



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2006 009 015 A1 2007.08.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2006 009 015.2

(22) Anmeldetag: 27.02.2006

(43) Offenlegungstag: 30.08.2007

(51) Int Cl.⁸: **B01J 23/10** (2006.01)
B01J 23/63 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

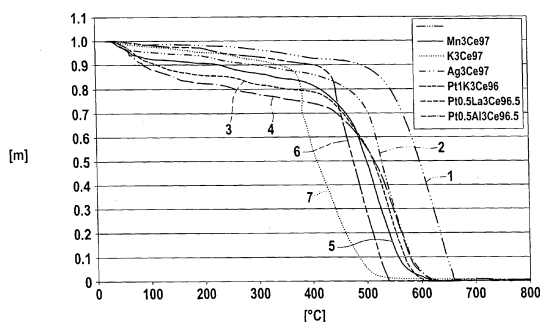
(72) Erfinder:

Jockel, Jörg, 70839 Gerlingen, DE; Pokorna,
Kristina, 71634 Ludwigsburg, DE; Olong, Nelson
Ivane, 66133 Saarbrücken, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Katalysatormaterial zur Behandlung von bei einer Verbrennung entstehenden Produkten und Herstellungsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Katalysatormaterial zur Behandlung von bei einer Verbrennung entstehenden Produkten vorgeschlagen, welches für eine katalytische Umsetzung von kohlenstoffhaltigen Partikeln ausgebildet ist, wobei das Katalysatormaterial auf einem Träger aufgebracht ist und das Katalysatormaterial Cer als einen Katalysatorbestandteil umfasst. Für die Bereitstellung eines Katalysatormaterials, mit welchem die katalytische Umsetzung von kohlenstoffhaltigen Partikeln verbessert werden kann, weisen die Katalysatorbestandteile neben Cer wenigstens einen weiteren Katalysatorbestandteil auf, wobei, bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile, der Anteil von Cer mindestens 92 Mol-Prozent beträgt. Außerdem wird ein Verfahren zur Herstellung eines Katalysatormaterials vorgeschlagen.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Für die Behandlung von Verbrennungsprodukten bzw. Verbrennungsabgasen, welche beispielsweise bei industriellen Prozessen bzw. bei der motorischen Verbrennung von z.B. fossilen Brennstoffen entstehen, werden Katalysatorvorrichtungen eingesetzt. Mit Katalysatorvorrichtungen sollen sowohl partikuläre als auch gasförmige bzw. flüssige Bestandteile bzw. Schadstoffe der Verbrennungsprodukte eliminiert werden. Beispielsweise kommen bei der Abgasbehandlung von Abgasen, welche bei einer Verbrennung von Dieselmotoren entstehen, sogenannte Dieselpartikelfilter zum Einsatz. Mit einem Dieselpartikelfilter werden insbesondere Rußpartikel aus dem Abgasstrom herausgefiltert und oxidiert. Zudem sollen Abgasbestandteile wie unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC) und Kohlenmonoxid (CO) mit Sauerstoff umgesetzt werden. Im Idealfall werden die genannten Abgasinhaltsstoffe zu Kohlendioxid und Wasser oxidiert.

[0002] Insbesondere für einen vollständigen Abbau von Rußpartikeln sind spezifische Anforderungen an den Abgaspartikelfilter gestellt. Im Abgaspartikelfilter werden hierzu katalytisch aktive Stoffe zur Eliminierung der Abgasinhaltsstoffe eingesetzt. Beispielsweise werden katalytisch wirkende Metalle, z.B. Platin, Palladium und Nickel eingesetzt.

Aufgabe der Erfindung

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Katalysatormaterial zur Behandlung von bei einer Verbrennung entstehenden Produkten bereit zu stellen, mit welchen die katalytische Umsetzung von kohlenstoffhaltigen Partikeln verbessert werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird durch den Anspruch 1 und den Anspruch 10 gelöst.

