diese Ausführungsform betrifft auch die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Dieselmotor in Kombination mit einem selektiven katalytischen Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)-Katalysator. Dem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator folgt typischerweise der selektive katalytische Reduktions (SCR)-Katalysator (beispielsweise befindet sich der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator stromauf des selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysators).

**[0146]** In einer dritten Abgassystemausführungsform umfasst das Abgassystem den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator (beispielsweise als DOC) und einen selektiven katalytischen Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)-Katalysator. Diese Ausführungsform betrifft auch die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Dieselmotor in Kombination mit einem selektiven katalytischen Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)-Katalysator. Dem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator folgt typischerweise der selektive katalytische Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)-Katalysator (beispielsweise befindet sich der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator stromauf des selektiven katalytischen Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)-Katalysators).

**[0147]** In einer vierten Abgassystemausführungsform umfasst das Abgassystem den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator (beispielsweise als DOC), ein Dieselpartikelfilter oder ein katalysiertes Rußfilter (CSF) und einen selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysator umfasst. Die DOC/DPF/SCR- oder DOC/CSF/SCR-Anordnung ist ein bevorzugtes Abgassystem für ein Leichtlastdieselfahrzeug. Diese Ausführungsform betrifft auch die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Dieselmotor in Kombination mit entweder einem Dieselpartikelfilter oder einem katalysierten Rußfilter (CSF) und einem selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysator. Dem Oxidationskatalysator folgt typischerweise das Dieselpartikelfilter oder das katalysierte Rußfilter (CSF) (beispielsweise befindet sich der Oxidationskatalysator stromauf des Dieselpartikelfilters oder

des katalysierten Rußfilters). Dem DPF oder CSF folgt typischerweise der selektive katalytische Reduktions (SCR)-Katalysator (beispielsweise befindet sich das DPF oder CSF stromauf des selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysators).

**[0148]** In einer fünften Abgassystemausführungsform umfasst das Abgassystem den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator (beispielsweise als DOC), einen selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysator und entweder ein katalysiertes Rußfilter (CSF) oder ein Dieselpartikelfilter (DPF). Diese Ausführungsform betrifft auch die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Dieselmotor in Kombination mit einem selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysator und entweder einem katalysierten Rußfilter (CSF) oder einem Dieselpartikelfilter (DPF). Dem Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung folgt typischerweise der selektive katalytische Reduktions (SCR)-Katalysator (beispielsweise befindet sich der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator stromauf des selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysators). Dem selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysator folgt typischerweise das katalysierte Rußfilter (CSF) oder das Dieselpartikelfilter (DPF) (beispielsweise befindet sich der selektive katalytische Reduktions (SCR)-Katalysator stromauf des katalysierten Rußfilters oder des Dieselpartikelfilters).

**[0149]** Wenn das Abgassystem ein DPF oder ein CSF umfasst, kann das Abgassystem ein Mittel zum Erwärmen des DPF oder des CSF auf eine Regenerationstemperatur umfassen. Weitere Wärme kann erforderlich sein für eine aktive Regeneration des DPF oder CSF. Diese Mittel zum Erwärmen des DPF oder des CSF auf eine Regenerationstemperatur können aus Widerstandserwärmungs-Ringen, einem Injektor zum Injizieren von verbrennbarem HC in das Abgas stromab des Dieselmotors und Mittel zum Einstellen des Motorbetriebs zur Erzeugung von zusätzlichem HC in dem Abgas ausgewählt sein. Es ist bevorzugt, dass die Mittel zum Erwärmen des DPF oder des CSF auf eine Regenerationstemperatur Mittel zum Einstellen des Motorbetriebs zur Erzeugung von zusätzlichem HC in dem Abgas sind.

**[0150]** Das DPF oder CSF kann ferner Widerstandserwärmungs-Ringe umfassen. Wenn das Abgassystem einen Injektor zum Injizieren von verbrennbarem HC in das Abgas umfasst, ist der Injektor stromab des Dieselmotors und stromauf des DPF oder CSF und optional stromauf des Oxidationskatalysators angeordnet.

**[0151]** Ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann direkt stromauf des selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysators oder des selektiven katalytischen Reduktionsfilter (SCR<sup>TM</sup>)-

Katalysators angeordnet sein. So kann in der zweiten, dritten und fünften Abgassystemausführungsform dem Oxidationskatalysator ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels folgen (beispielsweise kann sich der Oxidationskatalysator stromauf des Injektors des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels befinden) und dem Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann der SCR-Katalysator oder der SCRF™-Katalysator folgen (beispielsweise kann sich der Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels stromauf des SCR-Katalysators oder des SCRF™-Katalysators befinden). In der vierten Abgassystemausführungsform kann dem DPF oder CSF ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels folgen (beispielsweise kann sich das DPF oder CSF stromauf des Injektors des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels befinden) und dem Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann der selektive katalytische Reduktions (SCR)-Katalysator folgen (beispielsweise kann sich der Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels stromauf des selektiven katalytischen Reduktions (SCR)-Katalysators befinden).

**[0152]** Das Abgassystem kann des Weiteren einen NO<sub>2</sub>-Sensor und/oder einen Temperatursensor umfassen.

**[0153]** Wenn das Abgassystem einen SCR-Katalysator oder einen SCRF™-Katalysator umfasst, ist es bevorzugt, dass der SCR-Katalysator oder der SCRF™-Katalysator einen kupferausgetauschten Zeolith oder einen eisenausgetauschten Zeolith umfasst. Es ist bevorzugt, dass der SCR-Katalysator oder der SCRF™-Katalysator einen kupferausgetauschten Zeolith, beispielsweise einen kupferausgetauschten Zeolith, wobei der Zeolith eine Chabazit (CHA)-Struktur aufweist, umfasst.

**[0154]** Die vorliegende Erfindung liefert des Weiteren die Verwendung des erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators in einem Fahrzeug, das einen Dieselmotor und ein Abgassystem umfasst. Typischerweise ist der Oxidationskatalysator stromab des Dieselmotors, beispielsweise stromab eines Turboladers des Dieselmotors angeordnet.

**[0155]** Der Dieselmotor kann ein Motor mit homogener Kompressionszündung (HCCI), ein Motor mit vorgemischter Kompressionszündung (PCCI) oder ein Niedrigtemperaturverbrennungs (LTC)-Motor sein. Es ist bevorzugt, dass der Dieselmotor ein herkömmlicher (d.h. traditioneller) Dieselmotor ist.

**[0156]** Das Fahrzeug kann ein Leichtlastdieselfahrzeug (LDV), beispielsweise gemäß Definition in der US- oder europäischen Gesetzgebung sein. Ein Leichtlastdieselfahrzeug weist typischerweise ein Gewicht von < 2840 kg, stärker bevorzugt ein Gewicht von < 2610 kg auf.

