



(10) **DE 10 2018 107 545 A1** 2018.10.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 107 545.6**

(22) Anmeldetag: **29.03.2018**

(43) Offenlegungstag: **04.10.2018**

(51) Int Cl.: **B01D 53/86** (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

B01J 23/72 (2006.01)

B01J 23/40 (2006.01)

B01J 23/847 (2006.01)

B01J 29/76 (2006.01)

B01J 29/85 (2006.01)

B01J 37/02 (2006.01)

F01N 3/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

62/478,806

30.03.2017

US

(74) Vertreter:

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

(71) Anmelder:

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

(72) Erfinder:

**Chen, Hai-Ying, Wayne, Pa., US; Fedeyko,
Joseph, Wayne, Pa., US; Lu, Jing, Wayne, Pa., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ASC/DEC MIT RÜCKWÄRTIG KONZENTRIERTER EXOTHERMENERZEUGUNG**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben ist ein Katalysatorartikel, der ein Substrat mit einer Einlassseite und eine Auslassseite, eine ersten Zone und eine zweiten Zone umfasst, wobei die erste Zone einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC), der ein Platingruppenmetall auf einem Träger umfasst, und einen ersten SCR-Katalysator umfasst, wobei die zweite Zone einen Katalysator umfasst, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Dieseloxydationskatalysator (DOC) und einem exothermen Dieselskatalysator (DEC) besteht, und wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet. Die erste Zone kann eine untere Schicht mit einer Mischung von: (1) dem Platingruppenmetall auf einem Träger und (2) dem ersten SCR-Katalysator, und eine einen zweiten SCR-Katalysator umfassende obere Schicht umfassen, wobei die obere Schicht über der unteren Schicht angeordnet ist.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen in Dieselmotoren, stationären Gasturbinen und anderen Systemen erzeugt Abgas, das zur Entfernung von Stickstoffoxiden (NO_x), die NO (Stickstoffmonoxid) und NO_2 (Stickstoffdioxid) umfassen, behandelt werden muss, wobei NO den Hauptteil des gebildeten NO_x ausmacht. Es ist bekannt, dass NO_x eine Reihe von Gesundheitsproblemen bei Menschen auslöst und des Weiteren eine Reihe von schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt verursacht, einschließlich der Bildung von Smog und saurem Regen. Zur Milderung der Auswirkungen von NO_x im Abgas sowohl auf Menschen als auch auf die Umwelt ist es wünschenswert, diese unerwünschten Komponenten vorzugsweise durch ein Verfahren, das keine weiteren schädlichen oder toxischen Substanzen erzeugt, zu entfernen.

[0002] Abgas, das in Magergemischmotoren und Dieselmotoren erzeugt wird, ist allgemein oxidativ. NO_x muss selektiv reduziert werden mit einem Katalysator und einem Reduktionsmittel in einem als selektive katalytische Reduktion (SCR) bekannten Verfahren, das NO_x zu elementarem Stickstoff (N_2) und Wasser umwandelt. Bei einem SCR-Verfahren wird ein gasförmiges Reduktionsmittel, typischerweise wasserfreies Ammoniak, wässriges Ammoniak oder Harnstoff zu einem Abgasstrom zugegeben, bevor das Abgas mit dem Katalysator in Kontakt gelangt. Das Reduktionsmittel wird auf dem Katalysator absorbiert und das NO_x wird reduziert, während die Gase durch oder über das katalysierte Substrat strömen. Zur Maximierung der Umwandlung von NO_x ist es häufig erforderlich, mehr als eine stöchiometrische Menge an Ammoniak zu dem Gasstrom zuzugeben. Die Freisetzung des überschüssigen Ammoniaks in die Atmosphäre wäre jedoch schädlich für die Gesundheit der Menschen und für die Umwelt. Darüber hinaus ist Ammoniak basisch, insbesondere in seiner wässrigen Form. Eine Kondensation von Ammoniak und Wasser in Bereichen der Abgasleitung stromab der Abgaskatalysatoren kann zu einem korrosiven Gemisch führen, das das Abgassystem beschädigen kann. Daher sollte die Freisetzung von Ammoniak im Abgas verhindert werden. Bei zahlreichen herkömmlichen Abgassystemen ist ein Ammoniakoxidationskatalysator (auch bekannt als Ammoniak-Slip-Katalysator bzw. Ammoniak-Sperrkatalysator oder „ASC“) stromab des SCR-Katalysators eingebaut, um Ammoniak aus dem Abgas durch Umwandeln desselben zu Stickstoff zu entfernen. Die Verwendung von Ammoniak-Sperrkatalysatoren kann NO_x -Umwandlungen von mehr als 90 % über einen typischen Dieselfahrzyklus hinweg ermöglichen.