[0005] Durch die abhängigen Ansprüche sind vorteilhafte Varianten der Erfindung aufgezeigt.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Die Erfindung geht aus von einem Katalysatormaterial zur Behandlung von bei einer Verbrennung entstehenden Produkten, welches für eine katalytische Umsetzung von kohlenstoffhaltigen Partikeln ausgebildet ist, wobei das Katalysatormaterial auf einem Träger aufgebracht ist und das Katalysatormaterial Cer als einen Katalysatorbestandteil umfasst. Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung liegt darin, dass die Katalysatorbestandteile neben Cer wenigstens einen weiteren Katalysatorbestandteil aufweisen, wobei bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile der Anteil von Cer mindestens 92 Mol-Prozent beträgt. Durch diese Maßnahme kann die katalytische Umsetzung von kohlenstoffhaltigen Partikeln der Verbrennungsprodukte besonders effektiv realisiert werden. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere durch vergleichsweise hohe Anteile von Cer in den Katalysatorbestandteilen die Rußkatalyse deutlich verbessert wird. Insbesondere wird dadurch erreicht, dass die Temperatur, bei welcher kohlenstoffhaltige Partikel in nennenswertem Umfang abgebaut bzw. oxidiert und ggf. vollständig abgebrannt werden, insbesondere die sogenannte Rußabbrandtemperatur, im Vergleich zu anderen Katalysatormaterialzusammensetzungen signifikant gesenkt wird. Damit kann insbesondere bereits bei im Vergleich zum Dauerbetrieb niedrigeren Temperaturen des Katalysatormaterials, die regelmäßig auftreten können, mit dem vorgeschlagenen Katalysatormaterial eine effektive Rußpartikeloxidation ermöglicht werden. Insbesondere das Kaltstartverhalten bei Abgaspartikelfiltern z.B. bei Fahrzeugen mit Dieselmotoren wird dadurch verbessert. Hierdurch lässt sich insbesondere eine effektive Maßnahme zur Erfüllung von gesetzlichen Umweltschutzvorgaben bereitstellen, z.B. zur Reduzierung der Feinstaubbelastung durch Pkw-Abgase.

[0007] Die Angabe von Anteilen der Katalysatorbestandteile in Mol-Prozenten bezieht sich auf die katalytisch aktiven Stoffe bzw. nicht auf ggf. vorhandene Füll- oder Stützmaterialien in der katalytischen Schicht, die keine bzw. nahezu keine Katalysewirkung zeigen. Unter Katalysatorbestandteilen sind im Sinne der Erfindung neben Cer grundsätzlich insbesondere Bestandteile zu verstehen, die auf den Abbau von Verbrennungsprodukten katalytisch wirksam sind, insbesondere Metalle oder Halbleiter wie zum Beispiel Platin, Palladium, Rhodium oder eines der Elemente mit den weiter unten genannten chemischen Kurzzeichen.

[0008] Die in der Regel auf keramischen Trägern wie Aluminiumoxidpartikeln aufgetragenen Katalysatorbestandteile können beispielsweise in einer Legierung bzw. in Verbindungen mit unterschiedlichen Strukturen vorliegen, z.B. als Mischung von Elementen, in Molekülform bzw. als Komplexverbindungen.

[0009] Neben z.B. der Absenkung der Rußabbrandtemperatur wird mit dem vorgeschlagenen Katalysatormaterial zudem erreicht, dass die beim Rußabbrand entstehenden Temperaturspitzen vergleichsweise niedriger sind bzw. abgedämpft werden können. Damit kann das Trägermaterial auf dem die Katalysatorbestandteile aufgebracht sind vor hitzebedingten Beschädigungen durch Rußabbrand geschont werden.