**[0157]** In den USA bezeichnet ein Leichtlastdieselfahrzeug (LDV) ein Dieselfahrzeug mit einem Bruttogewicht von  $\leq 8500$  pounds (US lbs). In Europa bezeichnet der Ausdruck Leichtlastdieselfahrzeug (LDV) (i) Personenfahrzeuge mit nicht mehr als acht Sitzen zusätzlich zu dem Fahrersitz und mit einer maximalen Masse von nicht mehr als 5 Tonnen und (ii) Fahrzeuge für den Transport von Waren mit einer maximalen Masse von nicht mehr als 12 Tonnen.

**[0158]** Alternativ kann das Fahrzeug ein Schwerlastdieselfahrzeug (HDV), beispielsweise ein Dieselfahrzeug mit einem Bruttogewicht von  $> 8500$  pounds (US lbs) gemäß Definition in der US-Gesetzgebung sein.

**[0159]** Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators sind auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt (siehe beispielsweise unsere WO 99/47260 A, WO 2007/077462 A und WO 2011/080525 A). In ähnlicher Weise sind die Bedingungen zum Trocknen und Calcinieren eines Washcoats auch gut bekannt.

**[0160]** Das Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators ist von besonderem Vorteil, da es kostengünstig ist. Insbesondere erlaubt das Verfahren die Herstellung eines erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators unter Verwendung eines einzelnen Calciniertdurchgangs.

**[0161]** Im Allgemeinen umfasst das Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators eine einzelne Stufe eines Calcinierens des mit dem ersten Washcoat, dem zweiten Washcoat und optional dem imprägnierten Platingruppenmetall beschichteten Substrats.

**[0162]** Das Verfahren zur Herstellung des Oxidationskatalysators umfasst die folgenden Stufen oder besteht daraus: (i) Beschichten eines Substrats von einem ersten Ende her mit einem ersten Washcoat der Länge  $L_1$ , wobei das Substrat eine axiale Länge  $L$  aufweist und  $L_1$  kleiner als die axiale Länge  $L$  ist (z.B.  $L_1 < L$ ); anschließend (ii) Beschichten des Substrats von einem zweiten Ende mit einem zweiten Washcoat einer Länge  $L_2$ , wobei  $L_2$  größer als die Differenz zwischen  $L$  und  $L_1$  ist (z.B.  $L_2 > L - L_1$ ); und (iii) Calcinieren des mit dem ersten Washcoat und dem zweiten Washcoat beschichteten Substrats. Die Länge  $L_2$  ist kleiner als oder gleich der Länge des Substrats  $L$  (z.B.  $L_2 \leq L$ ), vorzugsweise ist die Länge  $L_2$  kleiner als oder gleich der Länge des Substrats (z.B.  $L_2 < L$ ).

**[0163]** Dieses Verfahren der vorliegenden Erfindung kann verwendet werden, um einen erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator herzustellen, wobei die zweite Washcoatregion durch die Überlappung zwischen einer stromaufseitigen Washcoatschicht und einer stromabseitigen Washcoatschicht (beispielsweise einer zweiten Washcoatschicht) gebildet wird.

Da die Summe der Längen des ersten Washcoats und des zweiten Washcoats größer als die axiale Länge des Substrats ist (d.h.  $|L_2 + L_1| > L$ ), überlappt der zweite Washcoat den ersten Washcoat auf dem Substrat, wobei die zweite Washcoatregion gebildet wird. Die Länge der zweiten Washcoatregion  $L_M$  kann durch  $L_M = L_2 + L_1 - L$  dargestellt werden.

**[0164]** In diesem Verfahren der vorliegenden Erfindung liefert die Stufe eines Beschichtens eines Substrats von einem ersten Ende her mit einem ersten Washcoat die erste Washcoatschicht in der Anordnung des Oxidationskatalysators.

**[0165]** Beschrieben wird auch ein Verfahren zum Modulieren des Gehalts von Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ) in einem Abgas aus einem Dieselmotor für eine Emissionssteuerungsvorrichtung. Jegliche Bezugnahme auf ein „Modulieren des  $\text{NO}_x$ -Gehalts“ gemäß Verwendung hierin insbesondere in Verbindung mit Verfahrens- oder Verwendungsaspekten der vorliegenden Erfindung bezeichnet ein Verändern (d.h. Einstellen) oder Beibehalten des Verhältnisses (in ppm oder Vol.-% typischerweise bei einer Temperatur und einem Druck des Abgases) von  $\text{NO}:\text{NO}_2$ , um in einem vordefinierten Bereich zu liegen.

**[0166]** Im Allgemeinen bezeichnet ein „Modulieren des  $\text{NO}_x$ -Gehalts“ ein Verändern oder Beibehalten, vorzugsweise ein Verändern des Verhältnisses (in ppm oder Vol.-%) von  $\text{NO}:\text{NO}_2$  in einem Abgas typischerweise direkt aus dem Dieselmotor, um kleiner als 17:3 zu sein (d.h. die Menge an  $\text{NO}$  zu  $\text{NO}_2$  ist kleiner als die, die normalerweise in einem Abgas aus einem Dieselmotor gefunden wird), vorzugsweise beträgt das Verhältnis  $\text{NO}:\text{NO}_2$  5:1 bis 1:5, stärker bevorzugt 2,5:1 bis 1:2,5 und noch stärker bevorzugt 2:1 bis 1:2 (z.B. 1,5:1 bis 1:1,5 oder etwa 1:1).

## DEFINITIONEN

**[0167]** Das hier verwendete Kurzwort „PGM“ bezeichnet ein „Platingruppenmetall“. Der Ausdruck „Platingruppenmetall“ bezeichnet allgemein die Metalle Ru, Rh, Pd, Os, Ir und Pt des Periodensystems der Elemente insbesondere die Metalle Ru, Rh, Pd, Ir und Pt.

**[0168]** Der Ausdruck „Washcoat“ ist auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt und bezeichnet einen haftenden Überzug, der während der Herstellung eines Katalysators auf ein Substrat appliziert wird. Der Überzug oder Washcoat umfasst allgemein eine oder mehrere Komponenten einer Katalysatorformulierung.

**[0169]** Der hier verwendete Ausdruck „Washcoatregion“ bezeichnet eine Fläche oder einen Bereich eines oder mehrerer Washcoats auf einem Substrat. Eine Washcoatregion weist eine individuelle Gesamt-

zusammensetzung auf, die sich von einer angrenzenden oder benachbarten Washcoatregion unterscheidet. Eine Washcoatregion kann eine einzelne Washcoatschicht umfassen oder daraus bestehen. Die Washcoatregion kann zwei Washcoatschichten umfassen oder daraus bestehen. Die Washcoatregion kann die gesamte oder einen Teil einer jeden Washcoatschicht umfassen. Beispielsweise kann eine Washcoatregion die Fläche oder Region von Washcoats auf einem Substrat sein, wo ein Ende einer ersten Washcoatschicht mit einem Ende einer zweiten Washcoatschicht überlappt (siehe beispielsweise (2) in den Fig. 3 und Fig. 4).