[0003] Es wäre wünschenswert, über einen Katalysator zu verfügen, der sowohl für eine Entfernung von NO_x mittels SCR als auch für eine selektive Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff sorgt, wobei die Ammoniakumwandlung über einen breiten Temperaturbereich in einem Fahrzyklus eines Fahrzeugs erfolgt und minimale Stickstoffoxid- und Distickstoffoxid-Nebenprodukte gebildet werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfasst ein Katalysatorartikel ein Substrat mit einer Einlassseite und einer Auslassseite, eine erste Zone und eine zweite Zone, wobei die erste Zone einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC), der ein Platingruppenmetall auf einem Träger umfasst, und einen ersten SCR-Katalysator umfasst, wobei die zweite Zone einen Katalysator, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Dieseloxidationskatalysator (DOC) und einem exothermen Dieselkatalysator (DEC) besteht, umfasst, und wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet. Die erste Zone kann eine untere Schicht, die eine Mischung von: (1) dem Platingruppenmetall auf einem Träger und (2) dem ersten SCR-Katalysator umfasst, und eine obere Schicht, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, umfassen, wobei die obere Schicht über der unteren Schicht angeordnet ist. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Zone eine untere Schicht, die das Platingruppenmetall auf einem Träger umfasst, und eine obere Schicht, die den ersten SCR-Katalysator umfasst, wobei die obere Schicht über der unteren Schicht angeordnet ist.

[0005] In einigen Ausführungsformen umfasst der Träger ein siliciumhaltiges Material. Das siliciumhaltige Material umfasst ein Material, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus: (1) Siliciumdioxid, (2) einem Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mehr als 200, und (3) amorphem, mit Siliciumdioxid dotiertem Aluminiumoxid mit einem SiO_2 -Gehalt $\geq 40\%$ besteht. In einigen Ausführungsformen ist das Platingruppenmetall auf dem Träger in einer Menge von etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 1 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers oder etwa 1,5 Gew.-% bis etwa 4 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, vorhanden. In einigen Ausführungsformen kann das Platingruppenmetall Platin, Palladium oder eine Kombination von Platin und Palladium umfassen. In bestimmten Ausführungsformen umfasst das Platingruppenmetall Platin.

[0006] In der Mischung können die Gewichtsverhältnisse des ersten SCR-Katalysators zu dem Platingruppenmetall auf einem Träger etwa 3:1 bis etwa

300:1, etwa 5:1 bis etwa 100:1 oder etwa 10:1 bis etwa 50:1 betragen.

[0007] In einigen Ausführungsformen ist der erste SCR-Katalysator ein unedles Metall bzw. Basismetall (base metal), ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon. In einigen Ausführungsformen umfasst der erste SCR-Katalysator Kupfer. In einigen Ausführungsformen ist der zweite SCR-Katalysator ein unedles Metall, ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon.

[0008] Die erste Zone und die zweite Zone können sich auf einem einzelnen Substrat befinden, wobei die erste Zone sich auf der Einlassseite des Substrats befindet und die zweite Zone sich auf der Auslassseite des Substrats befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst das Substrat ein erstes Substrat und ein zweites Substrat, wobei sich die erste Zone auf dem ersten Substrat befindet und sich die zweite Zone auf dem zweiten Substrat befindet und sich das erste Substrat stromauf des zweiten Substrats befindet.

[0009] Gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zum Verringern von Emissionen aus einem Abgasstrom ein In-Kontakt-bringen des Abgasstroms mit einem Katalysatorartikel, der ein Substrat mit einer Einlassseite und einer Auslassseite, eine erste Zone und eine zweite Zone aufweist, wobei die erste Zone einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC) umfasst, der ein Platingruppenmetall auf einem Träger und einen ersten SCR-Katalysator umfasst, wobei die zweite Zone einen Katalysator umfasst, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Dieseloxidationskatalysator (DOC) und einem exothermen Diesekatalysator (DEC) besteht, und wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet. Die erste Zone kann eine untere Schicht, die eine Mischung von: (1) dem Platingruppenmetall auf einem Träger und (2) dem ersten SCR-Katalysator umfasst, und eine obere Schicht, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, wobei die obere Schicht über der unteren Schicht angeordnet ist, umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Zone eine untere Schicht, die das Platingruppenmetall auf einem Träger umfasst, und eine obere Schicht, die den ersten SCR-Katalysator umfasst, wobei die obere Schicht über der unteren Schicht angeordnet ist.