[0010] Vorteilhafterweise liegt bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile der Anteil von Cer zwischen 92 Mol-Prozent und 99,5 Mol-Prozent. Um eine katalytisch effektive Abbauwirkung z.B. auch für nichtpartikuläre Verbrennungsprodukte wie beispielsweise HC oder CO zu ermöglichen ist neben dem Hauptbestandteil Cer insbesondere wenigstens ein weiterer Katalysatorbestandteil vorgesehen. Insbesondere Metalle bzw. Halbleiter können dazu verwendet werden, beispielsweise Platin, Palladium, Nickel, Rhodium bzw. Verbindungen oder Gemische mit diesen Stoffen.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltungsform des Erfindungsgegenstandes umfassen die Katalysatorbestandteile neben Cer genau einen weiteren Katalysatorbestandteil und liegt der Anteil von Cer bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile zwischen 95 Mol-Prozent und 99,5 Mol-Prozent. Es hat sich gezeigt, dass mit den genannten vergleichsweise hohen Anteilen an Cer und genau einem weiteren Katalysatorbestandteil die Abbauleistung von partikulären Verbrennungsprodukten besonders vorteilhaft erfolgen kann. Insbesondere mit Cer-Anteilen in dem genannten Bereich und einem weiteren Katalysatorstoff ist eine signifikante Absenkung der Abbrandtemperatur von kohlenstoffhaltiger Partikeln wie beispielsweise Ruß und eine effektive Oxidation von HC und CO möglich.

[0012] Vorteilhafterweise ist der genau eine weitere Katalysatorbestandteil durch eines der chemischen Elemente mit dem chemischen Kurzzeichen K, B, Cd, Cr, Dy, Er, Gd, Ho, Ca, La, Li, Lu, Mg, Mn, Nd, Pr, Sm, Se, Y, Zn, Sn, Eu, Sb, Cs, Ru, Ga, Ge, Hf, In, Cu, Na, Ag, Si, Tb, Yb, Zr, Bi, Mo, Nb, Rb, Sc, W, Sr, Ti, Te, Ba, Tm, Ta, Co und Ni gebildet. Durch die Kombination eines der genannten chemischen Elemente mit Cer kann die Zusammensetzung der Katalysatormaterialien in einer Vielzahl von unterschiedlichen Ausgestaltungen erstellt werden. Durch die unterschiedlichen möglichen Kombinationen mit Cer kann das Katalysatormaterial jeweils an verschiedene Einsatzzwecke optimal angepasst werden, insbesondere um eine hohe katalytische Wirkung für die jeweils zu behandelnden Verbrennungsprodukte zu realisieren.

[0013] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes sind die Anteile der Katalysatorbestandteile gemäß einer der folgenden Elementformeln $\text{Ag}_3\text{Ce}_{97}$, $\text{Mn}_3\text{Ce}_{97}$ und K_3Ce_{97} bestimmt, wobei die tiefgestellten Zahlen in den Formeln die Mol-Prozente des voranstehenden Katalysatorbestandteils bezogen auf die gesamte Menge der beiden Katalysatorbestandteile angeben. Durch die genannten Kombinationen der Katalysatorbestandteile Silber, Mangan und Kalium jeweils mit Cer konnte eine vergleichsweise deutliche Absenkung der Abbrandtemperatur von kohlenstoffhaltigen Partikeln bzw. der Rußabbrandtemperatur festgestellt werden. Beispielsweise wurden Vergleichsversuche auf Grundlage einer Differential-Thermo-Analyse (DTA) durchgeführt, bei welcher die jeweiligen Katalysatormaterialien mit Ruß vermischt und in synthetischer Luft von Raumtemperatur auf 800 °C aufgeheizt wurde. Dabei wurde die Abnahme der Rußmasse als relative Masse des Rußes zur Ausgangsmasse bzw. die dabei herrschende Temperatur im Versuchsraum erfasst, in Beziehung gesetzt und als Kurve dargestellt. Für eine vergleichende Bewertung der katalytischen Aktivität der jeweiligen Zusammensetzung der Katalysatorbestandteile wurden insbesondere diejenigen Temperaturen ermittelt, bei denen ein Masseverlust des eingesetzten Rußes von 50 % auftrat. Als Bezugskurve wurde die Verbrennung von reinem Ruß ohne katalytische Unterstützung gemessen.

