



(10) **DE 10 2013 223 845 A1** 2014.05.22

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 223 845.2**

(22) Anmeldetag: **21.11.2013**

(43) Offenlegungstag: **22.05.2014**

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

**F01N 3/20 (2006.01)**

**B01J 23/58 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

<b>61/728,834</b>	<b>21.11.2012</b>	<b>US</b>
<b>1220912.8</b>	<b>21.11.2012</b>	<b>GB</b>
<b>1308934.7</b>	<b>17.05.2013</b>	<b>GB</b>

(71) Anmelder:

**Johnson Matthey Public Limited Company,  
London, GB**

(74) Vertreter:

**Dr. Schön, Neymeyr & Partner mbB, 80336,  
München, DE**

(72) Erfinder:

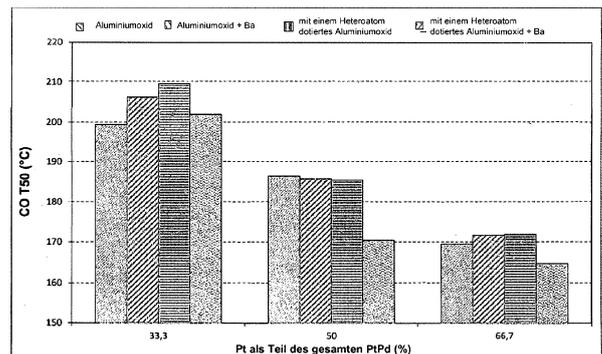
**Bergeal, David, Ware, Hertfordshire, GB;  
Chiffey, Andrew Francis, Ware, Hertfordshire,  
GB; Goodwin, John Benjamin, Royston,  
Hertfordshire, GB; Hatcher, Daniel, Royston,  
Hertfordshire, GB; Moreau, Francois, Cambridge,  
Cambridgeshire, GB; Raj, Agnes, Royston,  
Hertfordshire, GB; Phillips, Paul Richard,  
Royston, Hertfordshire, GB; Prendergast, Cathal,  
Gamlingay, Hertfordshire, GB; Rajaram, Raj Rao,  
Slough, Berkshire, GB**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Oxidationskatalysator zur Behandlung von Abgas eines Verbrennungsmotors**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Abgassystem für einen Kompressionszündungsmotor, das einen Oxidationskatalysator zum Behandeln von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HCs) in einem Abgas aus einem Kompressionszündungsmotor umfasst, wobei der Oxidationskatalysator die folgenden Bestandteile umfasst: eine Platingruppenmetall (PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin (Pt)-Komponente, einer Palladium (Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht; eine Erdalkalimetallkomponente; ein Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet; und ein Substrat, wobei die Platingruppenmetall (PGM)-Komponente, die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial auf dem Substrat angeordnet sind.



## Beschreibung

### GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Abgassystem für einen Kompressionszündungsmotor, wobei das Abgassystem einen Oxidationskatalysator, insbesondere einen Dieseloxidationskatalysator, umfasst, sowie ein Fahrzeug, das das Abgassystem umfasst. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung des Oxidationskatalysators, den Oxidationskatalysator selbst sowie dessen Verwendungen. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Behandlung eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor.

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Allgemein gibt es vier Klassen von Schadstoffen, gegen die durch internationale Organisationen auf der ganzen Welt Gesetze erlassen wurden: Kohlenmonoxid (CO), nicht verbrannte Kohlenwasserstoffe (HC), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) und Feinstaub (PM). Da die Emissionsstandards für die zugelassene Emission von Schadstoffen in Abgasen aus Fahrzeugmotoren Schritt für Schritt verschärft werden, besteht ein Bedarf, bessere Katalysatoren bereitzustellen, die in der Lage sind, diese Standards zu erfüllen und die wirtschaftlich sind.

**[0003]** Für Kompressionszündungsmotoren wie Dieselmotoren wird typischerweise ein Oxidationskatalysator (auch als Dieseloxidationskatalysator bekannt (DOC)) verwendet, um das durch derartige Motoren produzierte Abgas zu behandeln. Dieseloxidationskatalysatoren katalysieren allgemein die Oxidation von (1) Kohlenmonoxid (CO) zu Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und (2) Kohlenwasserstoffen (HCs) zu Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasser (H<sub>2</sub>O). Abgastemperaturen für Kompressionszündungsmotoren wie Dieselmotoren speziell für Leichtlastdieselfahrzeuge sind relativ niedrig (beispielsweise etwa 400°C), so dass eine Herausforderung darin besteht, haltbare Katalysatorformulierungen mit niedrigen "Ansprungs"-Temperaturen zu entwickeln.

**[0004]** Die Aktivität von Oxidationskatalysatoren wie DOCs wird häufig mittels ihrer "Ansprungs"-Temperatur gemessen, bei der es sich um die Temperatur handelt, bei der der Katalysator beginnt, eine spezielle katalytische Reaktion durchzuführen, oder bei der der Katalysator die Reaktion in einem bestimmten Grad durchführt. Normalerweise werden die "Ansprungs"-Temperaturen in Form eines speziellen Umwandlungsgrads eines Reaktanden beispielsweise die Umwandlung von Kohlenmonoxid angegeben. Somit wird eine T<sub>50</sub>-Temperatur häufig als eine "Ansprungs"-Temperatur angegeben, da sie die niedrigste Temperatur angibt, bei der ein Katalysator die Umwandlung eines Reaktanden bei einer Wirksamkeit von 50% katalysiert.

**[0005]** Die EP 2 000 639 A offenbart ein Verfahren zur Erhöhung der Temperatur eines Abgases aus einem Verbrennungsmotor, speziell einem Dieselmotor. Die EP 2 000 639 A beschäftigt sich mit der Erhöhung der Temperatur eines Abgases, da dies die Regeneration eines stromab des Katalysators angeordneten Partikelfilters unterstützen kann. Das in der EP 2 000 639 A beschriebene Verfahren umfasst das Einführen von Kohlenwasserstoff (HC) in einer Menge von 1000 bis 40000 ppm, bezogen auf das Volumen, in der auf Methan umgewandelten Form zu dem Abgas stromauf eines Katalysators. Der Katalysator wird erhalten, indem eine katalytisch aktive Komponente (A) aus (a) Platin, (b) einem Oxid mindestens eines Metalls, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Magnesium, einem Erdalkalimetall und einem Alkalimetall besteht, und (c) mindestens einem Bestandteil, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Palladium und Rhodium besteht, auf ein Pulver (B) eines feuerfesten anorganischen Oxids geträgert wird und das anorganische Oxid auf einen Körper einer feuerfesten dreidimensionalen Struktur geträgert wird.

### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0006]** Katalysatoren, die zum Oxidieren von Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffen (HCs) und manchmal auch Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) in einem aus einem Kompressionszündungsmotor emittierten Abgas verwendet werden, umfassen im Allgemeinen mindestens ein Platingruppenmetall, wie beispielsweise Platin oder Palladium. Platin ist aktiver als Palladium beim Katalysieren der Oxidation von CO und HCs in dem Abgas aus einem Kompressionszündungsmotor und das Einarbeiten von Palladium in derartige Katalysatoren wurde aufgrund dessen Empfänglichkeit für ein Vergiften durch Schwefel im Allgemeinen vermieden. Die Verwendung von einen ultraniedrigen Schwefelgehalt aufweisenden Kraftstoffen, die relativen Kosten von Palladium zu Platin und Verbesserungen bei der Katalysatorhaltbarkeit, die durch Einarbeiten von Palladium erreicht werden konnten, führten jedoch zu Katalysatorformulierungen, die Palladium umfassen, speziell werden Formulierungen, die sowohl Palladium als auch Platin umfassen, begünstigt.

**[0007]** Obwohl im Allgemeinen die Kosten von Palladium historisch niedriger waren als die von Platin, sind sowohl Palladium als auch Platin teure Metalle. Oxidationskatalysatoren, die eine bessere katalytische Aktivität ohne Erhöhen der Gesamtmenge an Platin und Palladium zeigen, oder die eine ähnliche katalytische Aktivität wie existierende Oxidationskatalysatoren mit einer geringeren Menge an Platin und Palladium zeigen, sind wünschenswert.

**[0008]** In einem ersten Aspekt liefert die vorliegende Erfindung ein Abgassystem für einen Kompressionszündungsmotor, das einen Oxidationskatalysator typischerweise zum Behandeln von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HCs) in Abgas aus einem Kompressionszündungsmotor umfasst, wobei der Oxidationskatalysator die folgenden Bestandteile umfasst: eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht; eine Erdalkalimetallkomponente; ein Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet; und ein Substrat, wobei die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial auf dem Substrat angeordnet sind.

**[0009]** Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben überraschenderweise festgestellt, dass ein Oxidationskatalysator mit einer vorteilhaften Aktivität erhalten werden kann, wenn eine Kombination aus (i) einer Erdalkalimetallkomponente und (ii) einem Aluminiumoxidträgermaterial, das so modifiziert wurde, dass es eine Heteroatomkomponente umfasst, in einer Katalysatorformulierung, die mindestens einen Bestandteil aus Platin und Palladium umfasst, enthalten ist. Es hat sich gezeigt, dass derartige Katalysatoren eine ausgezeichnete Tieftemperatur-CO-Oxidationsaktivität aufweisen. Die Katalysatoren sind besonders wirksam beim Umwandeln relativ hoher Mengen von CO im Abgas, das durch einen Kompressionszündungsmotor produziert wird, insbesondere bei Temperaturen unter 250°C. Die Katalysatoren können auch eine gute Oxidationsaktivität gegenüber HCs, insbesondere nichtgesättigten HCs, wie Alkenen, bei niedrigen Temperaturen aufweisen. Die Oxidationsaktivität des Katalysators bei relativ niedrigen Temperaturen macht ihn zur Verwendung in Kombination mit anderen Emissionsregelungsvorrichtungen in einem Abgassystem geeignet. Insbesondere ist der Oxidationskatalysator in der Lage, Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) zu oxidieren, was von Vorteil sein kann, wenn der Oxidationskatalysator stromauf eines selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysators oder eines selektiven katalytischen Reduktionsfilter(SCRF)-Katalysators angeordnet ist.

**[0010]** Die anfängliche Oxidationsaktivität eines frisch hergestellten Oxidationskatalysators verschlechtert sich häufig, bis der Katalysator einen gealterten Zustand erreicht. Eine wiederholte Einwirkung von heißem Abgas auf den Oxidationskatalysator kann ein Sintern und/oder Legierungsbilden der Platingruppenmetall(PGM)-Komponenten des Katalysators bedingen, bis er einen gealterten Zustand erreicht. Diese Beeinträchtigung der Aktivität kann problematisch sein, insbesondere wenn der Oxidationskatalysator mit einer oder mehreren weiteren Emissionsregelungsvorrichtungen in einem Abgassystem kombiniert wird. Der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator kann eine stabile Aktivität hinsichtlich des Oxidierens von Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) aufweisen (d. h. die "frische" Oxidationsaktivität des Katalysators gegenüber NO ist gleich oder ähnlich zu der "gealterten" Oxidationsaktivität des Katalysators). Dies ist besonders vorteilhaft, selbst wenn die Menge der NO-Oxidation relativ gering sein kann, bei Abgassystemen, bei denen der Oxidationskatalysator mit einem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator oder einem selektiven katalytischen Reduktionsfilter(SCRF)-Katalysator kombiniert wird, da ein ein stabiles Verhältnis von NO zu NO<sub>2</sub> aufweisendes Abgas in den SCR- oder SCRF-Katalysator geführt werden kann.

**[0011]** Ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Fahrzeug, das einen Kompressionszündungsmotor und ein Abgassystem für den Kompressionszündungsmotor umfasst, wobei das Abgassystem einen Oxidationskatalysator umfasst und wobei der Oxidationskatalysator die folgenden Bestandteile umfasst: eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht; eine Erdalkalimetallkomponente; ein Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet; und ein Substrat, wobei die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial auf dem Substrat angeordnet sind.

**[0012]** In einem dritten Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung einen Oxidationskatalysator und dessen Verwendung zum Behandeln eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor, beispielsweise einem Dieselmotor. Der Oxidationskatalysator umfasst die folgenden Bestandteile: eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht; eine Erdalkalimetallkomponente; ein Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet; und ein Substrat, wobei

die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial auf dem Substrat angeordnet sind. Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Oxidieren von Kohlenmonoxid (CO) in einem Abgas aus einem Kompressionszündungsmotor. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Oxidieren von Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffen (HCs) und optional Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ), wie Stickstoffmonoxid (NO), in einem Abgas aus einem Kompressionszündungsmotor.

**[0013]** In einem vierten Aspekt liefert die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Behandeln eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor, wobei das Verfahren ein Inberührungbringen des Abgases mit einem Oxidationskatalysator umfasst, wobei der Oxidationskatalysator die folgenden Bestandteile umfasst: eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht; eine Erdalkalimetallkomponente; ein Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet; und ein Substrat, wobei die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial auf dem Substrat angeordnet sind. Das Verfahren ist im Allgemeinen ein Verfahren zum Behandeln von Kohlenmonoxid (CO), vorzugsweise zum Behandeln von Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffen (HCs) und optional Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ), wie beispielsweise Stickstoffmonoxid (NO), in einem Abgas aus einem Kompressionszündungsmotor.

**[0014]** Ein fünfter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Oxidationskatalysators, wobei das Verfahren ein Anordnen einer Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, einer Erdalkalimetallkomponente und eines Trägermaterials auf einem Substrat umfasst, wobei die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht, und wobei das Trägermaterial ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

**[0015]** Fig. 1 ist ein Histogramm, das Messungen der Kohlenmonoxid-"Ansprung"-Temperaturen ( $^{\circ}\text{C}$ ) bei einer 50%igen Umwandlung ( $\text{CO T}_{50}$ ) für Katalysatorformulierungen, die wechselnde Mengen von Platin und Palladium umfassen, zeigt. Die X-Achse zeigt die Gewichtsprozent Platin, bezogen auf den Gesamtgehalt des Platingruppenmetalls, in der Formulierung. An jedem Punkt auf der X-Achse stellt der erste Balken (von links) eine Probe dar, die Standardaluminiumoxid und kein Barium enthält, der zweite Balken stellt eine Probe dar, die Aluminiumoxid und Barium enthält, der dritte Balken stellt eine Probe dar, die ein modifiziertes Aluminiumoxid und kein Barium enthält, und der vierte Balken stellt eine Probe dar, die ein modifiziertes Aluminiumoxid und Barium enthält.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0016]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Oxidationskatalysator, der eine Erdalkalimetallkomponente umfasst. Es wurde überraschenderweise festgestellt, dass ein Katalysator mit einer vorteilhaften Oxidationsaktivität, speziell einer niedrigen  $\text{CO T}_{50}$ , bei Katalysatorformulierungen erhalten werden kann, die eine Erdalkalimetallkomponente und ein modifiziertes Aluminiumoxid umfassen, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

**[0017]** Typischerweise umfasst die Erdalkalimetallkomponente Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba) oder eine Kombination von zwei oder mehr hiervon. Es ist bevorzugt, dass die Erdalkalimetallkomponente Calcium (Ca), Strontium (Sr) oder Barium (Ba), stärker bevorzugt Strontium (Sr) oder Barium (Ba) umfasst, und in am stärksten bevorzugter Weise umfasst die Erdalkalimetallkomponente Barium (Ba).

**[0018]** Allgemein umfasst die Erdalkalimetallkomponente ein einzelnes Erdalkalimetall, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr) und Barium (Ba) besteht. Vorzugsweise umfasst die Erdalkalimetallkomponente ein einzelnes Erdalkalimetall, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Calcium (Ca), Strontium (Sr) und Barium (Ba) besteht, wobei die Gruppe stärker bevorzugt aus Strontium (Sr) und Barium (Ba) besteht und in am stärksten bevorzugter Weise umfasst die Erdalkalimetallkomponente ein einzelnes Erdalkalimetall, bei dem es sich um Barium (Ba) handelt.

**[0019]** Typischerweise beträgt die Menge der Erdalkalimetallkomponente 0,07 bis 3,75 mol/ft<sup>3</sup>, speziell 0,1 bis 3,0 mol/ft<sup>3</sup>, stärker bevorzugt 0,2 bis 2,5 mol/ft<sup>3</sup> (beispielsweise 0,25 bis 1,0 mol/ft<sup>3</sup>), beispielsweise 0,3 bis 2,25 mol/ft<sup>3</sup>, speziell 0,35 bis 1,85 mol/ft<sup>3</sup>, vorzugsweise 0,4 bis 1,5 mol/ft<sup>3</sup>, noch stärker bevorzugt 0,5 bis 1,25 mol/ft<sup>3</sup>. Ohne an eine Theorie gebunden sein zu wollen, wird angenommen, dass die Zahl der vorhandenen

Erdalkalimetallatome zu der vorteilhaften Aktivität des Katalysators beiträgt und dass diese Aktivität "gleich bleibt", sobald die Zahl der Erdalkalimetallatome eine bestimmte Menge erreicht hat. Zu viel Erdalkalimetallkomponente kann die HC- und NO-Oxidationsleistungsfähigkeit des Katalysators beeinträchtigen. Wenn die Anzahl der Erdalkalimetallatome unzureichend ist, kann die vorteilhafte Aktivität nicht erreicht werden.

**[0020]** Allgemein beträgt die Gesamtmenge der Erdalkalimetallkomponente 10 bis 500 g/ft<sup>3</sup> (beispielsweise 60 bis 400 g/ft<sup>3</sup> oder 10 bis 450 g/ft<sup>3</sup>), speziell 20 bis 400 g/ft<sup>3</sup>, spezieller 35 bis 350 g/ft<sup>3</sup>, beispielsweise 50 bis 300 g/ft<sup>3</sup>, speziell 75 bis 250 g/ft<sup>3</sup>.

**[0021]** Der Oxidationskatalysator umfasst allgemein eine Menge der Erdalkalimetallkomponente von 0,1 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise 0,5 bis 17,5 Gew.-%, stärker bevorzugt 1 bis 15 Gew.-% und noch stärker bevorzugt 1,5 bis 12,5 Gew.-%. Die Menge der Erdalkalimetallkomponente kann von 1,0 bis 8,0 Gew.-%, beispielsweise 1,5 bis 7,5 Gew.-%, speziell 2,0 bis 7,0 Gew.-% (beispielsweise 2,5 bis 6,5 Gew.-% oder 2,0 bis 5,0 Gew.-%) betragen. Die Menge der Erdalkalimetallkomponente kann 5,0 bis 17,5 Gew.-%, beispielsweise 7,5 bis 15 Gew.-%, speziell 8,0 bis 14 Gew.-% (beispielsweise 8,5 bis 12,5 Gew.-% oder 9,0 bis 13,5 Gew.-%) betragen.

**[0022]** Typischerweise beträgt das Verhältnis der Gesamtmasse der Erdalkalimetallkomponente zur Gesamtmasse der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente 0,25:1 bis 20:1 (beispielsweise 0,3:1 bis 20:1). Es ist bevorzugt, dass das Verhältnis der Gesamtmasse der Erdalkalimetallkomponente zur Gesamtmasse der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente 0,5:1 bis 17:1, stärker bevorzugt 1:1 bis 15:1, speziell 1,5:1 bis 10:1, noch stärker bevorzugt 2:1 bis 7,5:1 und noch stärker bevorzugt 2,5:1 bis 5:1 beträgt. Wenn eine Platin(Pt)-Komponente vorhanden ist, ist vorzugsweise die Gesamtmasse der Erdalkalimetallkomponente größer als die Gesamtmasse der Platin(Pt)-Komponente.