**[0170]** Der Ausdruck „Washcoatschicht“, wie er hier verwendet wird, bezeichnet eine Dicke eines auf einer Oberfläche (beispielsweise einer Oberfläche des Substrats oder eines anderen Washcoats) ausgebreiteten Washcoats, der eine im Wesentlichen gleichförmige Zusammensetzung aufweist (d.h. es gibt keinen merklichen Unterschied in der Zusammensetzung des Washcoats bei Vergleichen eines Teils der Washcoatregion mit einem anderen Teil der Washcoatregion). Eine im Wesentlichen gleichförmige Zusammensetzung bezeichnet in diesem Kontext typischerweise eine Washcoatschicht, worin der Unterschied in der Zusammensetzung bei Vergleich eines Teils der Schicht mit einem anderen Teil der Schicht 5 % oder weniger, üblicherweise 2,5 % oder weniger und in üblichster Weise 1 % oder weniger beträgt. So ist eine Washcoatschicht eine diskrete Region oder Fläche eines Washcoats auf einem Substrat.

**[0171]** Jegliche Bezugnahme auf eine Washcoatregion oder Washcoatschicht, die „an einem Einlassende des Substrats angeordnet ist“, wie sie hier verwendet wird, bezeichnet eine Washcoatregion oder Washcoatschicht, die auf einem Substrat an einer Position angeordnet ist, die näher zu einem Einlassende des Substrats liegt als sie zu einem Auslassende des Substrats liegt. So ist der Mittelpunkt der Washcoatregion oder Washcoatschicht (d.h. an seiner halben Länge) näher zu dem Einlassende des Substrats als der Mittelpunkt zu dem Auslassende des Substrats ist. Jede Bezugnahme auf „an einem Auslassende des Substrats angeordnet“, wie hier verwendet, bezeichnet eine Washcoatregion oder Washcoatschicht, die auf einem Substrat an einer Position näher zu einem Auslassende des Substrats angeordnet ist als sie zu einem Einlassende des Substrats angeordnet ist. Der Mittelpunkt der Washcoatregion oder Washcoatschicht (d.h. an der halben Länge) ist näher zu einem Auslassende des Substrats als der Mittelpunkt zu einem Einlassende des Substrats ist.

**[0172]** Der Ausdruck „Kombination von Platin und Palladium“, wie er hier verwendet wird, bezeichnet einfach eine Washcoatregion oder Washcoatschicht, die sowohl Platin als auch Palladium enthält. Die „Kombination“ umfasst Legierungen oder Gemische

von Platin und Palladium, ohne darauf beschränkt zu sein.

**[0173]** Der Ausdruck „Mischoxid“, wie er hier verwendet wird, bezeichnet allgemein ein Gemisch von Oxiden in einer einzelnen Phase, wie es auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt ist. Der Ausdruck „Verbundoxid“, wie er hier verwendet wird, bezeichnet allgemein eine Zusammensetzung von Oxiden mit mehr als einer Phase, wie es auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt ist.

**[0174]** Jede Bezugnahme hierin auf eine Menge in Einheiten  $\text{kg/m}^3$  ( $\text{g/ft}^3$  (Gramm pro Kubikfuß) oder  $\text{g/Zoll}^3$  (Gramm pro Kubikzoll)) usw. bezeichnet das mittlere Gewicht einer Komponente pro Volumen des Substrats.

**[0175]** Der Ausdruck „im Wesentlichen bestehend aus“, wie er hier verwendet wird, beschränkt den Umfang eines Merkmals dahingehend, dass es die angegebenen Materialien oder Stufen umfasst und beliebige andere Materialien oder Stufen, die die Grundeigenschaften dieses Merkmals nicht wesentlich beeinflussen, wie beispielsweise geringfügige Verunreinigungen, umfasst. Der Ausdruck „im Wesentlichen bestehend aus“ umfasst den Ausdruck „bestehend aus“.

**[0176]** Jede Bezugnahme auf die Länge einer Schicht oder Region, wie hier verwendet, bezeichnet dessen mittlere Länge. Es ist auf dem einschlägigen Fachgebiet wohlbekannt, dass es eine gewisse Schwankung bei der genauen Länge einer Schicht oder Region in Abhängigkeit von dem zu seiner Herstellung verwendeten Verfahren gibt. Normalerweise weicht die Länge um nicht mehr als 5 %, vorzugsweise nicht mehr als 1 % von dem Mittelwert der Länge ab. Die Länge einer Schicht oder Region wird parallel zur Längsachse (d.h. axialen Länge) des Oxidationskatalysators gemessen.

**[0177]** Hier wird auf die Längen  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  Bezug genommen. Jede dieser Längen wird von dem Ende des Substrats, das mit dem relevanten Washcoat beschichtet wurde (im Falle von  $L_1$  oder  $L_2$ ) oder mit einem Platingruppenmetall imprägniert wurde (im Falle von  $L_3$ ), gemessen. Jede Bezugnahme auf ein erstes Ende des Substrats bezeichnet ein unterschiedliches Ende des Substrats zu dem zweiten Ende des Substrats. Normalerweise ist das erste Ende des Substrats das entgegengesetzte Ende des Substrats zu dem zweiten Ende.

**[0178]** Der Ausdruck „Adsorber“ oder „Adsorptionsmittel“, wie hier verwendet, ist synonym zu „Absorber“ oder „Absorptionsmittel“.

**[0179]** Zur Vermeidung von Zweifeln sind die Ausdrücke „Länge des Substrats“ und „axiale Länge des Substrats“ synonym.

## BEISPIELE

**[0180]** Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der folgenden nicht einschränkenden Beispiele veranschaulicht.