[0014] In einer vorteilhaften Ausgestaltungsform des Katalysatormaterials umfassen die Katalysatorbestandteile neben Cer genau zwei weitere Katalysatorbestandteile und liegt der Anteil von Cer bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile zwischen 92 Mol-Prozent und 99,4 Mol-Prozent. Innerhalb des angegebenen Anteils von Cer bei drei Katalysatorbestandteilen hat sich eine besonders effektive Senkung der Abbrandtemperatur von kohlenstoffhaltigen Partikeln ergeben bei gleichzeitig relativ hoher Oxidationsswirkung des Katalysatormaterials auf gasförmige Verbrennungsprodukte.

[0015] Bei der zuvor genannten Ausgestaltungsform der Erfindung ist es besonders vorteilhaft, wenn ein Katalysatorbestandteil durch Platin gebildet ist, mit einem Anteil bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile zwischen 0,1 Mol-Prozent und 3,0 Mol-Prozent. Hierdurch lässt sich zuverlässig eine katalytisch gestützte Verbrennung von gasförmigen Kohlenwasserstoffen (HC) und Kohlenmonoxid (CO) realisieren. Dabei sind vergleichsweise geringe Anteile von Platin bezogen auf die Gesamtmenge an Katalysatorbestandteilen ausreichend.

[0016] Besonders vorteilhaft ist es, wenn neben Cer und Platin ein dritter Katalysatorbestandteil vorgesehen

ist mit einem Anteil bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile zwischen 0,5 Mol-Prozent und 5,0 Mol-Prozent. Mit den drei aufgeführten Katalysatorbestandteilen kann die Abbauleistung des Katalysatormaterials bzw. die Effektivität im Hinblick auf partikuläre und gasförmige Verbrennungsprodukte effektiv bewerkstelligt werden.

[0017] Besonders bevorzugt ist es, wenn der dritte Katalysatorbestandteil durch eines der chemischen Elemente mit dem chemischen Kurzzeichen K, B, Cd, Cr, Dy, Er, Gd, Ho, Ca, La, Li, Lu, Mg, Mn, Nd, Pr, Sm, Se, Y, Zn, Sn, Eu, Sb, Cs, Ru, Ga, Ge, Hf, In, Cu, Na, Ag, Si, Tb, Yb, Zr, Bi, Mo, Nb, Rb, Sc, W, Sr, Ti, Te, Ba, Tm, Ta, Co und Ni gebildet ist.

[0018] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes mit Cer und genau zwei weiteren Katalysatorbestandteilen sind die Anteile der Katalysatorbestandteile gemäß einer der folgenden Elementformeln $Pt_{0,5}La_3Ce_{96,5}$, $Pt_{0,5}Al_3Ce_{96,5}$ und $Pt_{0,5}K_3Ce_{96,5}$ bestimmt, wobei die tiefgestellten Zahlen in den Formeln die Mol-Prozente des voranstehenden Katalysatorbestandteils bezogen auf die gesamte Menge der drei Katalysatorbestandteile angeben. Mit den oben genannten Anteilen von Cer, Platin und einem weiteren Bestandteil, kann eine deutliche Absenkung der Abbrandtemperatur von Rußpartikeln erreicht werden, was beispielsweise durch Abbrandversuche mit den genannten Anteilen der Katalysatorbestandteile experimentell bestätigt werden konnte.