**[0023]** Das Trägermaterial umfasst typischerweise ein modifiziertes Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, oder besteht im Wesentlichen daraus. Die Heteroatomkomponente, die in das Aluminiumoxid eingearbeitet ist, verändert allgemein die chemischen Eigenschaften, die physikalische Struktur und/oder die physikalischen Eigenschaften des Materials im Vergleich zu Aluminiumoxid selbst und im Allgemeinen auch im Vergleich zu einem Gemisch aus Aluminiumoxid mit der Heteroatomkomponente. Es wird vermutet, dass die Gegenwart der Heteroatomkomponente die Wechselwirkung des Aluminiumoxids mit der Erdalkalimetallkomponente modifiziert. Das modifizierte Aluminiumoxid ist typischerweise Aluminiumoxid, das in der gamma-Form vorhanden ist (d. h.  $\gamma$ -Aluminiumoxid) oder davon herrührt.

**[0024]** Typischerweise umfasst die Heteroatomkomponente ein Element, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Lanthaniden und einem beliebigen Element der Gruppen 1 bis 14 des Periodensystems der Elemente besteht (die IUPAC-Nomenklatur zur Bezeichnung der Gruppen des Periodensystems wird hier verwendet, so dass die Gruppe 1 die Alkalimetalle umfasst, die Gruppe 4 Ti, Zr usw. umfasst und die Gruppe 14 C, Si usw. umfasst). Vorzugsweise umfasst die Heteroatomkomponente ein Element, das aus der Gruppe 2 (z. B. Mg, Ca, Sr oder Ba), der Gruppe 4 (z. B. Ti oder Zr), der Gruppe 14 (z. B. Si) des Periodensystems und einem Lanthanidenelement (z. B. La oder Ce) ausgewählt ist, beispielsweise ein Element, das aus der Gruppe 4 (z. B. Ti oder Zr), der Gruppe 14 (z. B. Si) des Periodensystems und einem Lanthanidenelement (z. B. La oder Ce) ausgewählt ist. Die Heteroatomkomponente kann ein Element, ein Ion oder eine Verbindung sein, sie ist jedoch nicht Aluminiumoxid und vorzugsweise ist sie kein Bestandteilelement oder Bestandteilsion von Aluminiumoxid (z. B. Sauerstoff, O<sup>2-</sup>, Aluminium oder Al<sup>3+</sup>). Das modifizierte Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, umfasst allgemein ein Aluminiumoxid, das mit einer Heteroatomkomponente dotiert ist, ein Erdalkalimetallaluminat oder ein Gemisch hiervon oder besteht im Wesentlichen daraus. Es ist bevorzugt, dass das modifizierte Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, ein Aluminiumoxid, das mit einer Heteroatomkomponente dotiert ist, oder ein Erdalkalimetallaluminat umfasst oder im Wesentlichen daraus besteht.

**[0025]** Wenn das modifizierte Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, Aluminiumoxid ist, das mit einer Heteroatomkomponente dotiert ist, umfasst die Heteroatomkomponente 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. Vorzugsweise umfasst die Heteroatomkomponente Silicium, Magnesium, Barium oder Cer oder ein Oxid hiervon, speziell Silicium oder Cer oder ein Oxid hiervon oder besteht im Wesentlichen daraus. Stärker bevorzugt umfasst die Heteroatomkomponente Silicium, Magnesium oder Barium oder ein Oxid hiervon, speziell Silicium oder Magnesium oder ein Oxid hiervon, insbesondere Silicium oder ein Oxid hiervon, oder besteht im Wesentlichen daraus.

**[0026]** Beispiele für mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid umfassen mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid, mit Magnesiumoxid dotiertes Aluminiumoxid, mit Barium oder Bariumoxid dotiertes Aluminiumoxid, mit Lanthanoxid dotiertes Aluminiumoxid oder mit Ceroxid dotiertes Aluminiumoxid, speziell mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid, mit Lanthanoxid dotiertes Aluminiumoxid oder mit Ceroxid dotiertes Aluminiumoxid. Es ist bevorzugt, dass das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid, mit Barium oder Bariumoxid dotiertes Aluminiumoxid oder mit Magnesiumoxid dotiertes Aluminiumoxid ist. 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. Das mit einer Heteroatomkomponente dotierte 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.

**[0027]** Typischerweise umfasst das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid 0,5 bis 45 Gew.-% der Heteroatomkomponente, vorzugsweise 1 bis 40 Gew.-% der Heteroatomkomponente, stärker bevorzugt 1,5 bis 30 Gew.-% der Heteroatomkomponente, speziell 2,5 bis 25 Gew.-% der Heteroatomkomponente.

**[0028]** Wenn das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid umfasst oder im Wesentlichen daraus besteht, ist das Aluminiumoxid mit Siliciumdioxid in einer Menge von 0,5 bis 45 Gew.-%, vorzugsweise 1 bis 40 Gew.-%, stärker bevorzugt 1,5 bis 30 Gew.-% (beispielsweise 1,5 bis 10 Gew.-%), speziell 2,5 bis 25 Gew.-%, spezieller 3,5 bis 20 Gew.-% (z. B. 5 bis 20 Gew.-%), noch spezieller 4,5 bis 15 Gew.-% dotiert.

**[0029]** Wenn das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid mit Magnesiumoxid dotiertes Aluminiumoxid umfasst oder im Wesentlichen daraus besteht, ist das Aluminiumoxid mit Magnesium in einer oben definierten Menge oder einer Menge von 5 bis 30 Gew.-%, vorzugsweise 10 bis 25 Gew.-% dotiert.

**[0030]** Wenn die Heteroatomkomponente ein Erdalkalimetall umfasst oder im Wesentlichen daraus besteht, umfasst der Oxidationskatalysator im Allgemeinen eine Erdalkalimetallkomponente, die von dem modifizierten Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, getrennt ist, oder nicht Teil davon ist. So umfasst der Oxidationskatalysator eine Erdalkalimetallkomponente zusätzlich zu einem beliebigen Erdalkalimetall, das in dem modifizierten Aluminiumoxid vorhanden sein kann.

**[0031]** Wenn die Heteroatomkomponente ein Erdalkalimetall umfasst oder im Wesentlichen daraus besteht, ist im Allgemeinen vorzugsweise die Erdalkalimetallkomponente von der Heteroatomkomponente verschieden. Es ist bevorzugt, dass die Heteroatomkomponente und die Erdalkalimetallkomponente unterschiedliche Erdalkalimetalle umfassen.

**[0032]** Wenn die Heteroatomkomponente des modifizierten Aluminiumoxids ein Erdalkalimetall umfasst, beispielsweise wenn sie ein Dotiermittel in dem mit einer Heteroatomkomponente dotierten Aluminiumoxid ist oder wenn sie Teil des Erdalkalimetallaluminats ist, umfasst die Menge der "Erdalkalimetallkomponente" nicht die Menge eines beliebigen Erdalkalimetalls, das als Teil des modifizierten Aluminiumoxids vorhanden ist. In ähnlicher Weise umfasst die Menge der Heteroatomkomponente nicht die Menge der Erdalkalimetallkomponente, die vorhanden ist. Es ist möglich, die Mengen einer jeden Komponente während der Herstellung des Oxidationskatalysators zu steuern.

**[0033]** Der Ausdruck "Erdalkalimetallaluminat" bezeichnet im Allgemeinen eine Verbindung der Formel  $MAI_2O_4$ , worin "M" für das Erdalkalimetall, beispielsweise Mg, Ca, Sr oder Ba steht. Derartige Verbindungen umfassen im Allgemeinen eine Spinellstruktur. Diese Verbindungen können unter Verwendung herkömmlicher, auf dem einschlägigen Fachgebiet gut bekannter Verfahren oder beispielsweise unter Verwendung eines in der EP 0 945 165 A, US 6 217 837 A oder US 6 517 795 A beschriebenen Verfahrens hergestellt werden.

**[0034]** Typischerweise ist das Erdalkalimetallaluminat Magnesiumaluminat ( $MgAl_2O_4$ ), Calciumaluminat ( $CaAl_2O_4$ ), Strontiumaluminat ( $SrAl_2O_4$ ) oder Bariumaluminat ( $BaAl_2O_4$ ) oder ein Gemisch von zwei oder mehr hiervon. Vorzugsweise ist das Erdalkalimetallaluminat Magnesiumaluminat ( $MgAl_2O_4$ ).

**[0035]** Wenn das Trägermaterial ein Erdalkalimetallaluminat umfasst, ist im Allgemeinen das Erdalkalimetall ("M") des Erdalkalimetallaluminats verschieden von der Erdalkalimetallkomponente. Es ist bevorzugt, dass das Erdalkalimetallaluminat und die Erdalkalimetallkomponente unterschiedliche Erdalkalimetalle umfassen.

**[0036]** Der Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst im Allgemeinen eine Gesamtmenge des Trägermaterials von 0,1 bis 5 g/Zoll<sup>3</sup>, vorzugsweise 0,2 bis 4 g/Zoll<sup>3</sup> (beispielsweise 0,5 bis 3,5 g/Zoll<sup>3</sup>). Wenn der Oxidationskatalysator ein zweites Trägermaterial zusätzlich zu dem das modifizierte Aluminiumoxid umfassenden Trägermaterial umfasst, bezeichnet die Gesamtmenge die Menge sowohl des zweiten Trägermaterials als auch des das modifizierte Aluminiumoxid umfassenden Trägermaterials.

**[0037]** Wenn der Oxidationskatalysator als Dieseloxidationskatalysator verwendet wird, beträgt allgemein die Gesamtmenge des Trägermaterials 1 bis 2,5 g/Zoll<sup>3</sup>. Wenn der Oxidationskatalysator als katalysiertes Rußfilter verwendet wird, beträgt die Gesamtmenge des Trägermaterials im Allgemeinen 0,2 bis 4 g/Zoll<sup>3</sup>.

**[0038]** Wenn der Oxidationskatalysator ein zweites Trägermaterial umfasst, beträgt typischerweise die Menge des das modifizierte Aluminiumoxid umfassenden Trägermaterials 0,1 bis 3,0 g/Zoll<sup>3</sup>, vorzugsweise 0,2 bis 2,5 g/Zoll<sup>3</sup>, noch stärker bevorzugt 0,3 bis 2,0 g/Zoll<sup>3</sup> und noch stärker bevorzugt 0,5 bis 1,75 g/Zoll<sup>3</sup>.

**[0039]** Im Allgemeinen beträgt das Verhältnis der Gesamtmasse der Erdalkalimetallkomponente zu der Gesamtmasse des das modifizierte Aluminiumoxid umfassenden Trägermaterials 1:200 bis 1:5, vorzugsweise 1:150 bis 1:10, noch stärker bevorzugt 1:100 bis 1:20.

**[0040]** Typischerweise liegt das Trägermaterial, insbesondere das mit einer Heteroatomkomponente dotierte Aluminiumoxid, in Partikelform vor. Das Trägermaterial kann eine  $d_{90}$ -Teilchengröße von  $\leq 20 \mu\text{m}$  (gemäß Bestimmung durch herkömmliche Laserbeugungstechniken) aufweisen. Die Teilchengrößenverteilung des Trägermaterials ist so gewählt, um die Haftung an dem Substrat zu unterstützen. Die Teilchen werden im Allgemeinen durch Zermahlen erhalten.

**[0041]** Allgemein weist das Trägermaterial eine spezifische Oberfläche von 50 bis 500 m<sup>2</sup>/g auf (gemessen mittels BET gemäß DIN 66131 oder nach Aktivieren während 3 h bei 550°C). Es ist bevorzugt, dass das Trägermaterial eine spezifische Oberfläche von 50 bis 300 m<sup>2</sup>/g, stärker bevorzugt von 100 bis 250 m<sup>2</sup>/g aufweist.

**[0042]** Der Oxidationskatalysator umfasst optional des Weiteren ein zweites Trägermaterial. Typischerweise ist die Erdalkalimetallkomponente auf dem Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, und/oder einem zweiten Trägermaterial angeordnet oder darauf geträgert. Wenn der Oxidationskatalysator eine Vielzahl von Schichten umfasst, sind das zweite Trägermaterial und das das modifizierte Aluminiumoxid umfassende Trägermaterial vorzugsweise in unterschiedlichen Schichten.

**[0043]** Im Allgemeinen ist die Erdalkalimetallkomponente auf mindestens einem Trägermaterial angeordnet oder darauf geträgert, das ein modifiziertes Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, umfasst oder im Wesentlichen daraus besteht. Typischerweise umfasst der Katalysator gemäß der vorliegenden Erfindung ein einzelnes Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, umfasst oder im Wesentlichen daraus besteht.

**[0044]** Wenn ein zweites Trägermaterial vorhanden ist, insbesondere wenn das zweite Trägermaterial in der gleichen Schicht wie das erste Trägermaterial vorhanden ist, ist es bevorzugt, dass die Erdalkalimetallkomponente im Wesentlichen auf dem Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, angeordnet ist oder darauf geträgert ist (der Ausdruck "im Wesentlichen" bezeichnet in diesem Kontext mindestens 90%, vorzugsweise mindestens 99%, stärker bevorzugt mindestens 99% der Masse der Erdalkalimetallkomponente, die typischerweise in der Schicht vorhanden ist oder andernfalls auf dem Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, angeordnet ist). Es ist des Weiteren bevorzugt, dass die Erdalkalimetallkomponente lediglich auf dem Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, angeordnet ist oder darauf geträgert ist. Für einige Kombinationen von Trägermaterialien in der gleichen Schicht kann es schwierig sein, den genauen Ort der Erdalkalimetallkomponente aufgrund ihrer Löslichkeit zu steuern, und die Erdalkalimetallkomponente kann auf allen Trägermaterialien angeordnet sein oder darauf geträgert sein.

**[0045]** Der Oxidationskatalysator umfasst auch eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht. Der Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine einzelne Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfassen, bei der es sich entweder um eine Platin(Pt)-Komponente oder eine Palladium(Pd)-Komponente handelt.

**[0046]** Im Allgemeinen ist es bevorzugt, dass der Oxidationskatalysator eine Platin(Pt)-Komponente und eine Palladium(Pd)-Komponente umfasst (d. h. die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente ist eine Platin(Pt)-

Komponente und eine Palladium(Pd)-Komponente). Das Verhältnis der Gesamtmasse der Platin(Pt)-Komponente zu der Gesamtmasse der Palladium(Pd)-Komponente beträgt typischerweise 3:1 bis 1:3, vorzugsweise 2:1 bis 1:2 und stärker bevorzugt 1,5:1 bis 1:1,5, speziell wenn, jedoch nicht ausschließlich wenn der Oxidationskatalysator mehrere Schichten umfasst.

**[0047]** Typischerweise beträgt die Gesamtmenge der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente (beispielsweise die Gesamtmenge der Platin(Pt)-Komponente und/oder der Palladium(Pd)-Komponente) 5 bis 500 g/ft<sup>3</sup>. Vorzugsweise beträgt die Gesamtmenge der PGM-Komponente 10 bis 400 g/ft<sup>3</sup>, stärker bevorzugt 20 bis 300 g/ft<sup>3</sup>, noch stärker bevorzugt 25 bis 250 g/ft<sup>3</sup> und noch stärker bevorzugt 35 bis 200 g/ft<sup>3</sup>.

**[0048]** Wenn der Oxidationskatalysator als Dieseloxidationskatalysator verwendet wird, beträgt im Allgemeinen die Gesamtmenge der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente 25 bis 200 g/ft<sup>2</sup>, stärker bevorzugt 40 bis 160 g/ft<sup>3</sup>. Wenn der Oxidationskatalysator als katalysiertes Rußfilter verwendet wird, beträgt die Gesamtmenge der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente 5 bis 100 g/ft<sup>3</sup>, stärker bevorzugt 10 bis 40 g/ft<sup>3</sup>.

**[0049]** Typischerweise umfasst der Oxidationskatalysator eine Gesamtmenge der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, bezogen auf die Masse, 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 Anwendung des Oxidationskatalysators ab.

**[0050]** Neben der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente kann der Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung des Weiteren eine Edelmetallkomponente umfassen. Die Edelmetallkomponente umfasst ein Edelmetall, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Ruthenium (Ru), Rhodium (Rh), Iridium (Ir), Gold (Au), Silber (Ag) und einer Kombination von zwei oder mehr hiervon besteht. Es ist bevorzugt, dass die Edelmetallkomponente ein Edelmetall umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Gold, Silber und einer Kombination hiervon besteht. Stärker bevorzugt umfasst die Edelmetallkomponente Gold oder besteht daraus. Wenn der Katalysator Gold (Au) umfasst, ist die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, vorzugsweise eine Palladium(Pd)-Komponente, in Form einer Legierung mit Gold (Au) vorhanden (z. B. eine Palladium-Gold-Legierung). Katalysatoren, die Gold (Au) umfassen, können unter Verwendung des in der WO 2012/120292 A der vorliegenden Anmelder beschriebenen Verfahrens hergestellt werden.

**[0051]** Der Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst optional des Weiteren ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel. 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. Stärker bevorzugt ist der Zeolith ein mittlere Poren aufweisender Zeolith (beispielsweise ein Zeolith mit einer maximalen Ringgröße von 8 tetraedrischen Atomen) oder ein große Poren aufweisender Zeolith (beispielsweise ein Zeolith mit einer maximalen Ringgröße von 10 tetraedrischen Atomen). Beispiele für geeignete Zeolithe oder Typen von Zeolithen umfassen Faujasit, Clinoptilolit, Mordenit, Silicalit, Ferrierit, Zeolith X, Zeolith Y, ultrastabiler Zeolith Y, AEI-Zeolith, 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. Der Zeolith ist vorzugsweise ZSM-5, ein  $\beta$ -Zeolith oder ein Y-Zeolith.

**[0052]** Typischerweise weist der Zeolith ein Siliciumdioxid zu Aluminiumoxid-Molverhältnis von mindestens 25:1, vorzugsweise von mindestens 25:1 mit geeigneten Bereichen von 25:1 bis 1000:1, 50:1 bis 500:1 sowie 25:1 bis 100:1, 25:1 bis 300:1, 100:1 bis 250:1 auf. Zeolithe mit einem hohen molaren Verhältnis von Siliciumdioxid zu Aluminiumoxid weisen eine bessere hydrothermale Stabilität auf.

**[0053]** Wenn der Katalysator ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfasst, beträgt die Gesamtmenge des Kohlenwasserstoffadsorptionsmittels typischerweise 0,05 bis 3,00 g/Zoll<sup>3</sup>, speziell 0,10 bis 2,00 g/Zoll<sup>3</sup>, stärker bevorzugt 0,2 bis 0,8 g/Zoll<sup>3</sup>.

**[0054]** Der Katalysator gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst optional des Weiteren ein Sauerstoffspeichermaterial. Derartige Materialien sind auf dem einschlägigen Fachgebiet gut bekannt. Das Sauerstoffspeichermaterial kann aus Ceroxid (CeO<sub>2</sub>) und Ceroxid-Zirconiumoxid (CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>), beispielsweise einer Ceroxid-Zirconiumoxid-Feststofflösung ausgewählt sein.