### Herstellung von Katalysatoren

**[0181]** Ein Zonen aufweisender Dieseloxydationskatalysator (Zonen aufweisender DOC) wurde gemäß Beschreibung in der WO 99/47260 A hergestellt. Der Zonen aufweisende DOC weist die in **Fig. 4** dargestellte Struktur auf. Die Länge der ersten Washcoatregion (1) (z.B.  $L - L_2$ ) betrug 25 % der Länge des Substrats (z.B.  $L$ ). Die Platinbeladung betrug  $0,943 \text{ kg/m}^3$  ( $26,7 \text{ g/ft}^3$ ) und die Palladiumbeladung betrug  $0,943 \text{ kg/m}^3$  ( $26,7 \text{ g/ft}^3$ ) in der ersten Washcoatregion. Die Länge der zweiten Washcoatregion (2) (z.B.  $L_2 + L_1 - L$ ) betrug 20 % der Länge des Substrats. Die Platinbeladung betrug  $1,22 \text{ kg/m}^3$  ( $34,7 \text{ g/ft}^3$ ) und die Palladiumbeladung betrug  $0,943 \text{ kg/m}^3$  ( $26,7 \text{ g/ft}^3$ ) in der zweiten Washcoatregion. Die Länge der dritten Washcoatregion (3) (z.B.  $L - L_1$ ) betrug 55 % der Länge des Substrats. Die Platinbeladung betrug  $0,283 \text{ kg/m}^3$  ( $8 \text{ g/ft}^3$ ) in der dritten Washcoatregion und es war kein Palladium vorhanden. Die Gesamt-PGM-Beladung (z.B. Platin und Palladium) des Katalysators betrug  $1,06 \text{ kg/m}^3$  ( $30 \text{ g/ft}^3$ ). Das Verhältnis der Gesamtmasse von Platin zu der Gesamtmasse von Palladium in dem Oxidationskatalysator betrug 1,5:1.

**[0182]** Ein Referenz-Dieseloxydationskatalysator (Referenz-DOC) wurde unter Verwendung eines in der WO 99/47260 A beschriebenen Verfahrens für Vergleichszwecke hergestellt. Der Referenz-Oxidationskatalysator wies zwei Washcoatschichten auf, die jeweils entlang der gesamten Länge des Substrats aufgetragen waren. Die erste Schicht, die direkt auf das Substrat aufgetragen wurde, enthielt eine Platinbeladung von  $0,565 \text{ kg/m}^3$  ( $16 \text{ g/ft}^3$ ) und eine Palladiumbeladung von  $0,565 \text{ kg/m}^3$  ( $16 \text{ g/ft}^3$ ). Eine zweite Schicht wurde auf die erste Schicht aufgetragen und enthielt eine Platinbeladung von  $0,283 \text{ kg/m}^3$  ( $8 \text{ g/ft}^3$ ). Die Gesamt-PGM-Beladung (z.B. Platin und Palladium) des Katalysators betrug  $1,41 \text{ kg/m}^3$  ( $40 \text{ g/ft}^3$ ). Das Verhältnis der Gesamtmasse von Platin zu der Gesamtmasse von Palladium in dem Oxidationskatalysator betrug 1,5:1.

### NO-Oxidationsaktivität

**[0183]** Die NO-Oxidationsaktivität des Zonen aufweisenden DOC und des Referenz-DOC wurde gemessen und die Ergebnisse sind in **Fig. 5** dargestellt. Der Zonen aufweisende DOC ( $\blacktriangle$ ) zeigt eine größere NO-Oxidationsaktivität als der Referenz-DOC ( $\blacklozenge$ ), auch wenn der Zonen aufweisende DOC eine niedrigere Gesamt-PGM-Beladung von  $1,06 \text{ kg/m}^3$  ( $30 \text{ g/ft}^3$ ) als der Referenz-DOC aufweist, der eine Gesamt-PGM-Beladung von  $1,41 \text{ kg/m}^3$  ( $40 \text{ g/ft}^3$ ) aufweist.

## Kohlenwasserstoff-Oxidationsaktivität

**[0184]** Der Zonen aufweisende DOC und der Referenz-DOC wurden vor und nach Alterung bei einem 7 L IT4-Motor bei 610 °C 50 und 100 Stunden in einer DOC+CSF-Filterkonfiguration getestet. Der Zonen aufweisende DOC und der Referenz-DOC wurden in einem Quenchttest verglichen. Dieseldieselkraftstoff wurde über jeden Katalysator injiziert, um eine Exotherme zu erzeugen, so dass die Temperatur des den Katalysator verlassenden Abgases 610°C betrug. Das Erzeugen einer Exotherme wurde bei stationären Bedingungen hinsichtlich Temperatur und Strömung (Geschwindigkeit und Last des Motors) stabilisiert und anschließend wurde die Last des Motors verringert, so dass die Katalysatoreinlasstemperatur verringert wurde. Wenn die Katalysatoreinlasstemperatur zu niedrig wird, um die Erzeugung einer Exotherme aufrechtzuerhalten, kommt es zu einem Quenchen des Katalysators. Die Ergebnisse sind in den **Fig. 6** und **Fig. 7** dargestellt. Wie in **Fig. 6** ersichtlich ist, erfolgt das Quenchen des Referenz-DOC bei 270°C. Im Gegensatz dazu kommt es bei dem Zonen aufweisenden DOC unter den gleichen Bedingungen nicht zu einem Quenchen (siehe **Fig. 7**), was zeigt, dass er eine bessere HC-Oxidationsaktivität in Vergleich zu dem Referenz-DOC aufweist. Der Zonen aufweisende DOC behält seine HC-Oxidationsleistungsfähigkeit bei niedrigeren Temperaturen als der Referenz-DOC bei. Dies zeigt, dass der Zonen aufweisende DOC verwendet werden kann, um Emissionssteuerungsvorrichtungen, die ein Filtersubstrat umfassen, bei niedrigen Betriebstemperaturen zu regenerieren. Das HC-Entgleiten aus jedem Katalysator wurde auch unter den gleichen Bedingungen hinsichtlich Katalysatoreinlasstemperatur und Strömung getestet. Die in **Fig. 8** dargestellten Ergebnisse wurden bei einem Abgasstrom von etwa 880 kg/h, einem GHSV von 75 k/h erhalten, wobei die Katalysatoreinlasstemperatur bzw. die Katalysatorauslasstemperatur 340 bzw. 610 °C betragen. Die in **Fig. 9** dargestellten Ergebnisse wurden mit einem Abgasstrom von etwa 1050 kg/h, einem GHSV von 115 k/h erhalten, wobei die Katalysatoreinlasstemperatur und die Katalysatorauslasstemperatur 330 bzw. 610 °C betragen. Der Zonen aufweisende DOC weist ein geringeres HC-Entgleiten als der Referenz-DOC auf.

## Schwefeltoleranz

**[0185]** Der Zonen aufweisende DOC und der Referenz-DOC wurden jeweils mit einem einen geringen S-Gehalt aufweisenden Diesel (1,5 g/L Schwefel) sulfatiert und die NO-Oxidationsleistungsfähigkeit wurde bei 275 °C gemessen. Aus **Fig. 10** ist ersichtlich, dass der Zonen aufweisende DOC weniger NO-Oxidationsleistungsfähigkeit nach Einwirkung von S als der Referenz-DOC verliert. Der Zonen aufweisende DOC gesundet auch vollständig nach einer Regeneration während der Referenz-DOC nach Regenera-

tion bei der gleichen Temperatur partiell gesundet. Das HC-Entgleiten während einer Regeneration bei jedem Katalysator veränderte sich nach Sulfatierung nicht.