[0010] Gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfasst ein Katalysatorartikel ein Substrat mit einem Einlassende und einem Auslassende, eine erste Zone, eine zweite Zone und eine dritte Zone, wobei die erste Zone einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, wobei die zweite Zone einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC) umfasst, der

eine Mischung von: (1) einem Platingruppenmetall auf einem Träger und (2) einem ersten SCR-Katalysator umfasst, wobei die dritte Zone einen Katalysator („Katalysator der dritten Zone“) umfasst, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Dieseloxidationskatalysator (DOC) und einem exothermen Diesekatalysator (DEC) besteht, und wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet und sich die zweite Zone stromauf der dritten Zone befindet. In einigen Ausführungsformen ist der ASC in einer ersten Schicht enthalten, der Katalysator der dritten Zone ist in einer zweiten Schicht enthalten, die sich von dem Auslassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei die zweite Schicht sich oben auf der ersten Schicht befindet und eine kürzere Länge als die erste Schicht aufweist, und der zweite SCR-Katalysator in einer Schicht enthalten ist, die sich von dem Einlassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die die erste Schicht mindestens teilweise überlappt. In einigen Ausführungsformen erstreckt sich die erste Schicht von dem Auslassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats.

[0011] In einigen Ausführungsformen umfasst der Träger ein siliciumhaltiges Material. Das siliciumhaltige Material umfasst ein Material, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus: (1) Siliciumdioxid, (2) einem Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mehr als 200, und (3) amorphem, mit Siliciumdioxid dotiertem Aluminiumoxid mit einem SiO₂-Gehalt $\geq 40\%$ besteht. In einigen Ausführungsformen ist das Platingruppenmetall auf dem Träger in einer Menge von etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 1 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers oder etwa 1,5 Gew.-% bis etwa 4 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, vorhanden. In einigen Ausführungsformen kann das Platingruppenmetall Platin, Palladium oder eine Kombination von Platin und Palladium umfassen. In bestimmten Ausführungsformen umfasst das Platingruppenmetall Platin.

[0012] In der Mischung kann das Gewichtsverhältnis des ersten SCR-Katalysators zu dem Platingruppenmetall auf einem Träger etwa 3:1 bis etwa 300:1, etwa 5:1 bis etwa 100:1 oder etwa 10:1 bis etwa 50:1 betragen.

[0013] In einigen Ausführungsformen ist der erste SCR-Katalysator ein unedles Metall bzw. Basismetall (base metal), ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon. In einigen Ausführungsformen umfasst der erste SCR-Katalysator Kupfer. In einigen Ausführungsformen ist der zweite SCR-Katalysator ein unedles Metall, ein Oxid eines unedlen

Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon.

[0014] In einigen Ausführungsformen befinden sich die erste Zone, die zweite Zone und die dritte Zone auf einem einzelnen Substrat und die erste Zone befindet sich auf der Einlassseite des Substrats und die dritte Zone befindet sich auf der Auslassseite des Substrats. In einigen Ausführungsformen umfasst das Substrat ein erstes Substrat und ein zweites Substrat, wobei die erste Zone und die zweite Zone sich auf dem ersten Substrat befinden und sich die dritte Zone auf dem zweiten Substrat befindet und sich das erste Substrat stromauf des zweiten Substrats befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst das Substrat ein erstes Substrat, ein zweites Substrat und ein drittes Substrat, wobei sich die erste Zone auf dem ersten Substrat befindet, die zweite Zone sich auf dem zweiten Substrat befindet und die dritte Zone sich auf dem dritten Substrat befindet und das erste Substrat sich stromauf des zweiten Substrats befindet und das zweite Substrat sich stromauf des dritten Substrats befindet.