**[0055]** Typischerweise ist die mindestens eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente auf das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, geträgert. Somit ist eine Platin(Pt)-Komponente oder eine Palladium(Pd)-Komponente oder sowohl eine Platin(Pt)-Komponente als auch eine Palladium(Pd)-Komponente auf das Trägermaterial geträgert.

**[0056]** Im Allgemeinen ist die Erdalkalimetallkomponente und mindestens eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente auf das Trägermaterial geträgert, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet. So kann der Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung eine Palladium(Pd)-Komponente und/oder eine Platin(Pt)-Komponente und eine Erdalkalimetallkomponente, die auf das gleiche Trägermaterial geträgert sind, nämlich das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, umfassen. Es ist bevorzugt, dass eine Palladium(Pd)-Komponente, eine Platin(Pt)-Komponente und eine Erdalkalimetallkomponente auf das Trägermaterial geträgert sind, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

**[0057]** Wie oben ausgeführt, kann der Oxidationskatalysator des Weiteren ein zweites Trägermaterial umfassen oder es nicht umfassen. Das zweite Trägermaterial kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Aluminiumoxid-Siliciumdioxid, Zirconiumoxid, Titanoxid, Ceroxid und einem Gemisch von zwei oder mehr hiervon besteht. Das zweite Trägermaterial ist vorzugsweise aus der Gruppe ausgewählt, die aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Zirconiumoxid, Titanoxid und einem Gemisch von zwei oder mehr hiervon, speziell Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titanoxid und einem Gemisch von zwei oder mehr hiervon besteht. Stärker bevorzugt umfasst das zweite Trägermaterial Aluminiumoxid oder besteht daraus.

**[0058]** Wenn der Oxidationskatalysator ein zweites Trägermaterial umfasst, ist vorzugsweise mindestens eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente auf das zweite Trägermaterial geträgert. Eine Platin(Pt)-Komponente, eine Palladium(Pd)-Komponente oder sowohl eine Platin(Pt)-Komponente als auch eine Palladium(Pd)-Komponente können auf das zweite Trägermaterial geträgert sein.

**[0059]** Zusätzlich zu einem Geträgertsein auf das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, oder alternativ zu einem Geträgertsein auf das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, kann die Erdalkalimetallkomponente auf das zweite Trägermaterial geträgert sein. Es ist jedoch bevorzugt, dass die Erdalkalimetallkomponente lediglich auf das Trägermaterial geträgert ist, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst (d. h. die Erdalkalimetallkomponente ist nicht auf das zweite Trägermaterial geträgert).

**[0060]** Wenn der Oxidationskatalysator eine Edelmetallkomponente und/oder ein Sauerstoffspeichermaterial umfasst, können die Edelmetallkomponente und/oder das Sauerstoffspeichermaterial auf das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, und/oder, falls vorhanden, das zweite Trägermaterial geträgert sein. Wenn der Oxidationskatalysator zusätzlich ein Sauerstoffspeichermaterial und ein zweites Trägermaterial umfasst, sind das Sauerstoffspeichermaterial und das zweite Trägermaterial verschieden (beispielsweise sind das Sauerstoffspeichermaterial und das zweite Trägermaterial nicht beide Ceroxid oder Ceroxid-Zirconiumoxid).

**[0061]** Im Allgemeinen sind die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente(n), die Erdalkalimetallkomponente, das Trägermaterial und eine beliebige optionale Edelmetallkomponente, ein beliebiges optionales Sauerstoffspeichermaterial, ein beliebiges optionales Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel und/oder ein beliebiges optionales zweites Trägermaterial auf dem Substrat angeordnet oder darauf geträgert.

**[0062]** Der Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst ein Substrat. Der Oxidationskatalysator kann mehrere Substrate (beispielsweise 2, 3 oder 4 Substrate), stärker bevorzugt 2 Substrate (d. h. lediglich 2 Substrate) umfassen. Wenn es zwei Substrate gibt, kann das erste Substrat mit einem zweiten Substrat in Kontakt stehen oder getrennt davon sein. Wenn das erste Substrat von dem zweiten Substrat getrennt ist, beträgt der Abstand (beispielsweise der senkrechte Abstand zwischen Flächen) zwischen einem Auslassende (beispielsweise der Fläche an einem Auslassende) des ersten Substrats und dem Einlassende (beispielsweise der Fläche an einem Einlassende) des zweiten Substrats vorzugsweise 0,5 mm bis 50 mm, bevorzugt 1 mm bis 40 mm, stärker bevorzugt 1,5 mm bis 30 mm (beispielsweise 1,75 mm bis 25 mm), beispielsweise 2 mm bis 20 mm (z. B. 3 mm bis 15 mm) und noch stärker bevorzugt 5 mm bis 10 mm.

**[0063]** Im Allgemeinen ist es bevorzugt, dass der Oxidationskatalysator ein einzelnes Substrat umfasst (d. h. lediglich ein Substrat).

**[0064]** Substrate zum Trägern von Oxidationskatalysatoren zur Behandlung des Abgases eines Kompressionszündungsmotors sind auf dem einschlägigen Fachgebiet gut bekannt. Im Allgemeinen ist das Substrat ein keramisches Material oder ein metallisches Material.

**[0065]** 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.

**[0066]** Typischerweise ist das Substrat ein Monolith. Es ist bevorzugt, dass der Monolith ein Durchflussmonolith oder ein Filtermonolith ist.

**[0067]** Im Allgemeinen ist der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator zur Verwendung als Dieseloxidationskatalysator (DOC) oder als katalysiertes Rußfilter (CSF) vorgesehen. In der Praxis sind die in DOCs und CSFs verwendeten Katalysatorformulierungen ähnlich. Allgemein jedoch ist ein prinzipieller Unterschied zwischen einem DOC und einem CSF das Substrat, auf das die Katalysatorformulierung aufgetragen ist und die Menge der PGM-Komponente in der Beschichtung.

**[0068]** 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. Wenn das Substrat ein Durchflussmonolith ist, ist der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator typischerweise ein Dieseloxidationskatalysator (DOC) oder ist zur Verwendung als Dieseloxidationskatalysator (DOC) vorgesehen.

**[0069]** Ein Filtermonolith umfasst im Allgemeinen eine Vielzahl von Einlasskanälen und eine Vielzahl von Auslasskanälen, wobei die Einlasskanäle am stromaufseitigen Ende (d. h. Abgaseinlassseite) offen sind und an einem stromabseitigen Ende (d. h. Abgasauslassende) 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. Wenn das Substrat ein Filtermonolith ist, ist der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator typischerweise ein katalysiertes Rußfilter (CSF) oder ist zur Verwendung als katalysiertes Rußfilter (CSF) vorgesehen.

**[0070]** Wenn der Monolith ein Filtermonolith ist, ist es bevorzugt, dass der Filtermonolith ein Wandstromfilter ist. Bei einem Wandstromfilter ist jeder Einlasskanal abwechselnd von einem Auslasskanal durch eine Wand der porösen Struktur getrennt und umgekehrt. Es ist bevorzugt, dass die Einlasskanäle und die Auslasskanäle eine Wabenanordnung aufweisen. Wenn es eine Wabenanordnung gibt, ist es bevorzugt, dass die vertikal und lateral benachbart zu einem Einlasskanal liegenden Kanäle an einem stromaufseitigen Ende verstopft sind und umgekehrt (d. h. die Kanäle, die vertikal und lateral zu einem Auslasskanal benachbart sind, sind am stromabseitigen Ende verstopft). Bei Betrachtung von einem Ende nehmen die alternierend verstopften und offenen Enden der Kanäle das Aussehen eines Schachbretts an.

**[0071]** Im Prinzip kann das Substrat eine beliebige Form oder Größe besitzen. Die Form und Größe des Substrats werden jedoch üblicherweise so gewählt, um die Exposition der katalytisch wirksamen Materialien im Katalysator gegenüber dem Abgas zu optimieren. Das Filtersubstrat kann beispielsweise eine röhrenförmige, faserförmige oder partikuläre Form aufweisen. Beispiele für geeignete Trägersubstrate umfassen ein Substrat vom monolithischen Cordieritwabentyp, ein Substrat vom monolithischen SiC-Wabentyp, ein Substrat des Schichtfasertyps oder Gewirketyps, ein Substrat des Schaumstofftyps, ein Substrat des Querströmungstyps, ein Substrat des Metalldrahtnetztyps, ein Substrat des porösen Metallkörpertyps und ein Substrat des keramischen Partikeltyps.

**[0072]** Allgemein umfasst der Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung eine einzelne Schicht oder eine Vielzahl von Schichten (beispielsweise 2, 3 oder 4 Schichten), die auf dem Substrat angeordnet sind. Typischerweise wird jede Schicht durch Applizieren eines Washcoatüberzugs auf das Substrat ausgebildet.

**[0073]** Der Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein Substrat und eine einzelne auf dem Substrat angeordnete Schicht umfassen oder daraus bestehen, wobei die einzelne Schicht eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht; eine Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial umfasst, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet. Die einzelne Schicht kann ferner eine Edelmetallkomponente und/oder ein Sauerstoffspeichermaterial und/oder ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel und/oder ein zweites Speichermaterial umfassen. Es ist bevorzugt, dass die einzelne Schicht des Weiteren ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel und optional ein Sauerstoffspeichermaterial umfasst.

**[0074]** Wenn der Oxidationskatalysator ein Substrat und eine auf dem Substrat angeordnete einzelne Schicht umfasst oder daraus besteht, umfasst die einzelne Schicht vorzugsweise eine Platin(Pt)-Komponente und eine Palladium(Pd)-Komponente (d. h. die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente ist eine Platin(Pt)-Komponente und eine Palladium(Pd)-Komponente). Wenn die einzelne Schicht eine Platin(Pt)-Komponente und eine Pal-

ladium(Pd)-Komponente umfasst, kann die relative Menge der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium(Pd)-Komponente variieren.

**[0075]** Typischerweise beträgt das Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium (Pd)-Komponente  $\geq 35:65$  (beispielsweise  $\geq 7:13$ ). Es ist bevorzugt, dass das Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium(Pd)-Komponente  $\geq 40:60$  (beispielsweise  $\geq 2:3$ ), stärker bevorzugt  $\geq 42,5:57,5$  (z. B.  $\geq 17:23$ ), speziell  $\geq 45:55$  (z. B.  $\geq 9:11$ ), beispielsweise  $\geq 47,5:52,5$  (beispielsweise  $\geq 19:21$ ) und noch stärker bevorzugt  $\geq 50:50$  (beispielsweise  $\geq 1:1$ ) beträgt. Das Massenverhältnis (d. h. Massenverhältnis) der Platin (Pt)-Komponente zu der Palladium(Pd)-Komponente beträgt typischerweise  $80:20$  bis  $35:65$  (beispielsweise  $4:1$  bis  $7:13$ ). Es ist bevorzugt, dass das Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium(Pd)-Komponente  $75:25$  bis  $40:60$  (z. B.  $3:1$  bis  $2:3$ ), stärker bevorzugt  $70:30$  bis  $42,5:57,5$  (z. B.  $7:3$  bis  $17:23$ ), noch stärker bevorzugt  $67,5:32,5$  bis  $45:55$  (z. B.  $27:13$  bis  $9:11$ ), beispielsweise  $65:35$  bis  $47,5:52,5$  (z. B.  $13:7$  bis  $19:21$ ) und noch stärker bevorzugt  $60:40$  bis  $50:50$  (z. B.  $3:2$  bis  $1:1$ ) beträgt.

**[0076]** Es wird angenommen, dass die Oxidationskatalysatoren, bei denen die Masse der Palladium(Pd)-Komponente geringer als die Masse der Platin(Pt)-Komponente ist, eine vorteilhafte Aktivität aufweisen. So umfasst der erfindungsgemäße Katalysator vorzugsweise die Platin(Pt)-Komponente und die Palladium(Pd)-Komponente in einem Massenverhältnis von  $65:35$  bis  $52,5:47,5$  (z. B.  $13:7$  bis  $21:19$ ), stärker bevorzugt  $60:40$  bis  $55:45$  (z. B.  $3:2$  bis  $11:9$ ).

**[0077]** Typischerweise beträgt das Massenverhältnis (d. h. Massenverhältnis) der Erdalkalimetallkomponente zu der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente  $0,25:1$  bis  $20:1$ . Es ist bevorzugt, dass das Massenverhältnis der Erdalkalimetallkomponente zu der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente  $0,5:1$  bis  $17:1$ , stärker bevorzugt  $1:1$  bis  $15:1$ , speziell  $1,5:1$  bis  $10:1$ , noch stärker bevorzugt  $2:1$  bis  $7,5:1$  und noch stärker bevorzugt  $2,5:1$  bis  $5:1$  beträgt.

**[0078]** Alternativ kann der Oxidationskatalysator eine Vielzahl von Schichten, beispielsweise 2, 3 oder 4 Schichten umfassen.

**[0079]** Wenn es eine Vielzahl von Schichten gibt, kann der Oxidationskatalysator eine Vielzahl von Substraten, vorzugsweise zwei Substrate umfassen. Wenn es eine Vielzahl von Substraten gibt (beispielsweise 2 Substrate), ist vorzugsweise eine erste Schicht auf einem ersten Substrat angeordnet und eine zweite Schicht ist auf einem zweiten Substrat angeordnet. So kann sich jede Bezugnahme im Folgenden auf die erste Schicht, die auf dem Substrat angeordnet ist, auf die erste Schicht, die auf dem ersten Substrat angeordnet ist, beziehen. In ähnlicher Weise kann sich jegliche Bezugnahme im Folgenden auf die zweite Schicht, die auf dem zweiten Substrat angeordnet ist, auf die zweite Schicht, die auf dem zweiten Substrat angeordnet ist, beziehen.

**[0080]** Wenn es eine Vielzahl von Substraten gibt, kann sich das erste Substrat stromauf des zweiten Substrats befinden. Alternativ kann sich das zweite Substrat stromauf des ersten Substrats befinden.

**[0081]** Im Allgemeinen ist es bevorzugt, dass der Oxidationskatalysator ein einzelnes Filtersubstrat umfasst, insbesondere wenn der Oxidationskatalysator eine Vielzahl von Schichten umfasst.

**[0082]** Wenn es eine Vielzahl von Schichten gibt, ist im Allgemeinen eine erste Schicht auf dem Substrat angeordnet (beispielsweise ist die erste Schicht vorzugsweise direkt auf dem Substrat angeordnet, so dass sich die erste Schicht in Kontakt mit einer Oberfläche des Substrats befindet). Die erste Schicht kann auf einer dritten Schicht oder einer vierten Schicht angeordnet sein. Es ist bevorzugt, dass die erste Schicht direkt auf dem Substrat angeordnet ist.

**[0083]** Eine zweite Schicht kann auf dem Substrat angeordnet sein (beispielsweise um eine Zone gemäß nachfolgender Beschreibung zu bilden, die von der ersten Schicht getrennt ist oder teilweise mit der ersten Schicht überlappt) oder die zweite Schicht kann auf der ersten Schicht angeordnet sein.

**[0084]** Wenn die zweite Schicht auf der ersten Schicht angeordnet ist, kann sie die erste Schicht vollständig oder teilweise überlappen (d. h. bedecken). Wenn der Katalysator eine dritte Schicht umfasst, kann die dritte Schicht auf der zweiten Schicht und/oder der ersten Schicht angeordnet sein, vorzugsweise ist die dritte Schicht auf der ersten Schicht angeordnet. Wenn der Katalysator eine vierte Schicht umfasst, kann die vierte Schicht auf der dritten Schicht und/oder der zweiten Schicht angeordnet sein.

**[0085]** Wenn die zweite Schicht auf dem Substrat angeordnet ist (beispielsweise um eine Zone zu bilden), kann die zweite Schicht direkt auf dem Substrat angeordnet sein (d. h. die zweite Schicht befindet sich in Kontakt mit einer Oberfläche des Substrats) oder sie kann auf einer dritten Schicht oder auf einer vierten Schicht angeordnet sein.

**[0086]** Die erste Schicht kann eine Zone sein (beispielsweise eine erste Zone) und/oder die zweite Schicht kann eine Zone sein (beispielsweise eine zweite Zone). Zur Vermeidung von Zweifeln betreffen die hier bezüglich der "ersten Schicht" und "zweiten Schicht" beschriebenen Merkmale, speziell die Zusammensetzung der "ersten Schicht" und der "zweiten Schicht" auch die "erste Zone" bzw. "zweite Zone".

**[0087]** Die erste Schicht kann eine erste Zone sein und die zweite Schicht kann eine zweite Zone sein, beispielsweise wenn die erste Zone und die zweite Zone sich Seite an Seite auf dem gleichen Substrat befinden oder die erste Zone auf einem ersten Substrat angeordnet ist und eine zweite Zone auf einem zweiten Substrat angeordnet ist (d. h. das erste Substrat und das zweite Substrat sind unterschiedlich) und das erste Substrat und das zweite Substrat sich Seite an Seite befinden. Vorzugsweise sind die erste Zone und die zweite Zone auf dem gleichen Substrat angeordnet.

**[0088]** Die erste Zone kann sich stromauf der zweiten Zone befinden. Wenn die erste Zone sich stromauf der zweiten Zone befindet, gelangt eintretendes Abgas zuerst mit der ersten Zone und anschließend mit der zweiten Zone in Kontakt. Alternativ kann sich die zweite Zone stromauf der ersten Zone befinden. Wenn die zweite Zone sich stromauf der ersten Zone befindet, kommt das hereinströmende Abgas in ähnlicher Weise mit der zweiten Zone in Kontakt, bevor es mit der ersten Zone in Kontakt kommt.

**[0089]** Wenn die erste Zone und die zweite Zone auf dem gleichen Substrat angeordnet sind, kann die erste Zone an die zweite Zone angrenzen oder die erste Zone kann von der zweiten Zone getrennt sein. Wenn die erste Zone an die zweite Zone angrenzt, befindet sich die erste Zone vorzugsweise mit der zweiten Zone in Kontakt. Wenn die erste Zone von der zweiten Zone getrennt ist, gibt es typischerweise eine Lücke oder einen Raum zwischen der ersten Zone und der zweiten Zone.

**[0090]** Typischerweise weist die erste Zone eine Länge von 10 bis 80% der Länge des Substrats (beispielsweise 10 bis 45%), vorzugsweise 15 bis 75% der Länge des Substrats (beispielsweise 15 bis 40%), stärker bevorzugt 20 bis 60% (beispielsweise 25 bis 45%) der Länge des Substrats, noch stärker bevorzugt 25 bis 50% auf.

**[0091]** Die zweite Zone weist typischerweise eine Länge von 10 bis 80% der Länge des Filtersubstrats (10 bis 45%), vorzugsweise 15 bis 75% der Länge des Filtersubstrats (beispielsweise 15 bis 40%), stärker bevorzugt 20 bis 60% (beispielsweise 25 bis 45%) der Länge des Filtersubstrats, noch stärker bevorzugt 25 bis 50% auf.

**[0092]** Ein bevorzugter Oxidationskatalysator umfasst zwei Schichten (beispielsweise lediglich zwei Schichten), wobei eine erste Schicht auf dem Substrat angeordnet ist und eine zweite Schicht auf der ersten Schicht angeordnet ist.