[0019] Gemäß eines weiteren wesentlichen Aspekts der Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Katalysatormaterials auf einem Träger vorgeschlagen, insbesondere für eines der oben aufgeführten Katalysatormaterialien, welches sich dadurch auszeichnet, dass ein Sol-Gel-Prozess zur Ausbildung der Katalysatorbestandteile auf dem Träger zum Einsatz kommt. Mit einem sogenannten Sol-Gel-Prozess (S-G-P) können Metalle z.B. als Komplexe homogen verteilt in Oxid-Materialien eingebaut werden. Eine Dotierung durch die katalytisch aktive Komponente kann in beliebiger Menge erfolgen. Beispielsweise können durch thermolytische Zersetzung der Metallkomplexe oder durch Behandlung in einem Sauerstoffplasma hochdisperse Metall-oxid- oder Metallpartikel erzeugt werden, die unter anderem als heterogene Katalysatormaterialien eingesetzt werden können. Sie zeichnen sich durch sehr kleine, homogen verteilte und nicht agglomerierte Partikel, enge Partikelgrößenverteilung und einen sehr variablen Beladungsgrad aus. Insbesondere können lösliche metallorganische Verbindungen z.B. Alkoxide, Alkoholate bzw. Propionate eingesetzt werden, welche beispielsweise durch einen Kondensationsschritt unter Wasserabspaltung ein Gel bilden. Ein Vorteil des Sol-Gel-Prozesses besteht darin, dass sich z.B. gute keramische bzw. metalloxidische Überzüge erzeugen lassen, mit denen man zum Beispiel keramische Fasern beschichten kann. Wird eine alkoholische Lösung hydrolysierbarer Alkoholate mehrwertiger Metall-Ionen, z.B. Titan, Kobalt, Mangan, Molybdän, Silicium, Aluminium usw., auf einer Oberfläche aufgetragen, so bildet sich in Gegenwart von Feuchtigkeit bereits während des Verdunstens des Lösungsmittels bei diesen Temperaturen ein Metallhydroxid-Netzwerk aus. Dieses enthält zahlreiche Metall-Hydroxid (MOH)-Gruppen und ist daher hydrophil und antistatisch. Bei Erhöhung der Temperatur reagieren die MOH-Gruppen dann unter Wasserabspaltung zu Metalloxid-Gruppierungen und die Oberflächen werden mechanisch sehr stabil.

[0020] In einem alternativen Verfahren kann eine Darstellung ausgehend von Metallsalzlösungen aus Nitraten, Acetaten, Citraten oder Carbonaten erfolgen. Die Lösungen werden getrocknet und anschließend auf Temperaturen von über 800 °C kalziniert, die entsprechenden Anionen werden dabei thermisch zersetzt und die entsprechenden Metalloxide gebildet.

Figurenbeschreibung

[0021] Die Erfindung wird anhand der in der Zeichnung dargestellten einzigen Figur näher erläutert.

[0022] [Fig. 1](#) zeigt durch Verbrennungsversuche erhaltene Kurvenverläufe, von denen eine die Verbrennung von Ruß ohne Katalysatormaterial und die anderen die Verbrennung von Ruß jeweils gemischt mit einem anderen Katalysatormaterial unterschiedlicher Zusammensetzung zeigt. Die Versuche wurden mittels einer Differenzial-Thermoanalyse durchgeführt.

[0023] Die in [Fig. 1](#) gezeigten unterschiedlichen Kurvenverläufe sind in einem rechtwinkligem Koordinatensystem aufgezeigt, wobei auf der Abszissenachse die in dem Versuchsraum gemessene Temperatur T in Grad Celsius bis 800 °C und auf der Ordinatenachse das relative Gewicht m der untersuchten Rußmenge bezogen auf die zu Beginn des Versuchs vorhandene Ausgangsmenge aufgetragen ist. Für die katalytisch unterstützten Verbrennungsversuche wurde die jeweilige Ausführungsform der Katalysatormaterialien mit Ruß in einem Verhältnis von Ruß zu Katalysatormaterial von 1 zu 4 vermischt und in synthetischer Luft mit 20 % Sau-

erstoff und 80 % Stickstoff von Raumtemperatur bis ca. 800 °C aufgeheizt. Die Aufheizrate betrug 10 Kelvin pro Minute. Der Volumenstrom der synthetischen Luft wurde auf 50 Milliliter pro Minute eingestellt.