[0015] Gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zum Verringern der Emissionen aus einem Abgasstrom ein In-Kontakt-bringen des Abgasstroms mit einem Katalysatorartikel, der ein Substrat, das ein Einlassende und ein Auslassende umfasst, eine erste Zone, eine zweite Zone und eine dritte Zone umfasst, wobei die erste Zone einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, wobei die zweite Zone einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC) umfasst, der eine Mischung von: (1) einem Platingruppenmetall auf einem Träger und (2) einen ersten SCR-Katalysator umfasst, wobei die dritte Zone einen Katalysator („Katalysator der dritten Zone“) umfasst, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Dieseloxydationskatalysator (DOC) und einem exothermen Dieselmotorkatalysator (DEC) besteht, und wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet und sich die zweite Zone stromauf der dritten Zone befindet. In einigen Ausführungsformen bildet der ASC eine erste Schicht, der Katalysator der dritten Zone bildet eine zweite Schicht und erstreckt sich von dem Auslassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats, wobei die zweite Schicht eine kürzere Länge als die erste Schicht aufweist, und der zweite SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats. In einigen Ausführungsformen erstreckt sich die erste Schicht von dem Auslassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt eine Katalysatorkonfiguration mit einem SCR und einer ASC/SCR-Mischung in einer ersten Zone und einem DOC oder DEC in einer zweiten Zone.

Fig. 2 zeigt eine Katalysatorkonfiguration mit einem SCR in einer ersten Zone, einer ASC/SCR-Mischung in einer zweiten Zone und einem DOC oder DEC in einer dritten Zone.

Fig. 3 zeigt eine Katalysatorkonfiguration mit einem SCR in einer ersten Zone, einer ASC/SCR-Mischung in einer zweiten Zone und einem imprägnierten DOC oder DEC in einer dritten Zone.

Fig. 4 zeigt eine Referenzkatalysatorkonfiguration mit einer SCR- und ASC-Schicht in einer ersten Zone und einem DOC oder DEC in einer zweiten Zone.

Fig. 5 zeigt die NH_3 -Umwandlung von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

Fig. 6 zeigt die NO -Umwandlung von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

Fig. 7 zeigt die CO -Umwandlung von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

Fig. 8 zeigt die HC -Umwandlung von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

Fig. 9 zeigt die N_2O -Umwandlung von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

Fig. 10 zeigt die N_2 -Ausbeute von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

Fig. 11 zeigt die Auslasstemperatur von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

Fig. 12 zeigt Temperaturmessungen während des Tests der Erzeugung einer Exotherme.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0016] Die Katalysatoren der vorliegenden Erfindung betreffen Katalysatorartikel, die verschiedene Konfiguration von SCR-Katalysator(en), ASC und DOC oder DEC umfassen. Die Katalysatoren und spezielle Konfigurationen sind nachfolgend detaillierter beschrieben.

Zwei Zonen aufweisende Konfiguration

[0017] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung betreffen Katalysatorartikel, die eine erste Zone und eine zweite Zone aufweisen, wobei die erste Zone einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC), der ein Platingruppenmetall auf einem Träger umfasst, und einen ersten SCR-Katalysator umfasst, und die zweite Zone einen Dieseloxydationskatalysator (DOC) oder einen exothermen Dieselmotor (DEC) umfasst. Eine erste Zone kann so konfiguriert sein, dass sie eine untere Schicht, die eine Mischung von (1) einem Platingruppenmetall auf einem Träger und (2) dem ersten SCR-Katalysator umfasst, und eine obere Schicht, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, umfasst, wobei die obere Schicht über der unteren Schicht angeordnet ist. In einigen Ausführungsformen kann die erste Zone so konfiguriert sein, dass sie eine untere Schicht, die das Platingruppenmetall auf einem Träger umfasst, und eine obere Schicht, die den ersten SCR-Katalysator umfasst, umfasst, wobei die obere Schicht über der unteren Schicht angeordnet ist. In einigen Ausführungsformen befinden sich die erste und die zweite Zone auf einem einzelnen Substrat, wobei sich die erste Zone auf der Einlassseite des Substrats befindet und sich die zweite Zone auf der Auslassseite des Substrats befindet. In einer weiteren Ausführungsform befindet sich die erste Zone auf einem ersten Substrat und die zweite Zone befindet sich auf einem zweiten Substrat, wobei sich das erste Substrat stromauf des zweiten Substrats befindet. Das erste und das zweite Substrat können eng gekoppelt sein. Wenn das erste und das zweite Substrat eng gekoppelt sind, kann das zweite Substrat nahe zu dem und/oder direkt stromab des ersten Substrats platziert sein.

[0018] Fig. 2 veranschaulicht eine Zwei-Zonen-Konfiguration von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, wobei eine erste Zone eine untere Schicht mit einer Mischung eines Platingruppenmetalls auf einem Träger und eines SCR-Katalysators und eine obere Schicht, die einen SCR-Katalysator enthält, aufweist. Die zweite Zone enthält einen DOC.