**[0093]** Typischerweise überlappt die zweite Schicht die erste Schicht vollständig oder teilweise.

**[0094]** Die erste Schicht und die zweite Schicht können unterschiedliche Längen aufweisen oder die erste Schicht und die zweite Schicht können etwa die gleiche Länge aufweisen. Im Allgemeinen sind die Länge der ersten Schicht und die Länge der zweiten Schicht jeweils im Wesentlichen gleichmäßig.

**[0095]** Die erste Schicht erstreckt sich typischerweise im Wesentlichen über die gesamte Länge der Kanäle in dem Substrat, speziell wenn das Substrat ein Monolith ist.

**[0096]** In einem Oxidationskatalysator, der eine Vielzahl von Schichten umfasst, kann die zweite Schicht in einer Zone einer im Wesentlichen gleichmäßigen Länge an einem stromabseitigen Ende des Substrats angeordnet sein. Es ist bevorzugt, dass die Zone an dem stromabseitigen Ende näher am Auslassende des Substrats als am Einlassende ist. Verfahren zur Herstellung von Schichtüberzügen unterschiedlicher Länge sind auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt (siehe beispielsweise WO 99/47260 A der vorliegenden Anmelder).

**[0097]** Wenn der Oxidationskatalysator eine Vielzahl von Schichten umfasst, können die Platingruppenmetall (PGM)-Komponente, die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, unter den Schichten auf verschiedene Weise verteilt sein.

**[0098]** Im Allgemeinen umfasst die erste Schicht (oder die erste Zone) eine Platingruppenmetall (PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht, und die zweite Schicht (oder die zweite Zone) umfasst eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht. Es ist bevorzugt, dass die erste Schicht/Zone von der zweiten Schicht/Zone verschieden ist (beispielsweise hinsichtlich Zusammensetzung). Beispielsweise können die ersten und zweiten Schichten/Zonen unterschiedliche Platingruppenmetall (PGM)-Komponenten umfassen und/oder können die ersten und zweiten Schichten/Zonen eine unterschiedliche Gesamtmenge der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfassen.

**[0099]** In einer ersten Ausführungsform umfasst die erste Schicht (oder erste Zone) eine PGM-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Pd-Komponente und einer Kombination (d. h. beide) einer Pd-Komponente und einer Pt-Komponente besteht, und die zweite Schicht (oder zweite Zone) umfasst eine PGM-Komponente, die aus einer Pt-Komponente besteht. Dies bedeutet, dass die erste Schicht/Zone eine Pd-Komponente und optional eine Pt-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst und die zweite Schicht/Zone eine Pt-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst. Vorzugsweise umfasst die erste Schicht/Zone eine PGM-Komponente, die aus einer Kombination (d. h. beide) einer Pd-Komponente und einer Pt-Komponente besteht. So ist es bevorzugt, dass die erste Schicht/Zone sowohl eine Pt-Komponente als auch eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst und die zweite Schicht/Zone eine Pt-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst.

**[0100]** Typischerweise umfasst in der ersten Ausführungsform die erste Schicht (oder erste Zone) des Weiteren die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, und/oder die zweite Schicht (oder zweite Zone) umfasst des Weiteren die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet. Es ist bevorzugt, dass die erste Schicht/Zone des Weiteren die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial umfasst, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

**[0101]** Wenn die erste Schicht/Zone eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst, kann die erste Schicht/Zone ein zweites Trägermaterial umfassen. Vorzugsweise ist das zweite Trägermaterial Ceroxid, Ceroxid-Zirconiumoxid, Aluminiumoxid oder Siliciumdioxid-Aluminiumoxid. Das zweite Trägermaterial kann Ceroxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Ceroxid-Zirconiumoxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Aluminiumoxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Siliciumdioxid-Aluminiumoxid sein. Stärker bevorzugt umfasst die erste Schicht/Zone eine PGM-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Pd-Komponente besteht, und ein zweites Trägermaterial, wobei das zweite Trägermaterial Ceroxid ist.

**[0102]** In einer zweiten Ausführungsform umfasst die erste Schicht (oder erste Zone) eine PGM-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Pt-Komponente und einer Kombination (d. h. beide) einer Pd-Komponente und einer Pt-Komponente besteht, und die zweite Schicht (oder zweite Zone) umfasst eine PGM-Komponente, die aus einer Pd-Komponente besteht. Dies bedeutet, dass die erste Schicht/Zone eine Pt-Komponente und optional eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst und die zweite Schicht/Zone eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst. Vorzugsweise umfasst die erste Schicht/Zone eine PGM-Komponente, die aus einer Kombination (d. h. beide) einer Pd-Komponente und einer Pt-Komponente besteht. So ist es bevorzugt, dass die erste Schicht/Zone sowohl eine Pt-Komponente als auch eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst und die zweite Schicht/Zone eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst. Typischerweise ist die Menge der Pt-Komponente in der ersten Schicht/Zone größer als die Menge der Pd-Komponente in der ersten Schicht/Zone (die Mengen werden in g/ft<sup>3</sup> gemessen oder ist eine molare Menge).

**[0103]** In der zweiten Ausführungsform kann die erste Schicht (oder erste Zone) des Weiteren die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial umfassen, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, und/oder die zweite Schicht (oder die zweite Zone) kann ferner die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial umfassen, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet. Es ist bevorzugt, dass die erste Schicht/Zone des Weiteren die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial umfasst, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

**[0104]** In der zweiten Ausführungsform umfasst die zweite Schicht/Zone typischerweise ein zweites Trägermaterial. Vorzugsweise ist das zweite Trägermaterial Ceroxid, Ceroxid-Zirconiumoxid, Aluminiumoxid oder Si-

liciumdioxid-Aluminiumoxid. Das zweite Trägermaterial kann Ceroxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Ceroxid-Zirconiumoxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Aluminiumoxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Siliciumdioxid-Aluminiumoxid sein.

**[0105]** In einer dritten Ausführungsform umfasst die erste Schicht (oder erste Zone) eine PGM-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Pt-Komponente und einer Pd-Komponente besteht, und die zweite Schicht (oder die zweite Zone) umfasst eine PGM-Komponente, die aus einer Kombination (d. h. beide) einer Pd-Komponente und einer Pt-Komponente besteht. Dies bedeutet, dass die erste Schicht/Zone eine Pt-Komponente oder eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst und die zweite Schicht/Zone eine Pt-Komponente und eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst. Vorzugsweise umfasst die erste Schicht/Zone eine PGM-Komponente, die aus einer Pt-Komponente besteht. Somit ist es bevorzugt, dass die erste Schicht/Zone eine Pt-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst und die zweite Schicht/Zone eine Pt-Komponente und eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst.

**[0106]** In der dritten Ausführungsform beträgt, wenn die erste Schicht/Zone eine Pt-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst, typischerweise das Massenverhältnis der Pt-Komponente in der zweiten Schicht/Zone zu der Pd-Komponente in der zweiten Schicht/Zone  $\leq 2:1$ , vorzugsweise  $< 2:1$ . Wenn die erste Schicht/Zone eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst, ist typischerweise die Menge der Pd-Komponente in der zweiten Schicht/Zone kleiner als die Menge der Pt-Komponente in der zweiten Schicht/Zone (die Menge wird in  $\text{g/ft}^3$  gemessen oder ist eine molare Menge).

**[0107]** Typischerweise umfasst in der dritten Ausführungsform die erste Schicht (oder die erste Zone) des Weiteren die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, und/oder die zweite Schicht (oder die zweite Zone) umfasst des Weiteren die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet. Wenn die erste Schicht/Zone eine Pt-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst, ist es bevorzugt, dass die erste Schicht/Zone des Weiteren die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial umfasst, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet. Wenn die erste Schicht/Zone eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst, ist es bevorzugt, dass die zweite Schicht/Zone des Weiteren die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial umfasst, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

**[0108]** In der dritten Ausführungsform kann, wenn die erste Schicht/Zone eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst, die erste Schicht/Zone ein zweites Trägermaterial umfassen. Vorzugsweise ist das zweite Trägermaterial Ceroxid, Ceroxid-Zirconiumoxid, Aluminiumoxid oder Siliciumdioxid-Aluminiumoxid. Das zweite Trägermaterial kann Ceroxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Ceroxid-Zirconiumoxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Aluminiumoxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Siliciumdioxid-Aluminiumoxid sein.

**[0109]** In einer vierten Ausführungsform umfasst die erste Schicht (oder die erste Zone) eine PGM-Komponente, die aus einer Kombination (d. h. beide) einer Pt-Komponente und einer Pd-Komponente besteht, und die zweite Schicht (oder die zweite Zone) umfasst eine PGM-Komponente, die aus einer Kombination (d. h. beide) einer Pd-Komponente und einer Pt-Komponente besteht. Dies bedeutet, dass die erste Schicht/Zone eine Pt-Komponente und eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst und die zweite Schicht/Zone eine Pt-Komponente und eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfasst. In der vierten Ausführungsform umfassen die erste Schicht/Zone und die zweite Schicht/Zone typischerweise ein unterschiedliches Massenverhältnis der Pt-Komponente zu der Pd-Komponente. So unterscheidet sich das Massenverhältnis der Pt-Komponente zu der Pd-Komponente in der ersten Schicht/Zone von dem Massenverhältnis der Pt-Komponente zu der Pd-Komponente in der zweiten Schicht/Zone.

**[0110]** In der vierten Ausführungsform ist, wenn die Menge der Pd-Komponente in der ersten Schicht/Zone geringer ist als die Menge der Pt-Komponente in der ersten Schicht/Zone (die Menge wird in  $\text{g/ft}^3$  gemessen oder ist eine molare Menge), die Menge der Pd-Komponente in der zweiten Schicht/Zone vorzugsweise größer als die Menge der Pt-Komponente in der zweiten Schicht/Zone. Alternativ ist, wenn die Menge der Pd-Komponente in der ersten Schicht/Zone größer ist als die Menge der Pt-Komponente in der ersten Schicht/Zone (die Menge wird in  $\text{g/ft}^3$  gemessen oder ist eine molare Menge), die Menge der Pd-Komponente in der zweiten Schicht/Zone vorzugsweise kleiner als die Menge der Pt-Komponente in der zweiten Schicht/Zone.

**[0111]** Im Allgemeinen beträgt das Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium (Pd)-Komponente, speziell in der ersten Schicht/Zone der ersten oder zweiten Ausführungsform, in der zweiten Schicht/Zone der dritten Ausführungsform oder in der ersten Schicht/Zone und/oder zweiten Schicht/Zone der vierten Ausführungsform vorzugsweise in der zweiten Schicht/Zone der vierten Ausführungsform  $\geq 35:65$  (beispielsweise  $\geq 7:13$ ). Es ist bevorzugt, dass das Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium(Pd)-Komponente  $\geq 40:60$  (beispielsweise  $\geq 2:3$ ), stärker bevorzugt  $\geq 42,5:57,5$  (beispielsweise  $\geq 17:23$ ), speziell  $\geq 45:55$  (beispielsweise  $\geq 9:11$ ), beispielsweise  $\geq 47,5:52,5$  (beispielsweise  $\geq 19:21$ ) und noch stärker bevorzugt  $\geq 50:50$  (beispielsweise  $\geq 1:1$ ) ist.

**[0112]** Es ist bevorzugt, dass das Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium (Pd)-Komponente insbesondere in der ersten Schicht/Zone der ersten oder zweiten Ausführungsform, der zweiten Schicht/Zone der dritten Ausführungsform oder der ersten Schicht/Zone und/oder der zweiten Schicht/Zone der vierten Ausführungsform, vorzugsweise in der zweiten Schicht/Zone der vierten Ausführungsform  $80:20$  bis  $35:65$  (beispielsweise  $4:1$  bis  $7:13$ ), speziell  $75:25$  bis  $40:60$  (beispielsweise  $3:1$  bis  $2:3$ ), stärker bevorzugt  $70:30$  bis  $42,5:57,5$  (beispielsweise  $7:3$  bis  $17:23$ ), noch stärker bevorzugt  $67,5:32,5$  bis  $45:55$  (beispielsweise  $27:13$  bis  $9:11$ ), beispielsweise  $65:35$  bis  $47,5:52,5$  (beispielsweise  $13:7$  bis  $19:21$ ), und noch stärker bevorzugt  $60:40$  bis  $50:50$  (beispielsweise  $3:2$  bis  $1:1$ ) beträgt. Für die zweite Schicht der dritten Ausführungsform ist es besonders bevorzugt, dass das Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium(Pd)-Komponente  $2:1$  bis  $7:13$ , insbesondere  $13:7$  bis  $2:3$ , stärker bevorzugt  $60:40$  bis  $50:50$  (beispielsweise  $3:2$  bis  $1:1$ ) beträgt.

**[0113]** Es wird angenommen, dass Oxidationskatalysatoren, bei denen die Masse der Palladium(Pd)-Komponente geringer als die Masse der Platin(Pt)-Komponente ist, eine vorteilhafte Aktivität aufweisen, speziell wenn sowohl eine Platin(Pt)-Komponente, eine Palladium(Pd)-Komponente als auch eine Erdalkalimetallkomponente in der gleichen Schicht/Zone vorhanden sind. So umfasst der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator in der ersten Schicht/Zone der ersten Ausführungsform, der ersten Schicht/Zone der zweiten Ausführungsform, der zweiten Schicht/Zone der dritten Ausführungsform oder der ersten Schicht/Zone und/oder der zweiten Schicht/Zone der vierten Ausführungsform, vorzugsweise der zweiten Schicht/Zone der vierten Ausführungsform vorzugsweise die Platin(Pt)-Komponente und die Palladium(Pd)-Komponente in einem Massenverhältnis von  $65:35$  bis  $52,5$  bis  $47,5$  (beispielsweise  $13:7$  bis  $21:19$ ), stärker bevorzugt  $60:40$  bis  $55:45$  (z. B.  $3:2$  bis  $11:9$ ).

**[0114]** In einer fünften Ausführungsform umfasst die erste Schicht (oder die erste Zone) eine PGM-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Pt-Komponente und einer Pd-Komponente besteht, und die zweite Schicht (oder die zweite Zone) umfasst eine PGM-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Pd-Komponente und einer Pt-Komponente besteht, wobei die erste und die zweite Schicht/Zone jeweils die gleiche PGM-Komponente umfassen. Dies bedeutet, dass die erste Schicht/Zone und die zweite Schicht/Zone jeweils eine Pt-Komponente oder eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfassen. Typischerweise ist die Gesamtmenge der PGM-Komponente in der ersten Schicht/Zone von der Gesamtmenge der PGM-Komponente in der zweiten Schicht/Zone verschieden.

**[0115]** Wenn sowohl die erste Schicht/Zone als auch die zweite Schicht/Zone jeweils eine Pd-Komponente als die alleinige PGM-Komponente umfassen, umfasst vorzugsweise die erste Schicht/Zone ein zweites Trägermaterial und/oder umfasst die zweite Schicht/Zone ein zweites Trägermaterial. Es ist bevorzugt, dass das zweite Trägermaterial Ceroxid, Ceroxid-Zirconiumoxid, Aluminiumoxid oder Siliciumdioxid-Aluminiumoxid ist. Das zweite Trägermaterial kann Ceroxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Ceroxid-Zirconiumoxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Aluminiumoxid sein. Das zweite Trägermaterial kann Siliciumdioxid-Aluminiumoxid sein.

**[0116]** In den ersten bis fünften Ausführungsformen kann die erste Schicht/Zone eine Erdalkalimetallkomponente umfassen und/oder kann die zweite Schicht/Zone eine Erdalkalimetallkomponente umfassen. Wenn die erste Schicht/Zone die Erdalkalimetallkomponente umfasst, darf die zweite Schicht/Zone keine Erdalkalimetallkomponente umfassen. Alternativ wenn die zweite Schicht/Zone die Erdalkalimetallkomponente umfasst, darf die erste Schicht/Zone keine Erdalkalimetallkomponente umfassen.

**[0117]** In den ersten bis fünften Ausführungsformen kann die erste Schicht/Zone das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, umfassen und/oder kann die zweite Schicht/Zone das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, umfassen. Typischerweise ist es bevorzugt, dass eine Schicht oder Zone, die eine Platin(Pt)-Komponente umfasst, auch das Trägermaterial umfasst, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst.

**[0118]** In den ersten bis fünften Ausführungsformen kann die erste Schicht/Zone ein zweites Trägermaterial umfassen und/oder kann die zweite Schicht/Zone ein zweites Trägermaterial umfassen. Die erste Schicht/Zone und die zweite Schicht/Zone können unterschiedliche Trägermaterialien umfassen. Es ist bevorzugt, dass das zweite Trägermaterial und das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, sich in unterschiedlichen Schichten/Zonen befinden.

**[0119]** Allgemein sind die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, in mindestens einer der gleichen Schichten/Zonen vorhanden.

**[0120]** Wenn die erste Schicht/Zone eine Erdalkalimetallkomponente umfasst, beträgt das Massenverhältnis der Erdalkalimetallkomponente zu der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente in der ersten Schicht typischerweise 0,25:1 bis 20:1, vorzugsweise 0,5:1 bis 17:1, stärker bevorzugt 1:1 bis 15:1, speziell 1,5:1 bis 10:1, noch stärker bevorzugt 2:1 bis 7,5:1 und noch stärker bevorzugt 2,5:1 bis 5:1.

**[0121]** Wenn die zweite Schicht/Zone die Erdalkalimetallkomponente umfasst, beträgt das Massenverhältnis der Erdalkalimetallkomponente zu der Platingruppenmetall(PGM)-Komponente in der zweiten Schicht typischerweise 0,25:1 bis 20:1, vorzugsweise 0,5:1 bis 17:1, stärker bevorzugt 1:1 bis 15:1, insbesondere 1,5:1 bis 10:1, noch stärker bevorzugt 2:1 bis 7,5:1 und noch stärker bevorzugt 2,5:1 bis 5:1.

**[0122]** In den ersten bis fünften Ausführungsformen kann die erste Schicht/Zone optional des Weiteren eine Edelmetallkomponente und/oder ein Sauerstoffspeichermaterial und/oder ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfassen. Vorzugsweise umfasst die erste Schicht/Zone des Weiteren ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel.

**[0123]** In den ersten bis fünften Ausführungsformen kann die zweite Schicht/Zone optional des Weiteren eine Edelmetallkomponente und/oder ein Sauerstoffspeichermaterial und/oder ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfassen. Vorzugsweise umfasst die zweite Schicht/Zone des Weiteren ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel.

**[0124]** In einem Aspekt der ersten Ausführungsform umfasst die erste Schicht/Zone typischerweise eine Pd-Komponente, eine Pt-Komponente, eine Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst; und die zweite Schicht/Zone umfasst eine Pt-Komponente und entweder ein zweites Trägermaterial oder ein Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, und optional eine Erdalkalimetallkomponente. Wenn die zweite Schicht/Zone ein zweites Trägermaterial umfasst, ist vorzugsweise das zweite Trägermaterial Aluminiumoxid.