## Patentansprüche

1. Oxidationskatalysator zum Behandeln eines Abgases aus einem Dieselmotor, wobei der Oxidationskatalysator die folgenden Bestandteile umfasst: ein Durchflussmonolithsubstrat; eine erste Washcoatregion, die auf dem Substrat angeordnet ist, wobei die erste Washcoatregion ein erstes Platingruppenmetall (PGM) und ein erstes Trägermaterial umfasst, wobei das erste Platingruppenmetall (PGM) aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Platin und einer Kombination von Platin und Palladium besteht; eine zweite Washcoatregion benachbart zu der ersten Washcoatregion, wobei die zweite Washcoatregion ein zweites Platingruppenmetall (PGM) und ein zweites Trägermaterial umfasst, wobei das zweite Platingruppenmetall (PGM) aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Platin und einer Kombination von Platin und Palladium besteht; eine dritte Washcoatregion, die auf dem Substrat angeordnet ist, wobei die dritte Washcoatregion ein drittes Platingruppenmetall (PGM) und ein drittes Trägermaterial umfasst, wobei das dritte Platingruppenmetall (PGM) aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Platin und einer Kombination von Platin und Palladium besteht; und wobei die dritte Washcoatregion benachbart zu der zweiten Washcoatregion ist, die Gesamtbeladung des zweiten PGM größer als die Gesamtbeladung des ersten PGM ist, die Gesamtbeladung des zweiten PGM größer als die Gesamtbeladung des dritten PGM ist, und die Gesamtbeladung des ersten PGM größer als die Gesamtbeladung des dritten PGM ist; wobei eine erste Washcoatschicht und eine zweite Washcoatschicht auf dem Substrat angeordnet sind und die zweite Washcoatregion durch eine Überlappung zwischen der ersten Washcoatschicht und der zweiten Washcoatschicht gebildet wird; und wobei das erste PGM eine Kombination von Platin und Palladium ist, das dritte PGM Platin ist und das zweite PGM eine Kombination von Platin und Palladium ist, und wobei in der ersten Washcoatregion das Verhältnis der Gesamtmasse von Platin zu der Gesamtmasse von Palladium 3,5:1 bis 1,1:1 ist.
2. Oxidationskatalysator nach Anspruch 1, wobei das erste Trägermaterial ein feuerfestes Metalloxid umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titanoxid, Zirconiumoxid, Ceroxid und Misch- oder Verbundoxiden von zwei oder mehr hiervon besteht.

3. Oxidationskatalysator nach Anspruch 1 oder 2, wobei das zweite Trägermaterial ein feuerfestes Metalloxid umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titanoxid, Zirconiumoxid, Ceroxid und Misch- oder Verbundoxiden von zwei oder mehr hiervon besteht.

4. Oxidationskatalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das dritte Trägermaterial ein feuerfestes Metalloxid umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titanoxid, Zirconiumoxid, Ceroxid und Misch- oder Verbundoxiden von zwei oder mehr hiervon besteht.

5. Oxidationskatalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Washcoatregion eine Länge von 10 bis 80% der Länge des Substrats aufweist.

6. Oxidationskatalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Washcoatregion ein Erdalkalimetall umfasst.

7. Oxidationskatalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Washcoatregion eine Länge von 20 bis 50% der Länge des Substrats aufweist.

8. Oxidationskatalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Washcoatregion ein Erdalkalimetall umfasst.

9. Oxidationskatalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der kein Rhodium umfasst.

10. Verwendung eines Oxidationskatalysators nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einem Abgasystem, das eine Emissionssteuervorrichtung umfasst.

11. Verwendung nach Anspruch 10, wobei die Emissionssteuervorrichtung von dem Oxidationskatalysator getrennt ist und wobei sich der Oxidationskatalysator stromauf der Emissionssteuervorrichtung befindet.

12. Verwendung nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Emissionssteuervorrichtung aus einem Dieselpartikelfilter (DPF), einem  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator (NAC), einem Mager- $\text{NO}_x$ -Katalysator (LNC), einem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator, einem Dieseloxydationskatalysator (DOC), einem katalytisierten Rußfilter (CSF), einem selektiven katalytischen Reduktionsfilter-Katalysator und Kombinationen von zwei oder mehr hiervon ausgewählt ist.

13. Verwendung nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Emissionssteuervorrichtung entweder

ein Dieselpartikelfilter (DPF) oder ein katalysiertes Rußfilter (CSF) ist.

14. Verwendung nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Emissionssteuervorrichtung ein selektiver katalytischer Reduktions(SCR)-Katalysator ist.

15. Verwendung nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Emissionssteuervorrichtung ein selektiver katalytischer Reduktionsfilter-Katalysator ist.

16. Verwendung eines Oxidationskatalysators nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einem Fahrzeug, das einen Dieselmotor umfasst.

17. Verfahren zur Herstellung des Oxidationskatalysators gemäß Definition in einem der Ansprüche 1 bis 9, das die folgenden Stufen umfasst:

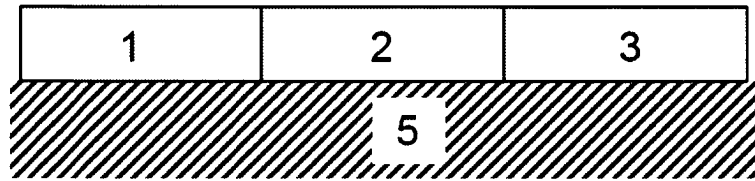
(i) Beschichten eines Substrats von einem ersten Ende mit einem ersten Washcoat einer Länge  $L_1$ , wobei das Substrat eine axiale Länge  $L$  aufweist und  $L_1 < L$  ist; anschließend

(ii) Beschichten des Substrats von einem zweiten Ende mit einem zweiten Washcoat einer Länge  $L_2$ , wobei  $L_2 > L - L_1$  ist und

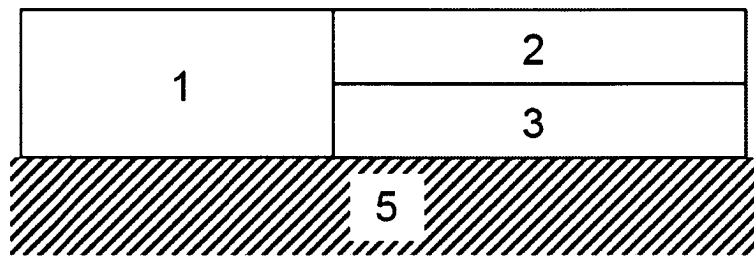
(iii) Calcinieren des mit dem ersten Washcoat und dem zweiten Washcoat beschichteten Substrats.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