[0024] Zur Beurteilung der katalytischen Wirkung der unterschiedlichen Katalysatorbestandteile wurde neben dem gesamten Kurvenverlauf bis zum vollständigen Abbrand des Rußes insbesondere diejenigen Temperaturen ermittelt, bei denen ein Masseverlust des Rußes gegenüber der Ausgangsmenge von 50 % festgestellt wurde. Im Schaubild gemäß [Fig. 1](#) sind diese Bezugstemperaturen T50 in °C durch die Schnittpunkte der einzelnen Messkurven mit dem Ordinatenwert von $m = 0,5$ zu ermitteln. In [Fig. 1](#) betrifft Kurve 1 den Verbrennungsversuch von reinem Ruß, die weiteren Kurven die Rußverbrennung mit dem Katalysatormaterial $\text{Ag}_3\text{Ce}_{97}$ (Kurve 2), $\text{Pt}_{0,5}\text{La}_3\text{Ce}_{96,5}$ (Kurve 3), $\text{Pt}_{0,5}\text{Al}_3\text{Ce}_{96,5}$ (Kurve 4), $\text{Mn}_3\text{Ce}_{97}$ (Kurve 5), $\text{Pt}_1\text{K}_3\text{Ce}_{96}$ (Kurve 6) und K_3Ce_{97} (Kurve 7).

[0025] Die nachfolgend aufgeführte Tabelle 1 zeigt die dabei gemessenen Temperaturen T50 in °C für reinen Ruß bzw. die einzelnen untersuchten Mischungen von Ruß mit den genannten unterschiedlichen Katalysatormaterialien. Der jeweilige Verbindungstyp der Katalysatormaterialien ist ebenfalls in der Tabelle angegeben. Die in den Versuchen gemessene höchste Bezugstemperatur T50 von 600 °C wurde für reinen Ruß gemessen. Die deutlichste Absenkung der Bezugstemperatur T50 von 411 °C wurde für das Katalysatormaterial K_3Ce_{97} gemessen.

Tabelle 1:

Verbindungstyp	gemessene Verbindung	T50 [°C]
	Ruß	600
$\text{Ag}_{0,5-5,0}\text{Ce}_{95,0-99,5}$	$\text{Ag}_3\text{Ce}_{97}$	530
$\text{Pt}_{0,1-3,0}\text{La}_{0,5-5,0}\text{Ce}_{92,0-99,4}$	$\text{Pt}_{0,5}\text{La}_3\text{Ce}_{96,5}$	518
$\text{Pt}_{0,1-3,0}\text{Al}_{0,5-5,0}\text{Ce}_{92,0-99,4}$	$\text{Pt}_{0,5}\text{Al}_3\text{Ce}_{96,5}$	517
$\text{Mn}_{0,5-5,0}\text{Ce}_{95,0-99,5}$	$\text{Mn}_3\text{Ce}_{97}$	501
$\text{Pt}_{0,1-3,0}\text{K}_{0,5-5,0}\text{Ce}_{92,0-99,4}$	$\text{Pt}_1\text{K}_3\text{Ce}_{96}$	477
$\text{K}_{0,5-5,0}\text{Ce}_{95,0-99,5}$	K_3Ce_{97}	411

Patentansprüche

1. Katalysatormaterial zur Behandlung von bei einer Verbrennung entstehenden Produkten, welches für eine katalytische Umsetzung von kohlenstoffhaltigen Partikeln ausgebildet ist, wobei das Katalysatormaterial auf einem Träger aufgebracht ist und das Katalysatormaterial Cer als einen Katalysatorbestandteil umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Katalysatorbestandteile neben Cer wenigstens einen weiteren Katalysatorbestandteil aufweisen, wobei bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile der Anteil von Cer mindestens 92 Mol-Prozent beträgt.

2. Katalysatormaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile der Anteil von Cer zwischen 92 Mol-Prozent und 99,5 Mol-Prozent liegt.

3. Katalysatormaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Katalysatorbestandteile neben Cer genau einen weiteren Katalysatorbestandteil umfassen und der Anteil von Cer bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile zwischen 95 Mol-Prozent und 99,5 Mol-Prozent liegt.

4. Katalysatormaterial nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der eine weitere Katalysatorbestandteil durch eines der chemischen Elemente mit dem chemischen Kurzzeichen K, B, Cd, Cr, Dy, Er, Gd, Ho, Ca, La, Li, Lu, Mg, Mn, Nd, Pr, Sm, Se, Y, Zn, Sn, Eu, Sb, Cs, Ru, Ga, Ge, Hf, In, Cu, Na, Ag, Si, Tb, Yb, Zr, Bi, Mo, Nb, Rb, Sc, W, Sr, Ti, Te, Ba, Tm, Ta, Co und Ni gebildet ist.

5. Katalysatormaterial nach einem der Ansprüche 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Anteile der Katalysatorbestandteile gemäß einer der folgenden Elementformeln $\text{Ag}_3\text{Ce}_{97}$, $\text{Mn}_3\text{Ce}_{97}$ und K_3Ce_{97} bestimmt sind, wobei die tiefgestellten Zahlen in den Formeln die Mol-Prozente des voranstehenden Katalysatorbestandteils bezogen auf die gesamte Menge der beiden Katalysatorbestandteile angeben.

6. Katalysatormaterial nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Katalysatorbestandteile neben Cer genau zwei weitere Katalysatorbestandteile umfassen und der Anteil von Cer bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile zwischen 92 Mol-Prozent und 99,4 Mol-Prozent liegt.

7. Katalysatormaterial nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Katalysatorbestandteil durch Platin gebildet ist, mit einem Anteil bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile zwischen 0,1 Mol-Prozent und 3,0 Mol-Prozent.

8. Katalysatormaterial nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass neben Cer und Platin ein dritter Katalysatorbestandteil vorgesehen ist mit einem Anteil bezogen auf die gesamte Menge der Katalysatorbestandteile zwischen 0,5 Mol-Prozent und 5,0 Mol-Prozent.

9. Katalysatormaterial nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Katalysatorbestandteil durch eines der chemischen Elemente mit dem chemischen Kurzzeichen K, B, Cd, Cr, Dy, Er, Gd, Ho, Ca, La, Li, Lu, Mg, Mn, Nd, Pr, Sm, Se, Y, Zn, Sn, Eu, Sb, Cs, Ru, Ga, Ge, Hf, In, Cu, Na, Ag, Si, Tb, Yb, Zr, Bi, Mo, Nb, Rb, Sc, W, Sr, Ti, Te, Ba, Tm, Ta, Co und Ni gebildet ist.

10. Katalysatormaterial nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Anteile der Katalysatorbestandteile gemäß einer der folgenden Elementformeln $Pt_{0,5}La_3Ce_{96,5}$, $Pt_{0,5}Al_3Ce_{96,5}$ und $Pt_{0,5}K_3Ce_{96,5}$ bestimmt sind, wobei die tiefgestellten Zahlen in den Formeln die Mol-Prozente des voranstehenden Katalysatorbestandteils bezogen auf die gesamte Menge der drei Katalysatorbestandteile angeben.