**[0125]** In einem Aspekt der vierten Ausführungsform umfasst die erste Schicht/Zone eine Pt-Komponente, eine Pd-Komponente, eine Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst; und die zweite Schicht/Zone umfasst eine Pt-Komponente, eine Pd-Komponente und entweder ein zweites Trägermaterial oder ein Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, und optional eine Erdalkalimetallkomponente. Es ist bevorzugt, dass das Massenverhältnis der Pt-Komponente in der zweiten Schicht/Zone zu der Pd-Komponente in der zweiten Schicht  $\leq 10:1$  (beispielsweise 10:1 bis 1:2), stärker bevorzugt  $\leq 15:2$  (beispielsweise 7,5:1 bis 1:1,5) und noch stärker bevorzugt  $\leq 5:1$  (beispielsweise 5:1 bis 1,5:1) ist. Wenn die zweite Schicht/Zone ein zweites Trägermaterial umfasst, ist das zweite Trägermaterial vorzugsweise Aluminiumoxid.

**[0126]** Wenn die erste Schicht eine erste Zone ist und die zweite Schicht eine zweite Zone ist, ist es (a) in der ersten und dritten Ausführungsform bevorzugt, dass die erste Schicht/Zone sich stromauf der zweiten Schicht/Zone befindet, (b) in der zweiten Ausführungsform bevorzugt, dass die zweite Schicht/Zone sich stromauf der ersten Schicht/Zone befindet, und (c) in der fünften Ausführungsform bevorzugt, dass die Schicht/Zone, die das zweite Trägermaterial umfasst, sich stromauf der Schicht/Zone befindet, die das Trägermaterial umfasst, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst.

**[0127]** In Ausführungsformen, in denen ein zweites Trägermaterial vorhanden ist, speziell wenn das zweite Trägermaterial entweder Ceroxid oder Ceroxid-Zirkoniumoxid ist, kann es von Vorteil sein, die Schicht oder Zone, die das zweite Trägermaterial umfasst, so anzuordnen, dass sie mit dem Abgas nach der anderen Schicht oder Zone in Berührung gelangt. Wenn es ein zweites Trägermaterial gibt, insbesondere wenn das zweite Trägermaterial Ceroxid oder Ceroxid-Zirkoniumoxid ist, ist es (a) in der ersten und dritten Ausführungsform bevorzugt, dass die erste Schicht/Zone stromab der zweiten Schicht/Zone angeordnet ist, (b) in der zweiten Ausführungsform bevorzugt, dass die zweite Schicht/Zone sich stromab der ersten Schicht/Zone befindet, und

(c) in der fünften Ausführungsform bevorzugt, dass die das zweite Trägermaterial umfassende Schicht/Zone sich stromab der Schicht/Zone befindet, die das Trägermaterial umfasst, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst.

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

**[0129]** Ein weiteres allgemeines Merkmal des Oxidationskatalysators gemäß in der vorliegenden Erfindung ist, dass, wenn beliebiges Cer oder Ceroxid vorhanden ist, typischerweise lediglich die Heteroatomkomponente des Trägermaterials das Cer oder Ceroxid umfasst. Es ist des Weiteren bevorzugt, dass der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator kein Ceroxid umfasst, insbesondere als Trägermaterial oder als Sauerstoffspeichermaterial.

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

**[0131]** Ein weiteres allgemeines Merkmal der vorliegenden Erfindung ist, dass der Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung keine  $\text{NO}_x$ -Adsorberzusammensetzung umfasst. Somit ist es bevorzugt, dass der Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung kein  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator (auch bekannt als  $\text{NO}_x$ -Falle) ist oder nicht zur Verwendung als  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator vorgesehen ist.

**[0132]** Typischerweise ist der Oxidationskatalysator zur Verwendung als Dieseloxidationskatalysator (DOC) oder katalysiertes Rußfilter (CSF) vorgesehen.

**[0133]** Der erste Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Abgassystem für einen Kompressionszündungsmotor, beispielsweise einen Dieselmotor, wobei das System den Oxidationskatalysator gemäß obiger Definition umfasst. Ein dritter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft die Verwendung des Oxidationskatalysators. Die vorteilhafte Aktivität des Oxidationskatalysators gemäß der vorliegenden Erfindung, insbesondere seine niedrige CO-"Anspring"-Temperatur, macht ihn zur Verwendung in Kombination mit bestimmten anderen Emissionsregelungsvorrichtungen besonders geeignet

**[0134]** Typischerweise kann das Abgassystem ferner mindestens eine Emissionsregelungsvorrichtung umfassen oder der Oxidationskatalysator ist zur Verwendung in Kombination mit mindestens einer Emissionsregelungsvorrichtung vorgesehen. Die Emissionsregelungsvorrichtung kann aus einem Dieselpartikelfilter (DPF), einem  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator (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(SCRf)-Katalysator und Kombinationen von zwei oder mehr hiervon ausgewählt sein. Emissionsregelungsvorrichtungen, die durch die Ausdrücke Dieselpartikelfilter (DPFs),  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysatoren (NACs), magere  $\text{NO}_x$ -Katalysatoren (LNCs), selektive katalytische Reduktion(SCR)-Katalysatoren, Dieseloxidationskatalysatoren (DOCs), katalysierte Rußfilter (CSFs) und selektive katalytische Reduktionsfilter(SCRf)-Katalysatoren wiedergegeben werden, sind alle auf dem einschlägigen Fachgebiet wohlbekannt.

**[0135]** Beispiele für Emissionsregelungsvorrichtungen zur Verwendung mit dem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator oder zum Einbau in das erfindungsgemäße Abgassystem werden im Folgenden angegeben.

**[0136]** Das Dieselpartikelfilter umfasst vorzugsweise ein Substrat, wobei das Substrat ein Filtermonolith gemäß obiger Definition ist. Das Substrat kann mit einer Katalysatorformulierung beschichtet sein.

**[0137]** Die Katalysatorformulierung des Dieselpartikelfilters kann zum Oxidieren (i) von Feinstaub (PM) und/oder (ii) Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HCs) geeignet sein. Wenn die Katalysatorformulierung zum Oxidieren von PM geeignet ist, ist die resultierende Emissionsregelungsvorrichtung als katalysiertes Rußfilter (CSF) bekannt. Typischerweise umfasst die Katalysatorformulierung ein Edelmetall gemäß obiger Definition und/oder Platin und/oder Palladium.

**[0138]** Die Katalysatorformulierung des Dieselpartikelfilters kann eine NO<sub>x</sub>-Adsorberzusammensetzung sein. Wenn die Katalysatorformulierung eine NO<sub>x</sub>-Adsorberzusammensetzung ist, ist die Emissionsregelungsvorrichtung ein Beispiel eines NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysators (NAC). Emissionsregelungsvorrichtungen, bei denen die Katalysatorformulierung eine NO<sub>x</sub>-Adsorberzusammensetzung ist, wurden früher beschrieben (siehe beispielsweise EP 0 766 993 A). NO<sub>x</sub>-Adsorberzusammensetzungen sind auf dem einschlägigen Fachgebiet gut bekannt (siehe beispielsweise EP 0 766 993 A und US 5 473 887 A). NO<sub>x</sub>-Adsorberzusammensetzungen sind so ausgestaltet, dass sie NO<sub>x</sub> aus magerem Abgas ( $\lambda > 1$ ) adsorbieren und das NO<sub>x</sub> desorbieren, wenn die Sauerstoffkonzentration im Abgas abnimmt. Desorbiertes NO<sub>x</sub> kann anschließend mit einem geeigneten Reduktionsmittel (beispielsweise Motorkraftstoff) und unter Katalyse durch eine Katalysatorkomponente, wie Rhodium, der NO<sub>x</sub>-Adsorberzusammensetzung selbst oder einer solchen, die stromab der NO<sub>x</sub>-Adsorberzusammensetzung angeordnet ist, zu N<sub>2</sub> reduziert werden.

**[0139]** Moderne NO<sub>x</sub>-Absorberkatalysatoren, die auf Wabendurchflussmonolithsubstrate aufgetragen sind, sind typischerweise in Schichtanordnungen angeordnet. Mehrere auf ein Filtersubstrat applizierte Schichten können jedoch Gegendruckprobleme erzeugen. Es ist folglich hoch bevorzugt, wenn der NO<sub>x</sub>-Absorberkatalysator zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung ein "einschichtiger" NO<sub>x</sub>-Absorberkatalysator ist. Besonders bevorzugte "einschichtige" NO<sub>x</sub>-Absorberkatalysatoren umfassen eine erste Komponente von Rhodium, die auf ein Ceroxid-Zirconiumoxid-Mischoxid oder ein optional stabilisiertes Aluminiumoxid (beispielsweise stabilisiert mit Siliciumdioxid oder Lanthanoxid oder einem anderen Seltenerdenelement) geträgert ist, in Kombination mit zweiten Komponenten, die Platin und/oder Palladium tragen. Die zweiten Komponenten umfassen Platin und/oder Palladium, das auf einen eine große Oberfläche aufweisenden Träger auf Aluminiumoxidbasis geträgert ist, und eine teilchenförmige "Bulk"-Ceroxid(CeO<sub>2</sub>)-Komponente, d. h. nicht ein auf einen teilchenförmigen Träger geträgertes lösliches Ceroxid, sondern "Bulk"-Ceroxid mit der Fähigkeit, das Pt und/oder Pd als solches zu tragen. Das teilchenförmige Ceroxid umfasst eine NO<sub>x</sub>-Absorberkomponente und trägt ein Erdalkalimetall und/oder ein Alkalimetall, vorzugsweise Barium, zusätzlich zu dem Platin und/oder Palladium. Der eine große Oberfläche aufweisende Träger auf Aluminiumoxidbasis kann Magnesiumaluminat, beispielsweise MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, sein.

**[0140]** Die bevorzugte "einschichtige" NAC-Zusammensetzung umfasst ein Gemisch der Rhodium- und Platin- und/oder Palladiumträgerkomponenten. Diese Komponenten können getrennt hergestellt werden, d. h. vor einem Kombinieren derselben in einem Gemisch vorgeformt werden, oder die Rhodium-, Platin- und Palladiumsalze und die Träger und die anderen Komponenten können kombiniert und die Rhodium-, Platin- und Palladiumkomponenten können vorzugsweise hydrolysiert werden, um sie auf dem gewünschten Träger abzuscheiden.

**[0141]** Im Allgemeinen umfasst eine NO<sub>x</sub>-Adsorberzusammensetzung eine Alkalimetallkomponente, eine Erdalkalimetallkomponente oder eine Seltenerdmetallkomponente oder eine Kombination von zwei oder mehr Komponenten hiervon, wobei die Seltenerdmetallkomponente Lanthan oder Yttrium umfasst. Es ist bevorzugt, dass die Alkalimetallkomponente Kalium oder Natrium umfasst, stärker bevorzugt Kalium. Es ist bevorzugt, dass die Erdalkalimetallkomponente Barium oder Strontium umfasst, stärker bevorzugt Barium.

**[0142]** Die NO<sub>x</sub>-Adsorberzusammensetzung kann ferner ein Trägermaterial und/oder eine katalytische Metallkomponente umfassen. Das Trägermaterial kann aus Aluminiumoxid, Ceroxid, Titanoxid, Zirconiumoxid und Gemischen hiervon ausgewählt sein. Die katalytische Metallkomponente kann ein Metall umfassen, das aus Platin (Pt), Palladium (Pd), Rhodium (Rh) und Kombinationen von zwei oder mehr hiervon ausgewählt ist.

**[0143]** Magere NO<sub>x</sub>-Katalysatoren (LNCs) sind auf dem einschlägigen Fachgebiet gut bekannt. Bevorzugte magere NO<sub>x</sub>-Katalysatoren (LNC) umfassen entweder (a) Platin (Pt), das auf Aluminiumoxid geträgert ist, oder (b) einen kupferausgetauschten Zeolith, speziell kupferausgetauschten ZSM-5.

**[0144]** SCR-Katalysatoren sind auch auf dem einschlägigen Fachgebiet gut bekannt. Wenn das erfindungsgemäße Abgassystem einen SCR-Katalysator umfasst, kann das Abgassystem ferner einen Injektor zum Injizieren eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels, wie Ammoniak, oder eines Ammoniakvorläufers, wie Harnstoff oder Ammoniumformiat, vorzugsweise Harnstoff, in das Abgas stromab des Katalysators zum Oxidieren von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HCs) und stromauf des SCR-Katalysators umfassen. Ein derartiger Injektor steht in Fluidumverbindung zu einer Quelle eines derartigen stickstoffhaltigen Reduktionsmittelvorläufers, beispielsweise einem Tank hiervon, und eine ventilgesteuerte Zudosierung des Vorläufers in den Abgasstrom wird durch geeignet programmierte Motormanagementmittel und eine einen geschlossenen Kreislauf oder einen offenen Kreislauf umfassende Rückkopplung, die durch Sensoren bereitgestellt wird, die die relevante Abgaszusammensetzung überwachen, gesteuert. Ammoniak kann auch durch Erwärmen von

Ammoniumcarbamat (ein Feststoff) erzeugt werden und das erzeugte Ammoniak kann in das Abgas injiziert werden.

**[0145]** Alternativ oder zusätzlich zu dem Injektor kann das Ammoniak in situ beispielsweise während einer fetten Regeneration eines NAC, der stromauf des Filters angeordnet ist, oder durch Inberührungbringen eines stromauf des Filters angeordneten DOC mit dem vom Motor stammenden fetten Abgas erzeugt werden. So kann das Abgassystem ferner Motormanagementmittel zum Anreichern des Abgases mit Kohlenwasserstoffen umfassen.

**[0146]** SCR-Katalysatoren zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung fördern selektiv die Reaktionen  $4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  (d. h. 1:1  $\text{NH}_3:\text{NO}$ );  $4\text{NH}_3 + 2\text{NO} + 2\text{NO}_2 \rightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  (d. h. 1:1  $\text{NH}_3:\text{NO}_x$ ); und  $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 \rightarrow 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$  (d. h. 4:3  $\text{NH}_3:\text{NO}_x$ ) bevorzugt zu unerwünschten, nicht selektiven Nebenreaktionen wie  $2\text{NH}_3 + 2\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ .

**[0147]** Der SCR-Katalysator kann ein Metall umfassen, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus mindestens einem Bestandteil von Cu, Hf, La, Au, In, V, Lanthaniden und Übergangsmetallen der Gruppe VIII wie Fe besteht, wobei das Metall auf ein feuerfestes Oxid oder ein Molekularsieb geträgert ist. Besonders bevorzugte Metalle sind Ce, Fe und Cu und Kombinationen von beliebigen zwei oder mehr hiervon.

**[0148]** Das feuerfeste Oxid kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$  und Mischoxiden, die zwei oder mehr hiervon enthalten, besteht. Der Nichtzeolithkatalysator kann ferner Wolframoxid, z. B.  $\text{V}_2\text{O}_5/\text{WO}_3/\text{TiO}_2$ ,  $\text{WO}_x/\text{CeZrO}_2$ ,  $\text{WO}_x/\text{ZrO}_2$  oder  $\text{Fe}/\text{WO}_x/\text{ZrO}_2$  umfassen.

**[0149]** Es ist besonders bevorzugt, wenn ein SCR-Katalysator oder ein Washcoat hiervon mindestens ein Molekularsieb, beispielsweise einen Alumosilicatzeolith oder einen SAPO umfasst. Das mindestens eine Molekularsieb kann beispielsweise ein kleinporiges, mittelporiges oder großporiges Molekularsieb sein. Unter "kleinporigem Molekularsieb" verstehen wir hier Molekularsiebe, die eine maximale Ringgröße von 8 enthalten, beispielsweise CHA; unter "mittelporigem Molekularsieb" verstehen wir hier ein Molekularsieb, das eine maximale Ringgröße von 10 enthält, beispielsweise ZSM-5; und unter "großporigem Molekularsieb" verstehen wir hier ein Molekularsieb mit einer maximalen Ringgröße von 12, beispielsweise Beta. Kleinporige Molekularsiebe sind zur Verwendung in SCR-Katalysatoren möglicherweise von Vorteil (siehe beispielsweise WO 2008/132452 A).

**[0150]** Bevorzugte Molekularsiebe zum Einsatz als SCR-Katalysatoren in der vorliegenden Erfindung sind synthetische Alumosilicatzeolithmolekularsiebe, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus AEI, ZSM-5, ZSM-20, ERI einschließlich ZSM-34, Mordenit, Ferrierit, BEA einschließlich Beta, Y, CHA, LEV einschließlich Nu-3, MCM-22 und EU-1, vorzugsweise AEI oder CHA besteht, und die ein Siliciumdioxid zu Aluminiumoxid-Verhältnis von etwa 10 bis etwa 50, beispielsweise etwa 15 bis etwa 40, aufweisen.

**[0151]** Im Grundsatz kann ein Ammoniakslipkatalysator (ASC) ein Oxidationskatalysator zum Oxidieren von Ammoniak sein, das in nicht umgesetzter Form über einen stromauf gelegenen SCR oder ein SCRF-Katalysator entgleitet. Die gewünschte Reaktion (vereinfacht) kann wie folgt dargestellt werden:  $4\text{NO} + 4\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ . Ammoniak ist eine stark riechende Verbindung und potenziell für die Schleimhautoberflächen von Lebewesen, beispielsweise die Augen und die Atemwege, reizend, so dass dessen Emission in die Atmosphäre soweit wie möglich eingeschränkt werden sollte. Mögliche Ammoniakslipkatalysatoren umfassen relativ gering aufgetragene Platingruppenmetalle, die vorzugsweise Pt, beispielsweise in einer Menge von 1 bis 15 g/ft<sup>3</sup> umfassen, auf einem geeigneten Oxidträger mit relativ großer Oberfläche, beispielsweise Aluminiumoxid, das auf einen geeigneten Substratmonolith aufgetragen ist.

**[0152]** In einer besonders bevorzugten Anordnung sind das Platingruppenmetall und das Trägermaterial (das beispielsweise ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet) auf einem Substrat (d. h. einem Substratmonolith) in einer ersten Schicht unter einer oberen, zweiten Schicht, die auf der ersten Schicht liegt, angeordnet. Die zweite Schicht ist ein SCR-Katalysator, der aus einem beliebigen der oben genannten, speziell Molekularsieben, die Übergangsmetalle, wie beispielsweise Cu oder Fe enthalten, ausgewählt ist. Ein besonders bevorzugter ASC in der Schichtanordnung umfasst CuCHA in der zweiten oder oberen Schicht.

**[0153]** In einer ersten Abgassystemausführungsform umfasst das Abgassystem den Oxidationskatalysator gemäß der vorliegenden Erfindung, vorzugsweise in Form eines DOC, und ein katalysiertes Rußfilter (CSF). Eine derartige Anordnung kann als DOC/CSF bezeichnet werden. Diese Ausführungsform betrifft auch die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Kompressionszündungs-

motor in Kombination mit einem katalysierten Rußfilter, wobei vorzugsweise der Oxidationskatalysator ein Dieseloxydationskatalysator ist oder zur Verwendung als Dieseloxydationskatalysator vorgesehen ist. Dem Oxidationskatalysator folgt typischerweise das katalysierte Rußfilter (CSF) (beispielsweise ist der Oxidationskatalysator stromauf des katalysierten Rußfilters angeordnet). So ist beispielsweise ein Auslass des Oxidationskatalysators mit einem Einlass des katalysierten Rußfilters verbunden.