[0019] Ein Verfahren zum Verringern der Emissionen aus einem Abgasstrom kann ein In-Kontakt-Bringen des Abgasstroms mit einem hier beschriebenen Katalysatorartikel umfassen.

Drei Zonen aufweisende Konfiguration

[0020] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung betreffen Katalysatorartikel, die eine erste Zone, eine zweite Zone und eine dritte Zone aufweisen. Die erste Zone kann einen SCR-Katalysator umfassen. Die zweite Zone kann einen ASC umfassen, der eine Mischung eines Platingruppenmetalls auf einem Träger mit einem ersten SCR-Katalysator aufweist. Die dritte Zone kann einen Katalysator („Kata-

lysatoren der dritten Zone“), wie z.B. einen DOC oder DEC, umfassen. Die erste Zone befindet sich stromauf der zweiten Zone und die zweite Zone befindet sich stromauf der dritten Zone.

[0021] In einigen Ausführungsformen ist der ASC in einer ersten Schicht enthalten. Der Katalysator der dritten Zone kann sich in einer zweiten Schicht befinden, die sich von dem Auslassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, und die zweite Schicht befindet sich oben auf der ersten Schicht und weist eine kürzere Länge als die erste Schicht auf. Der zweite SCR-Katalysator kann in einer Schicht enthalten sein, die sich von dem Einlassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die die erste Schicht mindestens teilweise überlappt. In einigen Ausführungsformen erstreckt sich die erste Schicht von dem Auslassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats. In einigen Ausführungsformen erstreckt sich die erste Schicht von dem Einlassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats.

[0022] In einigen Ausführungsformen befinden sich die erste Zone, die zweite Zone und die dritte Zone auf einem einzelnen Substrat und die erste Zone befindet sich auf der Einlassseite des Substrats und die dritte Zone befindet sich auf der Auslassseite des Substrats. In einigen Ausführungsformen befinden sich die erste Zone und die zweite Zone auf einem ersten Substrat und die dritte Zone befindet sich auf einem zweiten Substrat und das erste Substrat befindet sich stromauf des zweiten Substrats. Das erste und das zweite Substrat können eng gekoppelt sein. Wenn das erste und das zweite Substrat eng gekoppelt sind, kann das zweite Substrat nahe zu dem und/oder direkt stromab des ersten Substrats platziert sein.

[0023] In einigen Ausführungsformen befindet sich die erste Zone auf einem ersten Substrat, die zweite Zone befindet sich auf einem zweiten Substrat und die dritte Zone befindet sich auf einem dritten Substrat, wobei sich das erste Substrat stromauf des zweiten Substrats befindet und sich das zweite Substrat stromauf des dritten Substrats befindet. Das erste, das zweite und/oder das dritte Substrat können eng gekoppelt sein. Wenn das erste, das zweite und/oder das dritte Substrat eng gekoppelt sind, kann das zweite Substrat nahe zu dem und/oder direkt stromab des ersten Substrats platziert sein und das dritte Substrat kann nahe zu dem und/oder direkt stromab des zweiten Substrats platziert sein.

[0024] Fig. 2 zeigt eine Drei-Zonen-Konfiguration von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, wobei eine erste Zone einen SCR-Katalysator enthält, die zweite Zone einen ASC enthalten kann, der eine Mischung eines Platingruppenmetalls auf einem Träger mit einem SCR-Katalysator aufweist, und die

dritte Zone einen DOC enthält. Die erste Zone befindet sich stromauf der zweiten Zone und die zweite Zone befindet sich stromauf der dritten Zone. In der Konfiguration von **Fig. 2** ist die Mischung in einer unteren Schicht enthalten, die sich von dem Auslassende des Substrats in Richtung des Einlassendes erstreckt und weniger als die gesamte Länge des Substrats bedeckt. Der DOC ist in einer oben auf der unteren Schicht befindlichen oberen Schicht enthalten, die sich von dem Auslassende des Substrats erstreckt und sich bis zu weniger als der Länge der unteren Schicht erstreckt. Der SCR-Katalysator der ersten Zone ist in einer Schicht enthalten, die sich von dem Einlassende des Substrats erstreckt und sich in Richtung des Auslassendes erstreckt, wobei sie weniger als eine gesamte Länge des Substrats bedeckt, und wobei sie die die Mischung enthaltende untere Schicht überlappt.