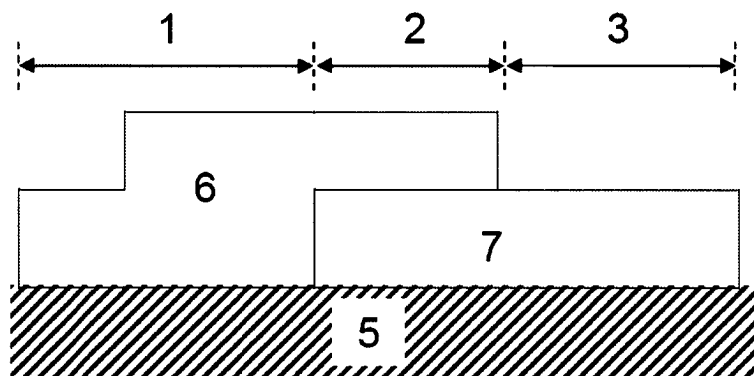
Anhängende Zeichnungen



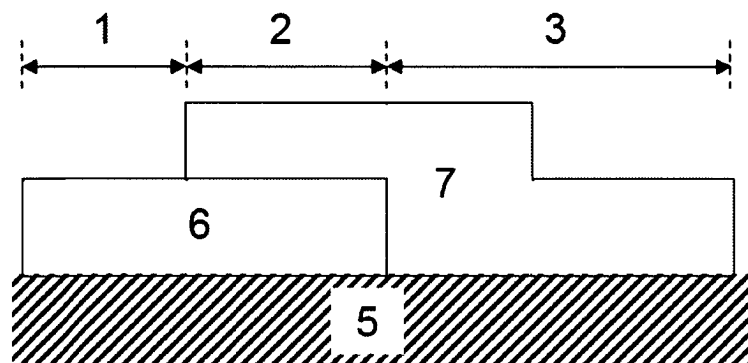
Figur 1



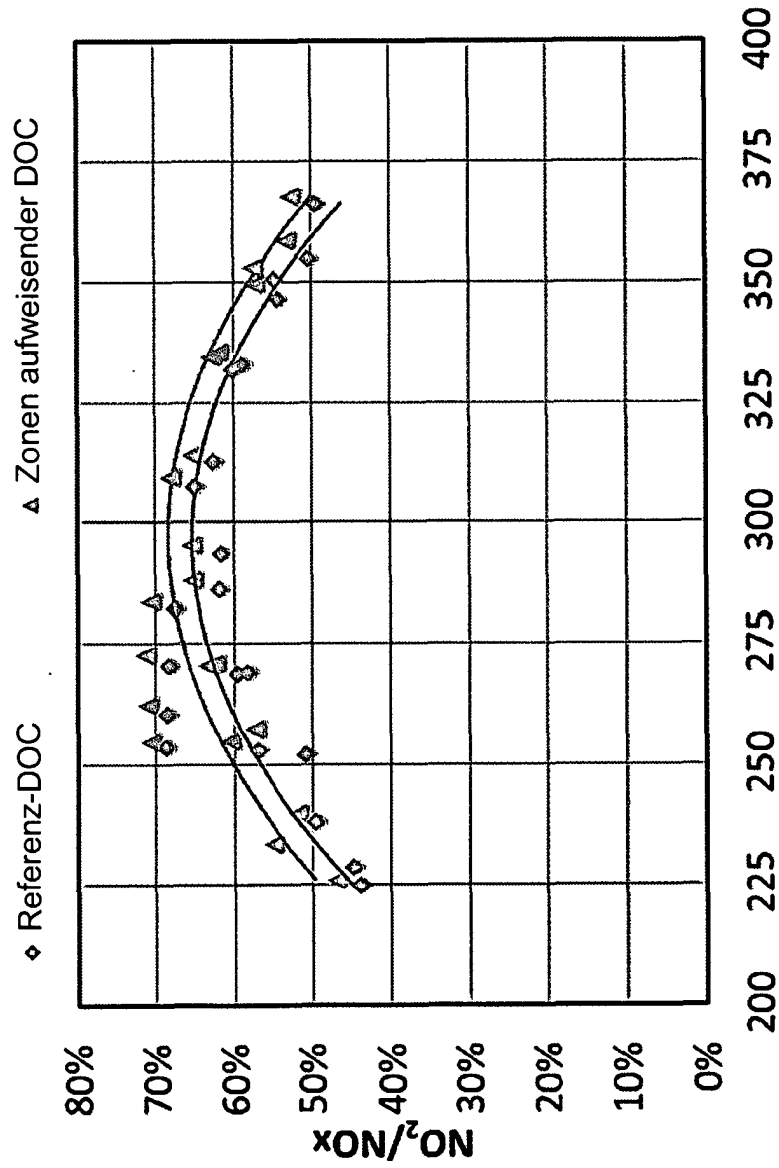
Figur 2



Figur 3