**[0154]** Die erste Abgassystemausführungsform kann ferner einen  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator (NAC) umfassen. So betrifft die Ausführungsform des Weiteren die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor in Kombination mit einem  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator (NAC) und dem katalysierten Rußfilter (CSF), wobei vorzugsweise der Oxidationskatalysator ein Dieseloxydationskatalysator ist oder zur Verwendung als Dieseloxydationskatalysator vorgesehen ist. Typischerweise folgt dem Oxidationskatalysator (beispielsweise ist er stromaufwärts angeordnet) der  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator (NAC), wobei dem  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator (NAC) das katalysierte Rußfilter (CSF) folgt (beispielsweise ist der NAC stromauf des CSF angeordnet). Im Allgemeinen sind der Oxidationskatalysator, der  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator (NAC) und das katalysierte Rußfilter (CSF) in Reihe miteinander verbunden. Somit ist beispielsweise ein Auslass des Oxidationskatalysators mit einem Einlass des  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysators (NAC) verbunden und ein Auslass des  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysators ist mit einem Einlass des katalysierten Rußfilters (CSF) verbunden. Eine derartige Anordnung kann als DOC/NAC/CSF bezeichnet werden.

**[0155]** In einer zweiten Abgassystemausführungsform umfasst das Abgassystem einen Dieseloxydationskatalysator und den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator, vorzugsweise in Form eines katalysierten Rußfilters (CSF). Diese Anordnung kann auch als DOC/CSF-Anordnung bezeichnet werden. Die Ausführungsform betrifft des Weiteren die Verwendung des Oxidationskatalysators zur Behandlung eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor in Kombination mit einem Dieseloxydationskatalysator (DOC), wobei vorzugsweise der Oxidationskatalysator ein katalysiertes Rußfilter ist oder zur Verwendung als katalysiertes Rußfilter vorgesehen ist. Typischerweise folgt dem Dieseloxydationskatalysator (DOC) der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator (beispielsweise ist der DOC stromauf des Oxidationskatalysators angeordnet). Somit ist ein Auslass des Dieseloxydationskatalysators mit einem Einlass des erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators verbunden.

**[0156]** Eine dritte Abgassystemausführungsform betrifft ein Abgassystem, das den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator, vorzugsweise in Form eines DOC, ein katalysiertes Rußfilter (CSF) und einen selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator umfasst. Eine derartige Anordnung kann als DOC/CSF/SCR bezeichnet werden und ist ein bevorzugtes Abgassystem für ein Leichtlastdieselfahrzeug. Diese Ausführungsform betrifft auch die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor in Kombination mit einem katalysierten Rußfilter (CSF) und einem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator, wobei vorzugsweise der Oxidationskatalysator ein Dieseloxydationskatalysator ist oder zur Verwendung als Dieseloxydationskatalysator vorgesehen ist. Dem Oxidationskatalysator folgt typischerweise das katalysierte Rußfilter (CSF) (beispielsweise ist der Oxidationskatalysator stromauf des CSF angeordnet). Dem katalysierten Rußfilter folgt typischerweise der selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysator (beispielsweise ist das CSF stromauf des SCR-Katalysators angeordnet). Ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann zwischen dem katalysierten Rußfilter (CSF) und dem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator angeordnet sein. So kann dem katalysierten Rußfilter (CSF) ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels folgen (beispielsweise ist das CSF stromauf des Injektors des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels angeordnet) und dem Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann der selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysator folgen (beispielsweise ist der Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels stromauf des SCR-Katalysators angeordnet).

**[0157]** Eine vierte Abgassystemausführungsform betrifft ein Abgassystem, das einen Dieseloxydationskatalysator (DOC), den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator, vorzugsweise in Form eines katalysierten Rußfilters (CSF), und einen selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator umfasst. Dies wird auch als eine DOC/CSF/SCR-Anordnung bezeichnet. Ein weiterer Aspekt dieser Ausführungsform betrifft die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor in Kombination mit einem Dieseloxydationskatalysator (DOC) und einem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator, wobei vorzugsweise der Oxidationskatalysator ein katalysiertes Rußfilter (CSF) ist oder zur Verwendung als katalysierter Rußfilter (CSF) vorgesehen ist. Dem Dieseloxydationskatalysator (DOC) folgt typischerweise der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator (beispielsweise befindet sich der DOC stromauf des Oxidationskatalysators). Dem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator folgt typischerweise der selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysator (beispielsweise ist der Oxidationskatalysator stromauf des SCR-Katalysators angeordnet). Ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann zwischen dem Oxidationska-

talysator und dem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator angeordnet sein. So kann dem Oxidationskatalysator ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels folgen (beispielsweise ist der Oxidationskatalysator stromauf des Injektors des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels angeordnet) und dem Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann der selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysator folgen (beispielsweise ist der Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels stromauf des SCR-Katalysators angeordnet).

**[0158]** In einer fünften Abgassystemausführungsform umfasst das Abgassystem den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator, vorzugsweise in Form eines DOC, einen selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator und entweder ein katalysiertes Rußfilter (CSF) oder ein Dieselpartikelfilter (DPF). Die Anordnung ist entweder eine DOC/SCR/CSF oder eine DOC/SCR/DPF. Diese Ausführungsform betrifft auch die Verwendung des Oxidationskatalysators zur Behandlung eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor in Kombination mit einem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator und entweder einem katalysierten Rußfilter (CSF) oder einem Dieselpartikelfilter (DPF), wobei der Oxidationskatalysator vorzugsweise ein Dieseloxidationskatalysator ist oder zur Verwendung als Dieseloxidationskatalysator vorgesehen ist.

**[0159]** In der fünften Abgassystemausführungsform folgt dem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator typischerweise der selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysator (beispielsweise befindet sich der erfindungsgemäße Oxidationskatalysator stromauf des SCR-Katalysators). Ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann zwischen dem Oxidationskatalysator und dem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator angeordnet sein. So kann dem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels folgen (beispielsweise befindet sich der Oxidationskatalysator stromauf des Injektors des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels) und dem Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann der selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysator folgen (beispielsweise befindet sich der Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels stromauf des SCR-Katalysators). Dem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator folgt das katalysierte Rußfilter (CSF) oder das Dieselpartikelfilter (DPF) (beispielsweise befindet sich der SCR-Katalysator stromauf des CSF oder DPF).

**[0160]** Eine sechste Abgassystemausführungsform umfasst den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator, vorzugsweise als DOC, und einen selektiven katalytischen Reduktionsfilter(SCRf)-Katalysator. Eine derartige Anordnung kann als DOC/SCRf bezeichnet werden. Diese Ausführungsform betrifft auch die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor in Kombination mit einem selektiven katalytischen Reduktionsfilter(SCRf)-Katalysator, wobei vorzugsweise der Oxidationskatalysator ein Dieseloxidationskatalysator ist oder zur Verwendung als Dieseloxidationskatalysator vorgesehen ist. Dem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator folgt typischerweise der selektive katalytische Reduktionsfilter(SCRf)-Katalysator (beispielsweise befindet sich der Oxidationskatalysator stromauf des selektiven katalytischen Reduktionsfilter-Katalysators). Ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann zwischen dem Oxidationskatalysator und dem selektiven katalytischen Reduktionsfilter(SCRf)-Katalysator angeordnet sein. So kann dem Oxidationskatalysator ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels folgen (beispielsweise befindet sich der Oxidationskatalysator stromauf des Injektors des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels) und dem Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann der selektive katalytische Reduktionsfilter(SCRf)-Katalysator folgen (beispielsweise befindet sich der Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels stromauf des selektiven katalytischen Reduktionsfilter-Katalysators).

**[0161]** In einer siebten Abgassystemausführungsform umfasst das Abgassystem einen NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator (NAC) und den erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator, vorzugsweise in Form eines katalysierten Rußfilters (CSF). Diese Anordnung kann auch als NAC/CSF-Anordnung bezeichnet werden. Die Ausführungsform betrifft des Weiteren die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor in Kombination mit einem NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator (NAC), wobei vorzugsweise der Oxidationskatalysator ein katalysiertes Rußfilter (CSF) ist oder zur Verwendung als katalysiertes Rußfilter vorgesehen ist. Typischerweise befindet sich das katalysierte Rußfilter (CSF) stromab des NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysators (NAC). Somit ist ein Auslass des NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysators (NAC) mit einem Einlass des erfindungsgemäßen Oxidationskatalysators verbunden.

**[0162]** Die siebte Abgassystemausführungsform kann ferner einen selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator umfassen. So betrifft die Ausführungsform des Weiteren die Verwendung des Oxidationskatalysators zum Behandeln eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor in Kombination mit einem NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator (NAC) und einem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator, wobei vorzugsweise der Oxidationskatalysator ein katalysiertes Rußfilter (CSF) ist oder zur Verwendung als katalysiertes Rußfilter vorgesehen ist. Typischerweise folgt dem NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator (NAC) der erfindungsgemäße

Oxidationskatalysator (beispielsweise befindet sich der NAC stromauf des Oxidationskatalysators) und dem erfindungsgemäßen Oxidationskatalysator folgt der selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysator (beispielsweise befindet sich der Oxidationskatalysator stromauf des SCR-Katalysators). Eine derartige Anordnung kann als NAC/CSF/SCR bezeichnet werden. Ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann zwischen dem Oxidationskatalysator und dem selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator angeordnet sein. So kann dem Oxidationskatalysator ein Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels folgen (beispielsweise befindet sich der Oxidationskatalysator stromauf des Injektors des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels) und dem Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann der selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysator folgen (beispielsweise befindet sich der Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels stromauf des SCR-Katalysators). Alternativ oder zusätzlich zu dem Injektor des stickstoffhaltigen Reduktionsmittels kann Ammoniak in situ beispielsweise während einer fetten Regeneration eines stromauf des Filters angeordneten NAC erzeugt werden.

**[0163]** In der siebten Abgassystemausführungsform mit einem SCR-Katalysator sind im Allgemeinen der  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysator (NAC), der Oxidationskatalysator und der selektive katalytische Reduktions(SCR)-Katalysator in Reihe miteinander verbunden, wobei ein optionaler Injektor eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels zwischen den Oxidationskatalysator und den selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysator eingebunden ist. So ist beispielsweise ein Auslass des  $\text{NO}_x$ -Adsorberkatalysators (NAC) mit einem Einlass des Oxidationskatalysators verbunden und der Auslass des Oxidationskatalysators ist mit einem Einlass des selektiven katalytischen Reduktions(SCR)-Katalysators verbunden.

**[0164]** In einer beliebigen der oben beschriebenen ersten bis einschließlich siebten Abgassystemausführungsformen, die einen SCR-Katalysator (einschließlich einem SCRf-Katalysator) enthalten, kann ein ASC-Katalysator stromab des SCR-Katalysators oder des SCRf-Katalysators (beispielsweise in Form eines getrennten Substratmonoliths) angeordnet sein oder stärker bevorzugt kann eine Zone auf einem stromabseitigen oder hinteren Ende des Substratmonoliths, der den SCR-Katalysator umfasst, als Träger für den ASC verwendet werden.

**[0165]** Ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Fahrzeug, das einen Kompressionszündungsmotor und das Abgassystem für den Kompressionszündungsmotor umfasst.

**[0166]** Die vorliegende Erfindung liefert auch einen Kompressionszündungsmotor, der ein erfindungsgemäßes Abgassystem umfasst.

**[0167]** Der Kompressionszündungsmotor kann ein Motor mit homogener Kompressionszündung (HCCI-Motor) oder ein vorgemischter Ladungskompressionszündungsmotor (PCCI) (siehe auch DieselNet Technologie-Handbuch "Motorausgestaltung für niedrige Emissionen", Revision 2010.12a) oder ein herkömmlicherer Kompressionszündungsmotor vom Port Fuel Injection-Typ sein. Allgemein ist der Kompressionszündungsmotor ein Dieselmotor.

**[0168]** Das Fahrzeug kann ein Leichtlastdieselfahrzeug (LDV), beispielsweise gemäß Definition in der amerikanischen oder europäischen Gesetzgebung sein. Ein Leichtlastdieselfahrzeug besitzt typischerweise ein Gewicht von < 2840 kg, stärker bevorzugt ein Gewicht von < 2610 kg.

**[0169]** 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 8 Sitzen zusätzlich zum Fahrersitz und mit einer maximalen Masse von nicht mehr als 5 Tonnen und (ii) Fahrzeuge zum Transport von Gütern mit einer maximalen Masse von nicht mehr als 12 Tonnen.

**[0170]** 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.

**[0171]** Der vierte Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln eines Abgases aus einem Kompressionszündungsmotor, wobei das Verfahren ein Inberührungbringen des Abgases mit einem Oxidationskatalysator umfasst, wobei der Oxidationskatalysator die folgenden Bestandteile umfasst: eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht; eine Erdalkalimetallkomponente; ein Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet;

und ein Substrat, wobei die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial auf dem Substrat angeordnet sind.

**[0172]** Typischerweise umfasst das Verfahren ein Inberührungbringen des Abgases direkt aus dem Kompressionszündungsmotor mit dem Oxidationskatalysator. So ist es bevorzugt, dass zusätzlicher Kohlenwasserstoff (HC) im Allgemeinen vor Inkontaktbringen des Abgases mit dem Oxidationskatalysator nicht in das Abgas injiziert wird. Die Kohlenwasserstoffmenge in dem Abgas beträgt vorzugsweise weniger als 1000 ppm, bezogen auf das Volumen, in der auf Methan umgerechneten Form, stärker bevorzugt weniger als 950 ppm, bezogen auf das Volumen, noch stärker bevorzugt weniger als 750 ppm, typischerweise vor Inberührungbringen des Abgases mit dem Oxidationskatalysator.

**[0173]** Ein fünfter Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung des Oxidationskatalysators. Die Erfindung betrifft auch einen durch das Verfahren erhaltenen oder erhältlichen Oxidationskatalysator. Das Verfahren umfasst ein Anordnen einer Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, einer Erdalkalimetallkomponente und eines Trägermaterials auf einem Substrat, wobei die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht, und das Trägermaterial ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

**[0174]** Jede Schicht/Zone des Katalysators kann auf dem Substrat durch Applizieren einer Washcoatbeschichtung auf das Substrat ausgebildet werden. Allgemein ist jeder Washcoatüberzug eine wässrige Dispersion, die jede der Komponenten umfasst, die die relevante Schicht des Katalysators ausmachen. Die Komponenten, die den Washcoatüberzug ausmachen, können vorgeformt sein.

**[0175]** Typischerweise umfasst die Stufe des Anordnens einer Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, einer Erdalkalimetallkomponente und eines Trägermaterials auf einem Substrat ein Applizieren eines Washcoatüberzugs auf das Substrat unter Bildung eines beschichteten Substrats. Wenn der Oxidationskatalysator eine Vielzahl von Schichten umfasst, umfasst das Verfahren das Applizieren einer Vielzahl von Washcoatüberzügen auf das Substrat unter Bildung einer Vielzahl von Schichten. Nach Applizieren des oder jedes Washcoatüberzugs oder nach Applizieren der Vielzahl der Washcoatüberzüge wird allgemein eine Stufe des Calcinerens des beschichteten Substrats bei Temperaturen von 400 bis 800°C, vorzugsweise 450 bis 600°C durchgeführt.

**[0176]** Für einen Oxidationskatalysator, der zwei Schichten umfasst, umfasst die Stufe des Anordnens einer Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, einer Erdalkalimetallkomponente und eines Trägermaterials auf einem Substrat ein Applizieren eines ersten Washcoatüberzugs auf das Substrat zur Bildung einer ersten Schicht, ein anschließendes Applizieren eines zweiten Washcoatüberzugs auf das Substrat zum Ausbilden einer zweiten Schicht. Nach Applizieren des mindestens ersten Washcoatüberzugs, vorzugsweise nach Applizieren des ersten Washcoatüberzugs und des zweiten Washcoatüberzugs wird ein beschichtetes Substrat erhalten. Das Verfahren umfasst dann die Stufe des Calcinerens des beschichteten Substrats bei einer Temperatur von 400 bis 800°C, vorzugsweise 450 bis 600°C, wobei die Bestandteile typischerweise vorgeformt sind. Der erste und zweite Überzug bilden die erste bzw. zweite Schicht des Katalysators.

**[0177]** Typischerweise kann jeder Washcoatüberzug unabhängig eine wässrige Dispersion eines Platingruppenmetall(PGM)-Salzes, eines Trägermaterials und optional eines Erdalkalimetallsalzes umfassen. Während des Calcinerens bildet das Salz des Platingruppenmetalls (PGM) die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente und das Erdalkalimetallsalz bildet die Erdalkalimetallkomponente.

**[0178]** Geeignete Platingruppenmetall(PGM)-Salze sind auf dem einschlägigen Fachgebiet wohlbekannt und umfassen beispielsweise Platinnitrat und Palladiumnitrat. Beispiele für geeignete Erdalkalimetallsalze umfassen ein Erdalkalimetallnitrat und ein Erdalkalimetallacetat. Die Menge und Identität eines jeden Salzes, das verwendet wird, wird durch die gewünschte Zusammensetzung der Schicht, die gebildet werden soll, bestimmt.

**[0179]** Das Trägermaterial wird aus der Gruppe ausgewählt, die aus einem zweiten Trägermaterial gemäß obiger Definition, dem das modifizierte Aluminiumoxid umfassenden Trägermaterial und einer Kombination hiervon besteht. Es ist bevorzugt, dass das Trägermaterial das Trägermaterial ist, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst.

**[0180]** Jeder Washcoatüberzug kann optional ferner ein Edelmetallsalz und/oder ein Sauerstoffspeichermedium und/oder ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfassen. Es ist bevorzugt, dass mindestens ein oder jeder Washcoatüberzug des Weiteren ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel umfasst.

**[0181]** Eine erste Ausführungsform des Verfahrens zur Herstellung des Oxidationskatalysators umfasst ein Applizieren eines Washcoatüberzugs auf ein Substrat unter Bildung eines beschichteten Substrats, wobei der Washcoatüberzug ein Platingruppenmetall(PGM)-Salz, Erdalkalimetallsalz, ein Trägermaterial, das das modifizierte Aluminiumoxid umfasst, und optional ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel und/oder ein Sauerstoffspeichermaterial und/oder ein Edelmetallsalz umfasst; und ein Calcinieren des beschichteten Substrats bei einer Temperatur von 400 bis 800°C, vorzugsweise 450 bis 600°C.

**[0182]** Eine zweite Ausführungsform des Verfahrens zur Herstellung des Oxidationskatalysators umfasst ein Applizieren eines ersten Washcoatüberzugs auf ein Substrat unter Bildung eines ersten Überzugs; ein Applizieren eines zweiten Washcoatüberzugs auf das Substrat und ein Calcinieren des Substrats nach Applizieren des ersten Überzugs und/oder des zweiten Überzugs bei einer Temperatur von 400 bis 800°C, vorzugsweise 450 bis 600°C.

**[0183]** Typischerweise umfasst der erste Washcoatüberzug ein Salz eines Platingruppenmetalls (PGM), ein Erdalkalimetallsalz, ein Trägermaterial und optional ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel und/oder ein Sauerstoffspeichermaterial und/oder ein Edelmetallsalz und/oder ein zweites Speichermaterial. Die Zusammensetzung des ersten Washcoatüberzugs ist so gewählt, dass sie eine erste Schicht gemäß obiger Definition ausbildet. Der zweite Washcoatüberzug umfasst ein Salz eines Platingruppenmetalls (PGM), ein Erdalkalimetallsalz, ein Trägermaterial und optional ein Kohlenwasserstoffadsorptionsmittel und/oder ein Sauerstoffspeichermaterial und/oder ein Edelmetallsalz und/oder ein zweites Speichermaterial. Die Zusammensetzung des zweiten Washcoatüberzugs ist so gewählt, dass eine zweite Schicht gemäß obiger Definition ausgebildet wird.