[0025] **Fig. 3** zeigt eine Drei-Zonen-Konfiguration von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, wobei eine erste Zone einen SCR-Katalysator enthält, die zweite Zone einen ASC umfassen kann, der eine Mischung eines Platingruppenmetalls auf einem Träger mit einem SCR-Katalysator aufweist, und die dritte Zone einen DOC enthält. Die erste Zone befindet sich stromauf der zweiten Zone und die zweite Zone befindet sich stromauf der dritten Zone. In der Konfiguration von **Fig. 2** ist die Mischung in einer unteren Schicht enthalten, die sich von dem Auslassende des Substrats in Richtung des Einlassendes erstreckt und weniger als die gesamte Länge des Substrats bedeckt. Die DOC-Zone ist mit einer Lösung von Platinnitrat oder Palladiumnitrat oder einem Gemisch von Platin- und Palladiumnitrat imprägniert. Der SCR-Katalysator der ersten Zone ist in einer Schicht enthalten, die sich von dem Einlassende des Substrats erstreckt und sich in Richtung des Auslassendes erstreckt, wobei sie weniger als eine gesamte Länge des Substrats bedeckt, und die die Mischung enthaltende untere Schicht überlappt.

[0026] Ein Verfahren zum Verringern der Emissionen aus einem Abgasstrom kann ein In-Kontakt-bringen des Abgasstroms mit einem hier beschriebenen Katalysatorartikel umfassen.

Ammoniakoxidationskatalysator

[0027] Die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung können einen oder mehrere Ammoniakoxidationskatalysator(en), die auch als Ammoniak-Slip-Katalysatoren („ASC“) bezeichnet werden, umfassen. Ein oder mehrere ASC können zusammen mit oder stromab von einem SCR-Katalysator enthalten sein, um überschüssiges Ammoniak zu oxidieren und es daran zu hindern, in die Atmosphäre freigesetzt zu werden. In einigen Ausführungsformen kann der ASC auf dem gleichen Substrat wie ein SCR-Katalysator vorhanden sein, oder mit einem SCR-Katalysa-

tor gemischt sein. In bestimmten Ausführungsformen kann das Ammoniakoxidationskatalysatormaterial so gewählt sein, dass es die Oxidation von Ammoniak anstelle einer Bildung von NO_x oder N_2O begünstigt. Bevorzugte Katalysatormaterialien umfassen Platin, Palladium oder eine Kombination hiervon. Der Ammoniakoxidationskatalysator kann Platin und/oder Palladium, das auf einem Metalloxid geträgert ist, umfassen. In einigen Ausführungsformen ist der Katalysator auf einem eine hohe Oberfläche aufweisenden Träger, einschließlich, ohne darauf beschränkt zu sein, Aluminiumoxid, angeordnet.

[0028] In einigen Ausführungsformen umfasst der Ammoniakoxidationskatalysator ein Platingruppenmetall auf einem siliciumhaltigen Träger. Ein siliciumhaltiges Material kann ein Material umfassen, wie beispielsweise: **(1)** Siliciumdioxid, **(2)** einen Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mindestens 200, und **(3)** amorphes, mit Siliciumdioxid dotiertes Aluminiumoxid mit einem SiO_2 -Gehalt $\geq 40\%$. In einigen Ausführungsformen kann ein siliciumhaltiges Material ein Material, wie beispielsweise einen Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mindestens 200, mindestens 250, mindestens 300, mindestens 400, mindestens 500, mindestens 600, mindestens 750, mindestens 800 oder mindestens 1000, umfassen. In einigen Ausführungsformen ist ein Platingruppenmetall auf dem Träger in einer Menge von etwa 0, 5 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 1 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 1, 5 Gew.-% bis etwa 4 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 10 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 0,5 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 1 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 2 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 3 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 4 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 5 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 6 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 7 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 8 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, etwa 9 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers oder etwa 10 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers, vorhanden.

[0029] In einigen Ausführungsformen kann der siliciumhaltige Träger ein Molekularsieb umfassen, das einen BEA-, CDO-, CON-, FAU-, MEL-, MFI- oder MWW-Gerüsttyp aufweist.

SCR-Katalysator

[0030] Die Systeme der vorliegenden Erfindung können einen oder mehrere SCR-Katalysator(en) umfassen. In einigen Ausführungsformen kann ein Katalysatorartikel einen ersten SCR-Katalysator und einen zweiten SCR-Katalysator umfassen. In einigen Ausführungsformen können der erste SCR-Katalysator und der zweite SCR-Katalysator die gleiche Formulierung wie der jeweils andere umfassen. In einigen Ausführungsformen können der erste SCR-Katalysator und der zweite Katalysator unterschiedliche Formulierungen als der jeweils andere umfassen.