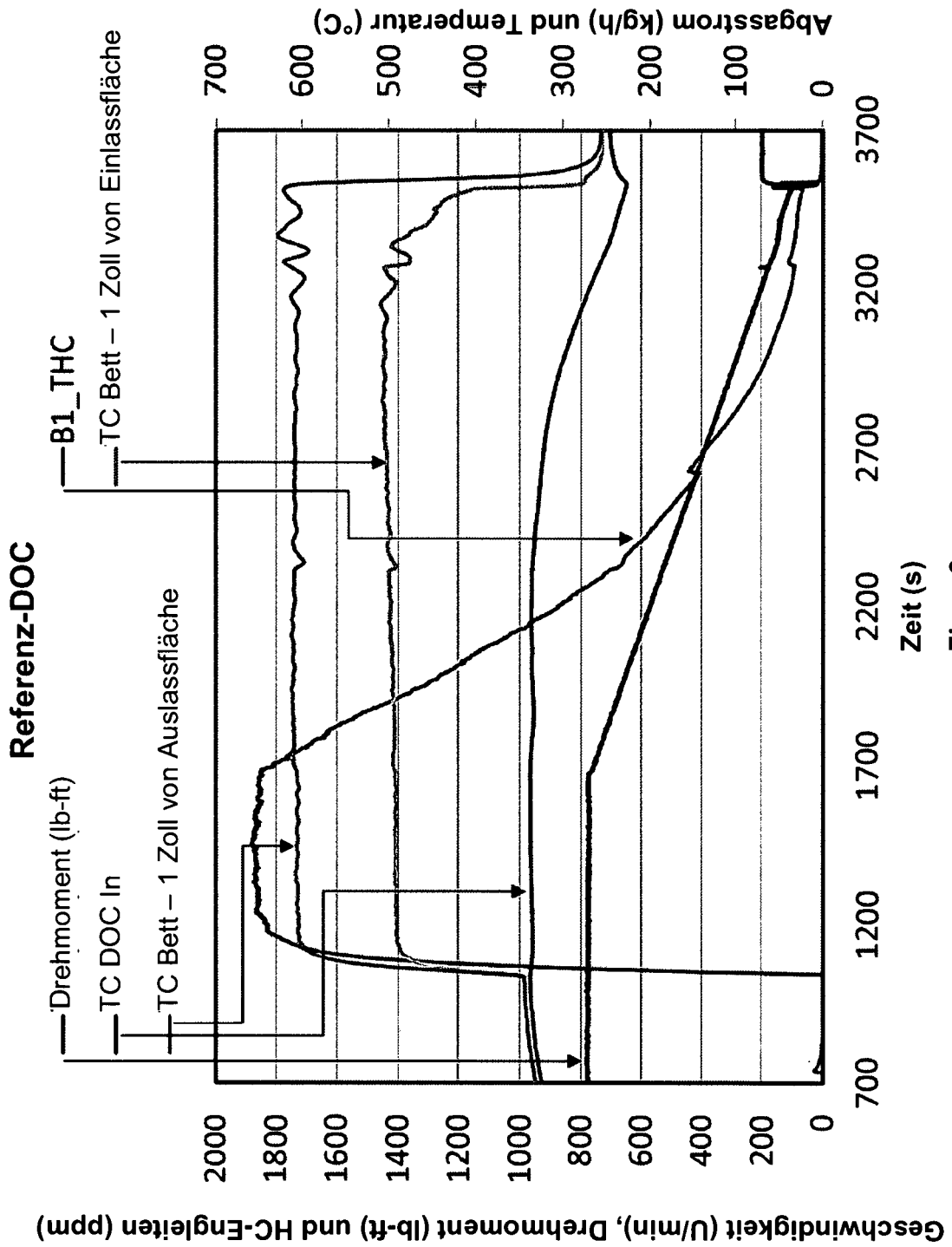


Figur 4

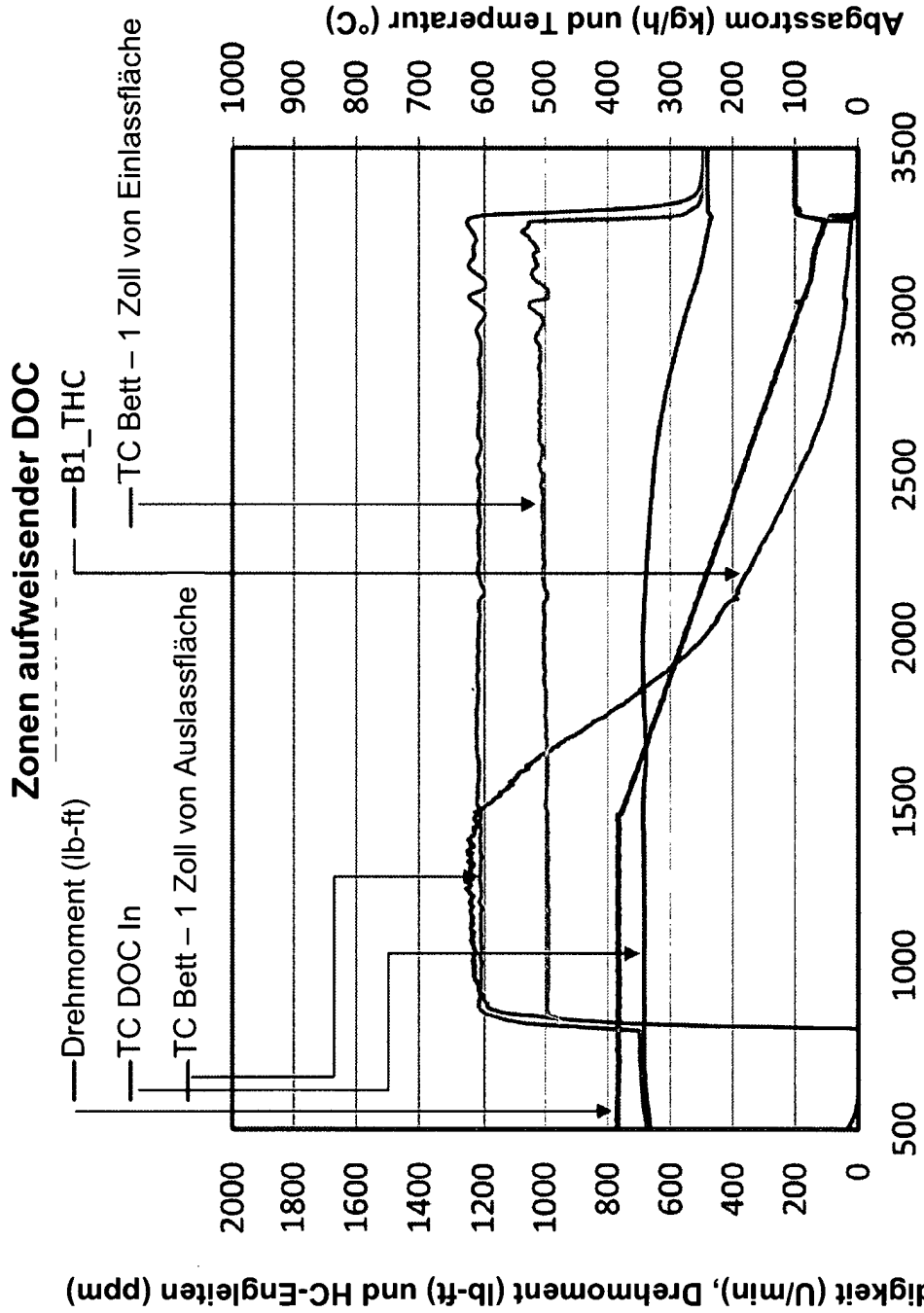


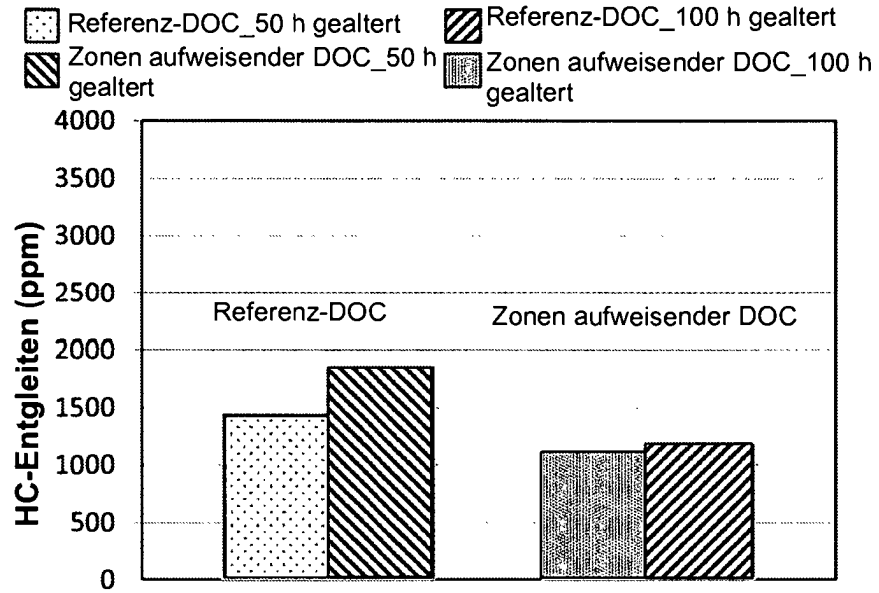
Bettemperatur des DOC ( $^{\circ}C$ )