**[0184]** Es gibt verschiedene Verfahren zur Herstellung eines Washcoatüberzugs und häufig wird das verwendete Verfahren durch die Katalysatorschicht, die gebildet werden soll, bestimmt.

**[0185]** Ein Weg zur Herstellung des Washcoatüberzugs, vorzugsweise des ersten Washcoatüberzugs und/oder des zweiten Washcoatüberzugs besteht in einem Dispergieren eines Salzes eines Platingruppenmetalls (PGM), eines Erdalkalimetallsalzes, eines Trägermaterials und optional eines Kohlenwasserstoffadsorptionsmittels und/oder eines Sauerstoffspeichermaterials und/oder eines Edelmetallsalzes und/oder eines zweiten Speichermaterials in einer wässrigen Lösung.

**[0186]** Ein weiterer Weg zur Herstellung des Washcoatüberzugs, vorzugsweise des ersten Washcoatüberzugs und/oder des zweiten Washcoatüberzugs besteht in einem Imprägnieren des Trägermaterials mit entweder einem Erdalkalimetallsalz oder einer Erdalkalimetallkomponente unter Bildung eines imprägnierten Trägermaterials und einem anschließenden Dispergieren des imprägnierten Trägermaterials, eines Salzes eines Platingruppenmetalls (PGM) und optional eines Kohlenwasserstoffadsorptionsmittels und/oder eines Sauerstoffspeichermaterials und/oder eines Edelmetallsalzes und/oder eines zweiten Speichermaterials in einer wässrigen Lösung. Die Stufe des Imprägnierens des Trägermaterials kann entweder (a) ein Sprühtrocknen eines Erdalkalimetallsalzes oder einer Erdalkalimetallkomponente auf dem Trägermaterial oder (b) ein Auflösen des Erdalkalimetallsalzes in einer wässrigen Lösung und ein anschließendes Zugeben des Trägermaterials unter Bildung einer Lösung, die das Trägermaterial und das Erdalkalimetallsalz umfasst, umfassen. Nach Zugabe des Trägermaterials in Stufe (b) wird die Lösung, die das Trägermaterial und das Erdalkalimetallsalz umfasst, verrührt und vorzugsweise wird der pH-Wert der Lösung so eingestellt, dass das Erdalkalimetallsalz oder die Erdalkalimetallkomponente ausfällt.

**[0187]** Ein weiterer Weg zur Herstellung des Washcoatüberzugs, vorzugsweise des ersten Washcoatüberzugs und/oder des zweiten Washcoatüberzugs besteht in einem Imprägnieren des Trägermaterials mit entweder einem Salz eines Platingruppenmetalls (PGM) unter Bildung eines mit einem PGM imprägnierten Trägermaterials und in einem anschließenden Dispergieren des mit einem PGM imprägnierten Trägermaterials, eines Erdalkalimetallsalzes und optional eines Kohlenwasserstoffadsorptionsmittels und/oder eines Sauerstoffspeichermaterials und/oder eines Edelmetallsalzes und/oder eines zweiten Speichermaterials in einer wässrigen Lösung. Verfahren zum Imprägnieren von Aluminiumoxidträgermaterialien mit einem PGM sind auf dem einschlägigen Fachgebiet wohlbekannt.

#### Definitionen

**[0188]** Zur Vermeidung von Zweifeln umfasst der Ausdruck "modifiziertes Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet", nicht "reines" Aluminiumoxid (d. h. Aluminiumoxid mit einer Reinheit von  $\geq 99,9\%$ ), ein Gemisch von Aluminiumoxid und der Heteroatomkomponente, beispielsweise ein Gemisch von Siliciumdioxid und Aluminiumoxid oder einen Zeolith. Im Kontext des Begriffes "modifiziertes Aluminiumoxid, das

eine Heteroatomkomponente beinhaltet" bezeichnet jegliche Menge in Gewichtsprozent die Menge der Heteroatomkomponente, entweder ein Element, Ion oder eine Verbindung, das bzw. die in dem Wirtsgitter von Aluminiumoxid vorhanden ist, wobei der Rest im Wesentlichen aus Aluminiumoxid besteht.

**[0189]** Der Ausdruck "mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid" bezeichnet allgemein ein Material, das ein Wirtsgitter von Aluminiumoxid umfasst, das mit einer Heteroatomkomponente substitutionsdotiert oder interstitiell dotiert ist. In einigen Fällen können kleine Mengen der Heteroatomkomponente an der Oberfläche des Aluminiumoxids vorhanden sein (d. h. als Dotiermittel). Der größte Teil des Dotiermittels ist jedoch im Allgemeinen im Körper des Wirtsgitters des Aluminiumoxids vorhanden. Mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid ist allgemein im Handel erhältlich oder kann nach herkömmlichen Verfahren, die auf dem einschlägigen Fachgebiet wohlbekannt sind, oder durch Verwendung eines in der US 5 045 519 A beschriebenen Verfahrens hergestellt werden.

**[0190]** Der hier verwendete Ausdruck "Erdalkalimetallkomponente" bezeichnet hier allgemein ein Element oder Ion aus der Gruppe 2 des Periodensystems der Elemente, eine Verbindung, die ein Element oder Ion aus der Gruppe 2 des Periodensystems der Elemente umfasst, oder eine Metalllegierung, die ein Element der Gruppe 2 des Periodensystems der Elemente umfasst, sofern nichts anderes angegeben ist. Der Ausdruck "Erdalkalimetallkomponente" umfasst oder beinhaltet typischerweise nicht das "modifizierte Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet". Die "Erdalkalimetallkomponente" ist nicht "ein mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid" oder ein "Erdalkalimetallaluminat" gemäß Beschreibung hierin.

**[0191]** Allgemein ist die "Erdalkalimetallkomponente" (i) eine Verbindung, die ein Erdalkalimetall umfasst, und/oder (ii) eine Metalllegierung, die ein Erdalkalimetall umfasst. In der Verbindung, die ein Erdalkalimetall umfasst, ist das Erdalkalimetall typischerweise in Form eines Kations vorhanden. Die Verbindung kann beispielsweise ein Erdalkalimetalloxid, ein Erdalkalimetallnitrat, ein Erdalkalimetallcarbonat oder ein Erdalkalimetallhydroxid sein. In der Metalllegierung ist das Erdalkalimetall typischerweise in elementarer Form (d. h. als ein Metall) vorhanden. Die Erdalkalimetallkomponente ist vorzugsweise eine Verbindung, die ein Erdalkalimetall umfasst, stärker bevorzugt eine Verbindung, die ein einzelnes Erdalkalimetall umfasst.

**[0192]** Der Ausdruck "Platingruppenmetall (PGM)", wie er hier verwendet wird, bezeichnet im Allgemeinen, sofern nicht anders angegeben, Platin oder Palladium. Zur Vermeidung jeglicher Zweifel umfasst dieser Ausdruck im Allgemeinen nicht Rhodium.

**[0193]** Der Ausdruck "Platingruppenmetall(PGM)-Komponente", wie er hier verwendet wird, bezeichnet eine beliebige Einheit, die ein Platingruppenmetall (PGM), beispielsweise ein elementares PGM (z. B. ein PGM-Metall), ein PGM-Ion (beispielsweise ein Kation wie  $Pt^{2+}$ ), eine Verbindung, die ein PGM umfasst (beispielsweise ein PGM-Salz oder ein Oxid eines PGM), oder eine Legierung, die ein PGM umfasst (beispielsweise eine Platin-Palladium-Legierung), umfasst. Der Ausdruck "Platin(Pt)-Komponente", wie er hier verwendet wird, bezeichnet eine beliebige Einheit, die Platin, beispielsweise elementares Platin (z. B. Platinmetall), ein Platiniion (z. B. ein Kation, wie beispielsweise  $Pt^{2+}$ ), eine Verbindung von Platin (beispielsweise ein Platinsalz oder ein Oxid von Platin) oder eine Platin umfassende Legierung (z. B. eine Platin-Palladium-Legierung) umfasst. Der Ausdruck "Palladium(Pd)-Komponente", wie er hier verwendet wird, bezeichnet eine beliebige Einheit, die Palladium, beispielsweise elementares Palladium (z. B. Palladiummetall), ein Palladiumion (z. B. ein Kation, wie beispielsweise  $Pd^{2+}$ ), eine Verbindung von Palladium (z. B. ein Palladiumsalz oder ein Oxid von Palladium) oder eine Palladium umfassende Legierung (z. B. eine Platin-Palladium-Legierung) umfasst.

**[0194]** Die "Platin(Pt)-Komponente" ist typischerweise Platinmetall oder eine Legierung, die Platin umfasst, speziell eine Platin-Palladium-Legierung. Vorzugsweise ist die "Platin(Pt)-Komponente" Platinmetall.

**[0195]** Die "Palladium(Pd)-Komponente" ist typischerweise Palladiummetall, Palladiumoxid oder eine Palladium umfassende Legierung, speziell eine Platin-Palladium-Legierung. Vorzugsweise ist die "Palladium(Pd)-Komponente" Palladiummetall.

**[0196]** Der Ausdruck "Edelmetallkomponente", wie er hier verwendet wird, bezeichnet eine beliebige Einheit, die ein Edelmetall, beispielsweise eine elementare Form des Edelmetalls, ein Ion des Edelmetalls, eine Verbindung des Edelmetalls oder eine Legierung, die das Edelmetall umfasst (beispielsweise eine Edelmetall-Platin-Legierung oder eine Edelmetall-Palladium-Legierung), umfasst. Es ist bevorzugt, dass die "Edelmetallkomponente" ein Edelmetall selbst (d. h. in elementarer Form) oder eine Legierung, die das Edelmetall umfasst, ist. Stärker bevorzugt ist die "Edelmetallkomponente" das Edelmetall selbst (d. h. in elementarer Form).

**[0197]** Jede Bezugnahme auf eine Menge der "Platingruppenmetall(PGM)-Komponente", "Platin(Pt)-Komponente", "Palladium(Pd)-Komponente", "Erdalkalimetallkomponente" oder der "Edelmetallkomponente", wie sie hier verwendet wird, bezeichnet im Allgemeinen die Menge des jeweiligen PGM, Platins, Palladiums, Erdalkalimetalls oder Edelmetalls, das vorhanden ist. Wenn so beispielsweise die "Platingruppenmetall(PGM)-Komponente", "Platin(Pt)-Komponente", "Palladium (Pd)-Komponente", "Erdalkalimetallkomponente" oder die "Edelmetallkomponente" eine Verbindung ist, die ein PGM, Platin, Palladium, ein Erdalkalimetall bzw. ein Edelmetall umfasst, bezeichnet die angegebene Menge lediglich die Gesamtmenge des Metalls, die vorhanden ist, und umfasst nicht die weiteren Komponenten der Verbindung.

**[0198]** In den Einheiten g/ft<sup>3</sup> oder g/Zoll<sup>3</sup> angegebene Mengen beziehen sich allgemein auf das Volumen des verwendeten Substrats.

**[0199]** Jede Bezugnahme auf eine Menge eines Materials in Gewichtsprozent, beispielsweise die Menge der Erdalkalimetallkomponente, bezeichnet typischerweise einen Prozentsatz des Gesamtgewichts der das Material umfassenden Schicht/Zone (beispielsweise eines Washcoatüberzugs).

**[0200]** Der Ausdruck "im Wesentlichen bedecken", wie er hier verwendet wird, bezeichnet eine mindestens 90%ige Bedeckung, vorzugsweise eine 95%ige Bedeckung, stärker bevorzugt eine 99%ige Bedeckung der Oberfläche der ersten Schicht durch die zweite Schicht.

**[0201]** Der Ausdruck "im Wesentlichen gleichmäßige Länge", wie er hier verwendet wird, bezeichnet die Länge einer Schicht, die um nicht mehr als 10% abweicht, vorzugsweise um nicht mehr als 5% abweicht, stärker bevorzugt um nicht mehr als 1% abweicht vom Mittelwert der Länge der Schicht.

**[0202]** Der Ausdruck "im Wesentlichen bestehend aus", wie er hier verwendet wird, schränkt den Umfang eines Merkmals dahingehend ein, dass die angegebenen Materialien oder Stufen und beliebige andere Materialien oder Stufen, die die grundlegenden Eigenschaften des Merkmals nicht wesentlich beeinträchtigen, wie beispielsweise geringfügige Verunreinigungen umfasst sind. Der Ausdruck "im Wesentlichen bestehend aus" umfasst den Ausdruck "bestehend aus".

**[0203]** Der Ausdruck "Zone", wie er hier verwendet wird, bezeichnet eine Washcoatregion oder -schicht mit einer Länge, die kleiner als die Gesamtlänge des Substrats ist. Im Allgemeinen weist die "Zone" eine im Wesentlichen gleichmäßige Länge auf. Der Ausdruck bezeichnet normalerweise eine Seite an Seite-Anordnung von zwei oder mehr Washcoatregionen oder -schichten auf dem gleichen Substrat.

## BEISPIELE

**[0204]** Die vorliegende Erfindung wird nun durch die folgenden, nicht einschränkenden Beispiele veranschaulicht.

### Beispiel 1

#### Herstellungsverfahren

**[0205]** Proben, die eine Erdalkalimetallkomponente und mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid als Trägermaterial umfassen, wurden wie folgt hergestellt.

**[0206]** Mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxidpulver wurde in Wasser aufgeschlämmt und auf eine  $d_{90} < 20 \mu\text{m}$  vermahlen. Bariumacetat wurde der Aufschlämmung, gefolgt von geeigneten Mengen von löslichen Platin- und Palladiumsalzen zugegeben. Die Aufschlämmung wurde anschließend verrührt, um sie zu homogenisieren. Der erhaltene Washcoat wurde unter Verwendung etablierter Beschichtungstechniken auf einen Cordieritdurchflussmonolith mit 400 Zellen pro Quadratzoll appliziert. Das Teil wurde getrocknet und bei 500°C calciniert.

**[0207]** Für Vergleichszwecke wurden Proben, die mit einer Heteroatomkomponente dotiertes Aluminiumoxid als Trägermaterial, jedoch keine Erdalkalimetallkomponente enthalten, auch hergestellt. Das obige Verfahren wurde zur Herstellung der Proben verwendet, mit der Ausnahme, dass auf die Stufe der Zugabe von Bariumacetat verzichtet wurde.

**[0208]** Als weiterer Vergleich wurden Proben, die herkömmliches Aluminiumoxid als Trägermaterial zusammen mit oder ohne die Erdalkalimetallkomponente enthalten, wie folgt hergestellt.

**[0209]** Aluminiumoxidpulver wurde in Wasser aufgeschlämmt und auf eine  $d_{90}$  von  $< 20 \mu\text{m}$  vermahlen. Bariumacetat wurde zu der Aufschlämmung zugegeben, gefolgt von geeigneten Mengen löslicher Platin- und Palladiumsalze. Die Aufschlämmung wurde anschließend verrührt, um sie zu homogenisieren. Der erhaltene Washcoat wurde unter Verwendung etablierter Beschichtungstechniken auf einen Cordieritdurchflussmonolith mit 400 Zellen pro Quadratzoll appliziert. Das Teil wurde getrocknet und bei  $500^\circ\text{C}$  calciniert.

**[0210]** Analoge Aluminiumoxidproben ohne die Erdalkalimetallkomponente wurden durch Weglassen der Stufe der Zugabe von Bariumacetat hergestellt.

**[0211]** Die Formulierungen enthielten eine Gesamtbeladung von  $50 \text{ g/ft}^3$  des Platingruppenmetalls. Die Barium enthaltenden Proben wurden unter Verwendung einer Beladung von  $150 \text{ g/ft}^3$  hergestellt. Mit 5% Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid wurde als das modifizierte Aluminiumoxid verwendet.

#### Messung der Anspringtemperatur $\text{CO T}_{50}$

**[0212]** Die katalytische Aktivität wurde unter Verwendung eines synthetisches Gas verwendenden Bankaktivitätstests (SCAT) bestimmt. Die zu testenden Teile wurden zuerst unter Verwendung eines Kernbohrers entkernt und unter Verwendung hydrothormaler Bedingungen (10% Wasser) 5 Stunden in einem Ofen bei  $750^\circ\text{C}$  altern gelassen. Die gealterten Kerne wurden in einer Gastestvorrichtung für einen simulierten Katalysatoraktivitätstest (SCAT) unter Verwendung der in Tabelle 1 angegebenen Einlassgasgemische getestet. In jedem Fall war der Rest Stickstoff.

Tabelle 1

CO	1500 ppm
HC (als $\text{C}_1$ )	430 ppm
NO	100 ppm
$\text{CO}_2$	4%
$\text{H}_2\text{O}$	4%
$\text{O}_2$	14%
Raumgeschwindigkeit	55000/Stunde

#### Ergebnisse

**[0213]** Die Ergebnisse der Messungen sind in **Fig. 1** dargestellt. **Fig. 1** zeigt die verbesserte Aktivität der erfindungsgemäßen Katalysatoren, die sowohl ein modifiziertes Aluminiumoxid als auch Barium bei einer Beladung von  $150 \text{ g/ft}^3$  umfassen. Die erfindungsgemäßen Katalysatoren weisen eine niedrigere Anspringtemperatur  $\text{CO T}_{50}$  als die Vergleichskatalysatoren, die kein Barium enthalten, auf. Dies ist besonders offensichtlich, wenn das Massenverhältnis von Pt:Pd im Bereich von 1:2 bis 2:1 liegt. Die herkömmliches Aluminiumoxid als Trägermaterial und Barium enthaltenden Katalysatoren zeigen keine verbesserte Anspringtemperatur  $\text{CO T}_{50}$  im Vergleich zu Katalysatoren, die herkömmliches Aluminiumoxid und kein Barium enthalten.

#### Beispiel 2

**[0214]** Unter Verwendung des oben beschriebenen Verfahrens wurden Proben hergestellt, die mit 5% Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid, Pt:Pd in einem Massenverhältnis von 1:1 bei einer Gesamt-PGM-Beladung von  $50 \text{ g/ft}^3$  und wechselnde Mengen Barium enthalten. Die Anspringtemperaturen  $\text{CO T}_{50}$  wurden auch unter Verwendung des gleichen Verfahrens wie oben dargestellt gemessen.

#### Ergebnisse

**[0215]** Die Ergebnisse der CO-"Anspring"-Messungen sind in der folgenden Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2

Proben-Nr.	Menge an Ba (g/ft <sup>3</sup> )	CO T <sub>50</sub> (°C)
2-1	0	186
2-2	150	170
2-3	300	166

## Beispiel 3

## Herstellungsverfahren

**[0216]** Mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxidpulver wurde in Wasser aufgeschlämmt und auf eine d<sub>90</sub> von < 20 µm vermahlen. Strontiumacetat wurde zu der Aufschlämmung zugegeben, gefolgt von geeigneten Mengen löslicher Platin- und Palladiumsalze. Das Massenverhältnis von Pt:Pd betrug 1:1 bei einer Gesamt-PGM-Beladung von 50 g/ft<sup>3</sup>. Die Aufschlämmung wurde anschließend verrührt, um sie zu homogenisieren. Der erhaltene Washcoat wurde unter Verwendung etablierter Beschichtungstechniken auf einen Cordieritdurchflussmonolith mit 400 Zellen pro Quadratzoll appliziert. Das Teil wurde getrocknet und bei 500°C calciniert. Die Anspringtemperaturen CO T<sub>50</sub> wurden auch unter Verwendung des gleichen Verfahrens wie oben dargestellt gemessen.