[0031] Das Abgassystem der Erfindung kann einen SCR-Katalysator umfassen, der stromab eines Injektors zum Einführen von Ammoniak oder einer zu Ammoniak zersetzbaren Verbindung in das Abgas positioniert ist. Der SCR-Katalysator kann direkt stromab des Injektors zum Injizieren von Ammoniak oder einer zu Ammoniak zersetzbaren Verbindung positioniert sein (beispielsweise ist kein dazwischenliegender Katalysator zwischen dem Injektor und dem SCR-Katalysator vorhanden).

[0032] Der SCR-Katalysator umfasst ein Substrat und eine Katalysatorzusammensetzung. Das Substrat kann ein Durchflusssubstrat oder ein Filtersubstrat sein. Wenn der SCR-Katalysator ein Durchflusssubstrat aufweist, kann das Substrat die SCR-Katalysatorzusammensetzung umfassen (d.h. der SCR-Katalysator wird durch Extrusion erhalten) oder die SCR-Katalysatorzusammensetzung kann auf dem Substrat angeordnet oder geträgert sein (d.h. die SCR-Katalysatorzusammensetzung wird mittels eines Washcoatverfahrens auf das Substrat appliziert).

[0033] Wenn der SCR-Katalysator ein Filtersubstrat aufweist, dann handelt es sich um einen selektiven katalytischen Reduktions-Filter-Katalysator, der hier durch die Abkürzung „SCR-F“ bezeichnet wird. Das SCR-F umfasst ein Filtersubstrat und die selektive katalytische Reduktions(SCR)-Zusammensetzung. Bezugnahmen auf die Verwendung von SCR-Katalysatoren in der gesamten Anmeldung sollen ebenso, sofern anwendbar, die Verwendung von SCR-F-Katalysatoren umfassen.

[0034] Die selektive katalytische Reduktionszusammensetzung kann eine SCR-Katalysatorformulierung auf Metalloxidbasis, eine SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis oder ein Gemisch hiervon umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen. Solche SCR-Katalysatorformulierungen sind auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt.

[0035] Die selektive katalytische Reduktionszusammensetzung kann eine SCR-Katalysatorformulierung auf Metalloxidbasis umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen. Die SCR-Katalysatorformulierung

auf Metalloxidbasis umfasst Vanadium oder Wolfram oder ein Gemisch hiervon, geträgert auf einem hitzebeständigen Oxid. Das hitzebeständige Oxid kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titanoxid, Zirconiumoxid, Ceroxid und Kombinationen hiervon besteht.

[0036] Die SCR-Katalysatorformulierung auf Metalloxidbasis kann ein Oxid von Vanadium (z.B. V_2O_5) und/oder ein Oxid von Wolfram (z.B. WO_3), geträgert auf einem hitzebeständigen Oxid, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Titanoxid (z.B. TiO_2), Ceroxid (z.B. CeO_2) und einem Mischoxid oder Verbundoxid von Cer und Zirconium (z.B. $Ce_xZr_{(1-x)}O_2$, wobei $x = 0,1$ bis $0,9$, vorzugsweise $x = 0,2$ bis $0,5$ ist) besteht, umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen.

[0037] Wenn das hitzebeständige Oxid Titanoxid (z.B. TiO_2) ist, beträgt die Konzentration des Vanadiumoxids vorzugsweise $0,5$ bis 6 Gew.-% (z.B. der SCR-Formulierung auf Metalloxidbasis) und/oder die Konzentration des Wolframoxids (z.B. WO_3) beträgt 5 bis 20 Gew.-%. Bevorzugter sind das Oxid von Vanadium (z.B. V_2O_5) und das Oxid von Wolfram (z.B. WO_3) auf Titanoxid (z.B. TiO_2) geträgert.

[0038] Wenn das hitzebeständige Oxid Ceroxid (z.B. CeO_2) ist, beträgt die Konzentration des Vanadiumoxids vorzugsweise $0,1$ bis 9 Gew.-% (z.B. bezogen auf die SCR-Formulierung auf Metalloxidbasis) und/oder die Konzentration des Wolframoxids (z.B. WO_3) beträgt $0,1$ bis 9 Gew.-%.