Figur 5

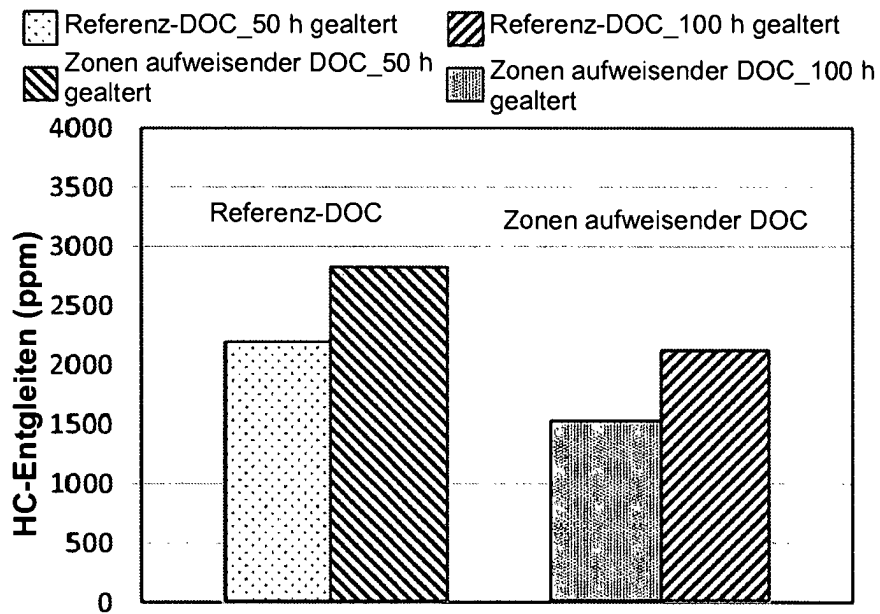


Figur 6

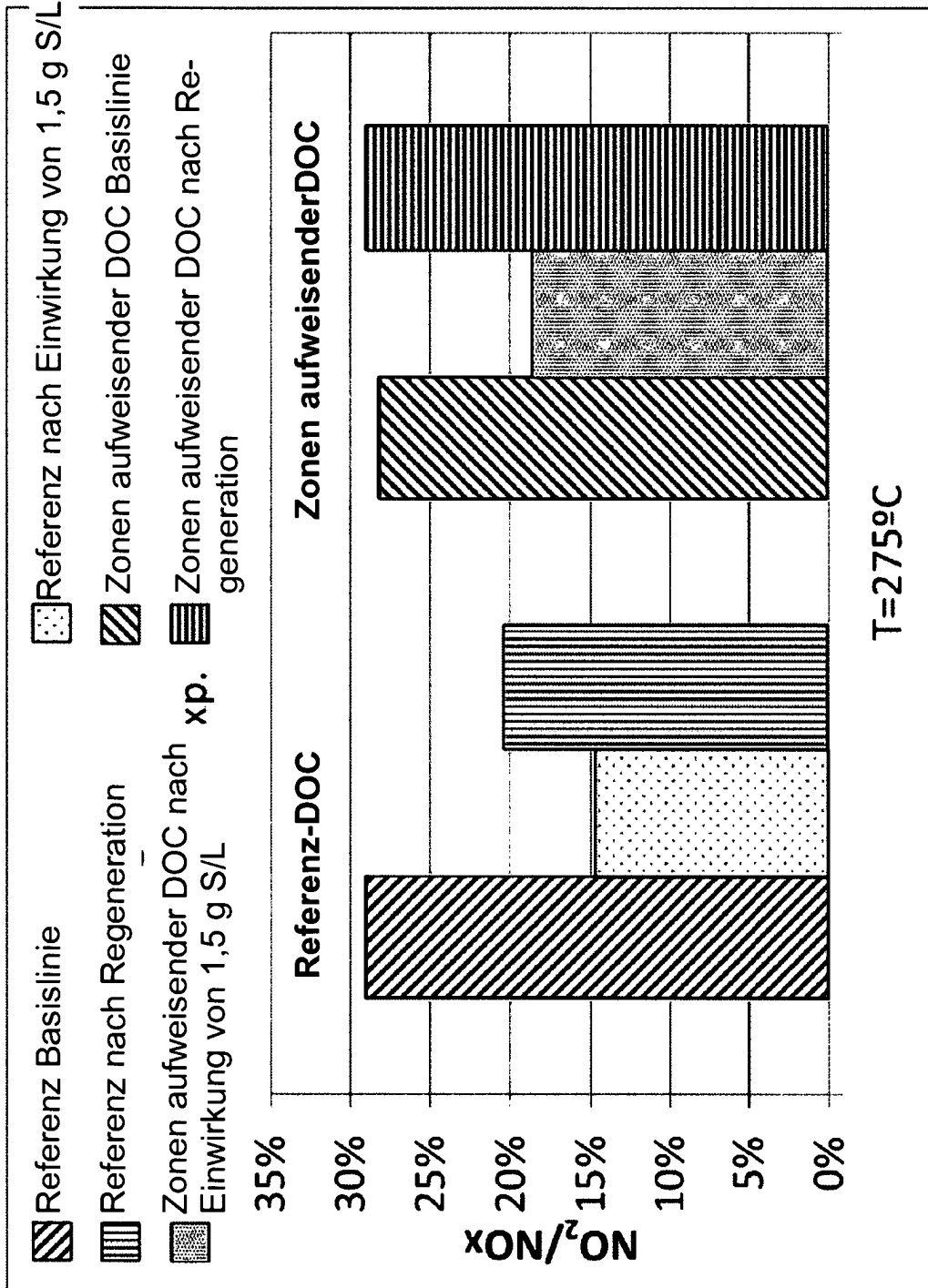




Figur 8



Figur 9



Figur 10