11. Verfahren zur Herstellung eines Katalysatormaterials auf einem Träger, insbesondere eines Katalysatormaterials nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sol-Gel-Prozess zur Ausbildung der Katalysatorbestandteile auf dem Träger zum Einsatz kommt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

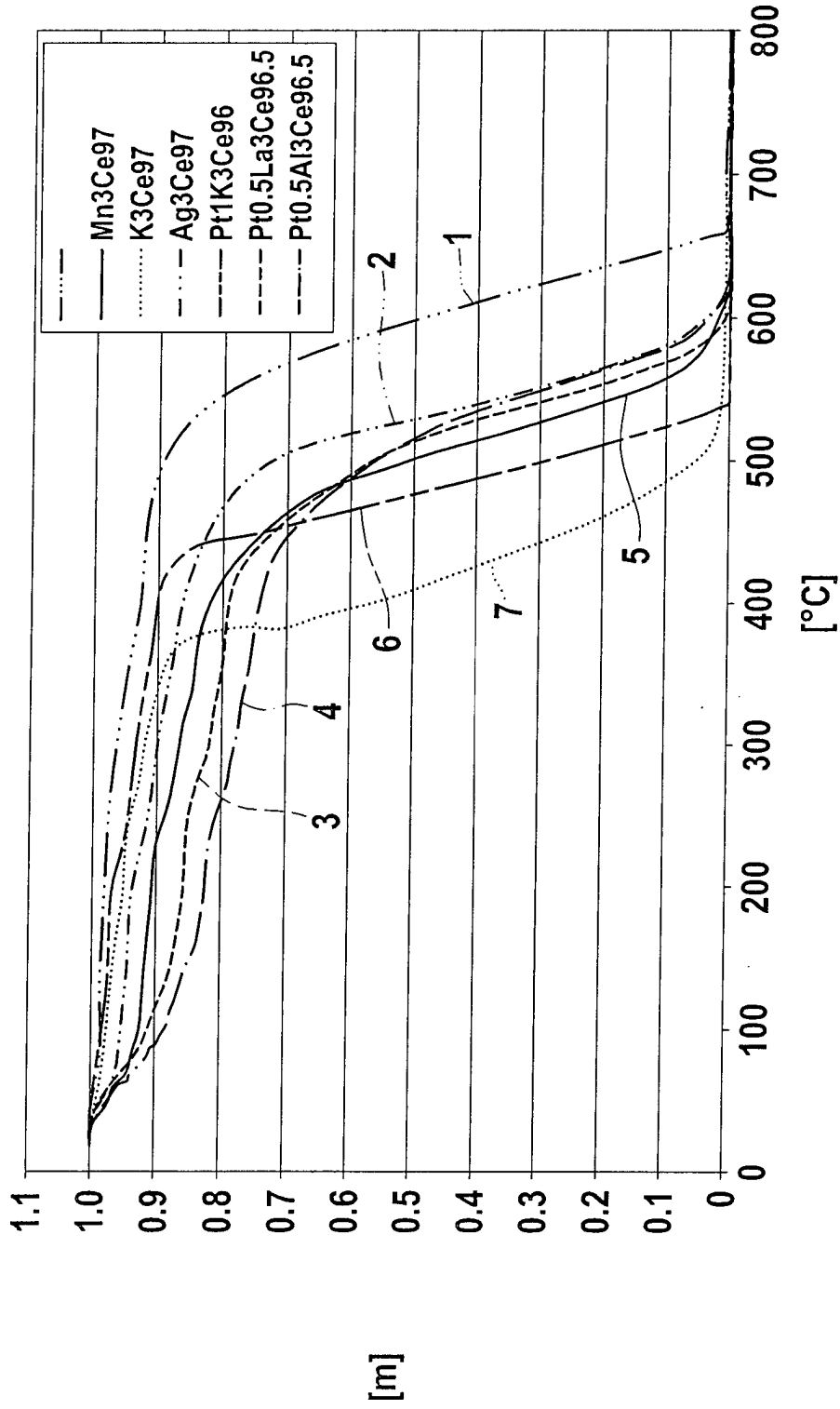


Fig. 1