## Ergebnisse

**[0217]** Die Ergebnisse der CO-„Anspring“-Messungen sind in der folgenden Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3

Proben-Nr.	Erdalkalimetall (AEM)	AEM-Menge (g/ft <sup>3</sup> )	Träger	CO T <sub>50</sub> (°C)
3-1	Ba	100	A1	164
3-2	Ba	150	A2	166
3-3	Sr	150	A1	178
3-4	Sr	300	A1	176

**[0218]** Strontium enthaltende Katalysatoren zeigen eine niedrigere Anspringtemperatur CO T<sub>50</sub> als ein Vergleichskatalysator ohne Strontium (siehe Probe 2-1 in Tabelle 2). Die Proben 3-1 und 3-2 zeigen, dass unter Verwendung von zwei unterschiedlichen, mit Heteroatom dotierten Aluminiumoxiden eine Verringerung der Anspringtemperatur CO T<sub>50</sub> erreicht wird. Der Träger A1 ist ein mit 5% Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid und der Träger A2 ist ein mit 10% Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid.

## Beispiel 4

## Herstellungsverfahren

**[0219]** Mit Magnesium dotiertes Aluminiumoxidpulver wurde in Wasser aufgeschlämmt und auf eine d<sub>90</sub> von < 20 µm vermahlen. Bariumacetat wurde zu der Aufschlämmung zugegeben, gefolgt von geeigneten Mengen löslicher Platin- und Palladiumsalze. Das Massenverhältnis von Pt:Pd betrug 2:1 bei einer Gesamt-PGM-Beladung von 50 g/ft<sup>3</sup>. Die Aufschlämmung wurde anschließend verrührt, um sie zu homogenisieren. Der erhaltene Washcoat wurde unter Verwendung etablierter Beschichtungstechniken auf einen Cordieritdurchflussmonolith mit 400 Zellen pro Quadratzoll appliziert. Das Teil wurde getrocknet und bei 500°C calciniert.

**[0220]** Für Vergleichszwecke wurden Katalysatoren, die mit Magnesium dotiertes Aluminiumoxid als Trägermaterial, jedoch kein Erdalkalimetall enthalten, in der gleichen Weise hergestellt, mit der Ausnahme, dass die Stufe der Zugabe von Bariumacetat weggelassen wurde.

**[0221]** Die Anspringtemperaturen CO T<sub>50</sub> wurden auch unter Verwendung des oben beschriebenen Verfahrens gemessen.

## Ergebnisse

**[0222]** Die Ergebnisse der CO-"Ansprung"-Messungen sind in der folgenden Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4

Proben-Nr.	Ba-Menge (g/ft <sup>3</sup> )	Träger	CO T <sub>50</sub> (°C)
4-1	0	A1	177
4-2	130	A1	170
4-3	0	A3	193
4-4	130	A3	174

A3 = Magnesiumaluminat mit 20 Gew.-% Magnesium

**[0223]** Die ein Trägermaterial, das Magnesiumaluminat umfasst, enthaltenden Proben zeigen eine niedrigere Anspringtemperatur CO T<sub>50</sub>, wenn Barium in der Formulierung enthalten ist, als die ohne Barium hergestellten Proben. Die Anspringtemperatur wird um 19°C verringert.

## Beispiel 5

## Herstellungsverfahren

**[0224]** Ein Katalysator (5-1) wurde mittels einer Trockenimprägnierung (incipient wetness impregnation) eines mit Siliciumdioxid dotierten Aluminiumoxidträgers mit einer Bariumacetatlösung hergestellt. Das Material wurde bei 105°C getrocknet. Eine zweite Lösung von Platin- und Palladiumsalzen wurde anschließend mittels Trockenimprägnierung zugegeben. Das erhaltene Material wurde bei 105°C getrocknet und anschließend bei 500°C calciniert. Die Endzusammensetzung betrug 0,65 Gew.-% Pt, 0,35 Gew.-% Pd und 10 Gew.-% Ba.

**[0225]** Ein Vergleichskatalysator (5-2) wurde unter Verwendung des gleichen Verfahrens, jedoch ohne Bariumacetatimprägnierung des mit Siliciumdioxid dotierten Aluminiumoxidträgers hergestellt. Die Endzusammensetzung betrug 0,65 Gew.-% Pt und 0,35 Gew.-% Pd.

**[0226]** Die prozentuale NO-Oxidationsaktivität gegen die Temperatur eines jeden Katalysators wurde getestet, wenn der Katalysator frisch hergestellt war (beispielsweise "frischer" Katalysator) und nach hydrothermale Altern eines jeden Katalysators während 48 h bei 750°C (beispielsweise "gealterter" Katalysator). Das Testgasgemisch ist in Tabelle 5 angegeben. In jedem Fall war der Rest Stickstoff.

Tabelle 5

CO	1500 ppm
HC (als C <sub>1</sub> )	783 ppm
NO	100 ppm
CO <sub>2</sub>	5%
H <sub>2</sub> O	5%
O <sub>2</sub>	14%

## Ergebnisse

**[0227]** Der Unterschied zwischen der Aktivität der "frischen" und der "gealterten" Versionen eines jeden Katalysators ist in der folgenden Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6

Proben-Nr.	Unterschied in der prozentualen NO-Oxidation zwischen "frisch" und "gealtert"	
5-1	3%	4%
5-2	21%	23%

**[0228]** Die Ergebnisse in Tabelle 6 zeigen, dass der Katalysator 5-1 eine geringere Differenz in der prozentualen NO-Oxidationsleistungsfähigkeit zwischen "frisch" und "gealtert" als der Katalysator 5-2 aufweist. Dieser Unterschied ist für ein Abgassystem wichtig, bei dem es keine stromab gelegene Emissionsregelungsvorrichtung, insbesondere einen SCR- oder SCRF-Katalysator gibt, da die Aktivität derartiger stromab gelegener Emissionsregelungsvorrichtungen durch den  $\text{NO}_x$ -Gehalt des Abgases, speziell das  $\text{NO}:\text{NO}_2$ -Verhältnis beeinflusst werden kann.

**[0229]** Zur Vermeidung jeglicher Zweifel wird der gesamte Inhalt jeglicher und aller hier zitierten Dokumente durch Inbezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen.

## ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### Zitierte Patentliteratur

- EP 2000639 A [0005, 0005, 0005]
- US 5045519 A [0026, 0189]
- EP 0945165 A [0033]
- US 6217837 A [0033]
- US 6517795 A [0033]
- WO 2012/120292 A [0050]
- WO 99/47260 A [0096]
- EP 0766993 A [0138, 0138]
- US 5473887 A [0138]
- WO 2008/132452 A [0149]

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN 66131 [0041]
- DieselNet Technologie-Handbuch "Motorausgestaltung für niedrige Emissionen", Revision 2010.12a [0167]

**Patentansprüche**

1. Abgassystem für einen Kompressionszündungsmotor, das einen Oxidationskatalysator zum Behandeln von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HCs) in einem Abgas aus einem Kompressionszündungsmotor umfasst, wobei der Oxidationskatalysator die folgenden Bestandteile umfasst:  
eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht;  
eine Erdalkalimetallkomponente;  
ein Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet;  
und  
ein Substrat; und  
wobei die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial auf dem Substrat angeordnet sind und optional die Gesamtmenge der Erdalkalimetallkomponente 10 bis 500 g/ft<sup>3</sup> beträgt.
2. Abgassystem nach Anspruch 1, wobei das modifizierte Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, ein Aluminiumoxid, das mit einer Heteroatomkomponente dotiert ist, ein Erdalkalimetallaluminat oder ein Gemisch hiervon ist.
3. Abgassystem nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Heteroatomkomponente Silicium, Magnesium, Barium, Lanthan, Cer, Titan, Zirconium oder eine Kombination von zwei oder mehr hiervon umfasst.
4. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das modifizierte Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid ist und wobei optional das Aluminiumoxid mit Siliciumdioxid in einer Menge von 0,5 bis 45 Gew.-% dotiert ist.
5. Abgassystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das modifizierte Aluminiumoxid, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet, ein Erdalkalimetallaluminat ist und wobei optional das Erdalkalimetallaluminat Magnesiumaluminat ist.
6. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Erdalkalimetallkomponente Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba) oder eine Kombination von zwei oder mehr hiervon umfasst.
7. Abgassystem nach Anspruch 6, wobei die Erdalkalimetallkomponente Strontium (Sr) oder Barium (Ba), vorzugsweise Barium (Ba) umfasst.
8. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Erdalkalimetallkomponente auf das Trägermaterial geträgert ist.
9. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Platingruppenmetall (PGM)-Komponente auf das Trägermaterial geträgert ist.
10. Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Oxidationskatalysator eine einzelne Schicht umfasst, die auf dem Substrat angeordnet ist, wobei die einzelne Schicht eine Platingruppenmetall (PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium (Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht; die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial umfasst.
11. Abgassystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Oxidationskatalysator zwei Schichten umfasst, wobei die erste Schicht auf dem Substrat angeordnet ist und die zweite Schicht auf der ersten Schicht angeordnet ist.
12. Abgassystem nach Anspruch 11, wobei die erste Schicht eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus einer Kombination einer Platin(Pt)-Komponente und einer Palladium(Pd)-Komponente besteht, umfasst, und die zweite Schicht eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus einer Kombination einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Platin(Pt)-Komponente besteht, umfasst, und wobei das Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium(Pd)-Komponente in der ersten Schicht verschieden von dem Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium(Pd)-Komponente in der zweiten Schicht ist.

13. Abgassystem nach Anspruch 11, wobei die erste Schicht eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Pd-Komponente und einer Kombination einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Platin(Pt)-Komponente besteht, und wobei die zweite Schicht eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus einer Pt-Komponente besteht.

14. Abgassystem nach Anspruch 11, wobei die erste Schicht eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente und einer Kombination aus einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Platin(Pt)-Komponente besteht, und die zweite Schicht eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus einer Palladium(Pd)-Komponente besteht.

15. Abgassystem nach Anspruch 11, wobei die erste Schicht eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente und einer Palladium(Pd)-Komponente besteht, und die zweite Schicht eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus einer Kombination einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Platin(Pt)-Komponente besteht.

16. Abgassystem nach einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei die erste Schicht und/oder die zweite Schicht jeweils eine Erdalkalimetallkomponente umfassen.

17. Abgassystem nach einem der Ansprüche 11 bis 16, wobei die erste Schicht ein Trägermaterial umfasst, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

18. Abgassystem nach einem der Ansprüche 11 bis 17, wobei die erste Schicht ein zweites Trägermaterial umfasst.

19. Abgassystem nach einem der Ansprüche 11 bis 18, wobei die zweite Schicht ein zweites Trägermaterial umfasst.

20. Abgassystem nach einem der Ansprüche 11 bis 19, wobei die zweite Schicht das Trägermaterial umfasst, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

21. Abgassystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Oxidationskatalysator eine erste Zone und eine zweite Zone in einer Seite an Seite-Anordnung auf dem Substrat umfasst.

22. Abgassystem nach Anspruch 21, wobei die erste Zone eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus einer Kombination einer Platin(Pt)-Komponente und einer Palladium(Pd)-Komponente besteht, und die zweite Zone eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus einer Kombination einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Platin(Pt)-Komponente besteht, und wobei das Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium(Pd)-Komponente in der ersten Zone von dem Massenverhältnis der Platin(Pt)-Komponente zu der Palladium(Pd)-Komponente in der zweiten Zone verschieden ist.

23. Abgassystem nach Anspruch 21, wobei die erste Zone eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Pd-Komponente und einer Kombination einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Platin(Pt)-Komponente besteht, und wobei die zweite Zone eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus einer Pt-Komponente besteht.

24. Abgassystem nach Anspruch 21, wobei die erste Zone eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente und einer Kombination einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Platin(Pt)-Komponente besteht, und die zweite Zone eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus einer Palladium(Pd)-Komponente besteht.

25. Abgassystem nach Anspruch 21, wobei die erste Zone eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente und einer Palladium(Pd)-Komponente besteht, und die zweite Zone eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente umfasst, die aus einer Kombination einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Platin(Pt)-Komponente besteht.

26. Abgassystem nach einem der Ansprüche 21 bis 25, wobei die erste Zone und/oder die zweite Zone jeweils eine Erdalkalimetallkomponente umfassen.

27. Abgassystem nach einem der Ansprüche 21 bis 26, wobei die erste Zone das Trägermaterial umfasst, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

28. Abgassystem nach einem der Ansprüche 21 bis 27, wobei die erste Zone ein zweites Trägermaterial umfasst.

29. Abgassystem nach einem der Ansprüche 21 bis 28, wobei die zweite Zone ein zweites Trägermaterial umfasst.

30. Abgassystem nach einem der Ansprüche 21 bis 29, wobei die zweite Zone das Trägermaterial umfasst, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

31. Abgassystem nach einem der Ansprüche 21 bis 30, wobei die erste Zone sich stromauf der zweiten Zone befindet.

32. Abgassystem nach einem der Ansprüche 21 bis 30, wobei die zweite Zone sich stromauf der ersten Zone befindet.

33. Fahrzeug, das einen Kompressionszündungsmotor und ein Abgassystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

34. Verwendung eines Oxidationskatalysators zum Oxidieren von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HCs) in einem Abgas aus einem Kompressionszündungsmotor, wobei der Oxidationskatalysator die folgenden Bestandteile umfasst:

eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht;

eine Erdalkalimetallkomponente;

ein Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet; und

ein Substrat; und

wobei die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial auf dem Substrat angeordnet sind und optional die Gesamtmenge der Erdalkalimetallkomponente 10 bis 500 g/ft<sup>3</sup> beträgt und ferner optional wobei der Oxidationskatalysator einer gemäß Definition in einem der Ansprüche 2 bis 32 ist.

35. Verfahren zum Behandeln von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HCs) und in einem Abgas aus einem Kompressionszündungsmotor, wobei das Verfahren das Inberührungbringen des Abgases mit einem Oxidationskatalysator umfasst, wobei der Oxidationskatalysator die folgenden Bestandteile umfasst:

eine Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht;

eine Erdalkalimetallkomponente;

ein Trägermaterial, das ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet; und

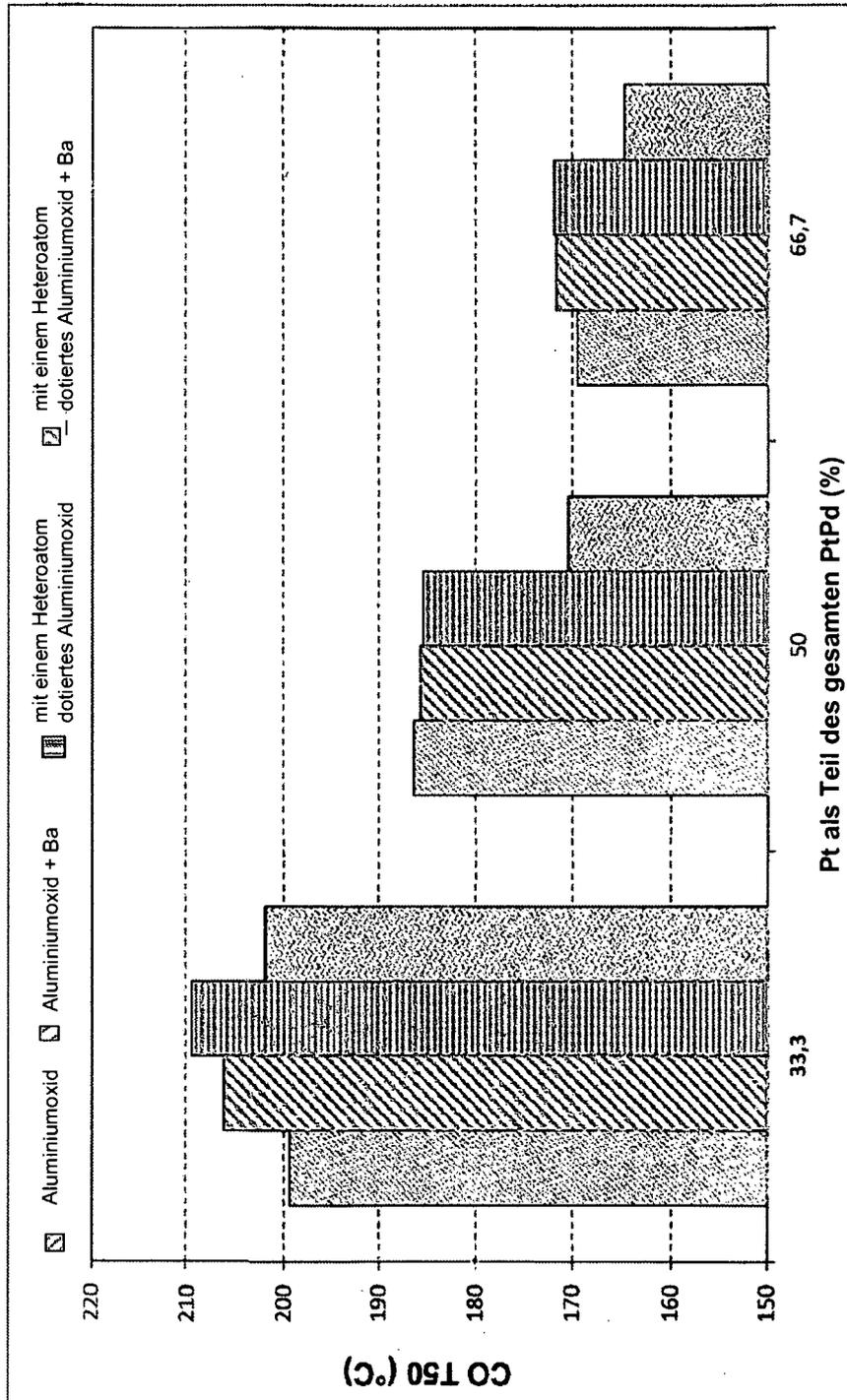
ein Substrat; und

wobei die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, die Erdalkalimetallkomponente und das Trägermaterial auf dem Substrat angeordnet sind und optional die Gesamtmenge der Erdalkalimetallkomponente 10 bis 500 g/ft<sup>3</sup> beträgt und ferner optional wobei der Oxidationskatalysator einer gemäß Definition in einem der Ansprüche 2 bis 32 ist.

36. Verfahren zum Herstellen eines Oxidationskatalysators gemäß Definition in einem der Ansprüche 1 bis 32, wobei das Verfahren ein Anordnen einer Platingruppenmetall(PGM)-Komponente, einer Erdalkalimetallkomponente und eines Trägermaterials auf einem Substrat umfasst, wobei die Platingruppenmetall(PGM)-Komponente aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Platin(Pt)-Komponente, einer Palladium(Pd)-Komponente und einer Kombination hiervon besteht, und wobei das Trägermaterial ein modifiziertes Aluminiumoxid umfasst, das eine Heteroatomkomponente beinhaltet.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Figur 1