[0039] Die SCR-Katalysatorformulierung auf Metalloxidbasis kann ein Oxid von Vanadium (z.B. V_2O_5) und optional ein Oxid von Wolfram (z.B. WO_3), geträgert auf Titanoxid (z.B. TiO_2), umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen.

[0040] Die selektive katalytische Reduktionszusammensetzung kann eine SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen. Die SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis umfasst ein Molekularsieb, das optional ein Übergangsmetall-ausgetauschtes Molekularsieb ist. Es ist bevorzugt, dass die SCR-Katalysatorformulierung ein Übergangsmetall-ausgetauschtes Molekularsieb umfasst.

[0041] Im Allgemeinen kann die SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis ein Molekularsieb mit einem Alumosilicatgerüst (z.B. Zeolith), einem Aluminophosphatgerüst (z.B. AlPO), einem Silicoaluminophosphatgerüst (z.B. SAPO), einem ein Heteroatom enthaltenden Alumosilicatgerüst, einem ein Heteroatom enthaltenden Aluminophosphatgerüst (z.B. MeAl-PO, wobei Me für ein Metall steht) oder einem ein Heteroatom enthaltenden Silicoaluminophosphatgerüst (z.B. MeAPSO, wobei Me für ein

Metall steht) umfassen. Das Heteroatom (d.h. in einem ein Heteroatom enthaltenden Gerüst) kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Bor (B), Gallium (Ga), Titan (Ti), Zirkon (Zr), Zink (Zn), Eisen (Fe), Vanadium (V) und Kombinationen von beliebigen zwei oder mehr hiervon besteht. Es ist bevorzugt, dass das Heteroatom ein Metall ist (z.B. jedes der obigen, ein Heteroatom enthaltenden Gerüste kann ein ein Metall enthaltendes Gerüst sein).

[0042] Es ist bevorzugt, dass die SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis ein Molekularsieb mit einem Alumosilicatgerüst (z.B. Zeolith) oder einem Silicoaluminophosphatgerüst (z.B. SAPO) umfasst oder im Wesentlichen daraus besteht.

[0043] Wenn das Molekularsieb ein Alumosilicatgerüst aufweist (z.B. das Molekularsieb ein Zeolith ist), weist das Molekularsieb typischerweise ein Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Molverhältnis (SAR) von 5 bis 200 (z.B. 10 bis 200), 10 bis 100 (z.B. 10 bis 30 oder 20 bis 80), wie beispielsweise 12 bis 40, oder 15 bis 30, auf. In einigen Ausführungsformen weist ein geeignetes Molekularsieb ein SAR von > 200, > 600 oder > 1200 auf. In einigen Ausführungsformen weist das Molekularsieb ein SAR von etwa 1500 bis etwa 2100 auf.

[0044] Typischerweise ist das Molekularsieb mikroporös. Ein mikroporöses Molekularsieb weist Poren mit einem Durchmesser von weniger als 2 nm auf (z.B. gemäß der IUPAC-Definition von „mikroporös“ [siehe Pure & Appl. Chem., 66(8), (1994), 1739-1758]).

[0045] Die SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis kann ein kleinporiges Molekularsieb (z.B. ein Molekularsieb mit einer maximalen Ringgröße von acht tetraedrischen Atomen), ein mittelporiges Molekularsieb (z.B. ein Molekularsieb mit einer maximalen Ringgröße von zehn tetraedrischen Atomen) oder ein großporiges Molekularsieb (z.B. ein Molekularsieb mit einer maximalen Ringgröße von zwölf tetraedrischen Atomen) oder eine Kombination von zwei oder mehr hiervon umfassen.

[0046] Wenn das Molekularsieb ein kleinporiges Molekularsieb ist, kann das kleinporige Molekularsieb eine Gerüststruktur aufweisen, die durch einen Gerüsttypcode (FTC) repräsentiert ist, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus ACO, AEI, AEN, AFN, AFT, AFX, ANA, APC, APD, ATT, CDO, CHA, DDR, DFT, EAB, EDI, EPI, ERI, GIS, GOO, IHW, ITE, ITW, LEV, LTA, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAV, SFW, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG und ZON oder einem Gemisch und/oder einer Verwachsung von zwei oder mehr hiervon besteht. Vorzugsweise weist das kleinporige Molekularsieb eine mittels FTC dargestellte Gerüststruktur auf, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus CHA,

LEV, AEI, AFX, ERI, LTA, SFW, KFI, DDR und ITE besteht. Bevorzugter weist das kleinporige Molekularsieb eine mittels FTC dargestellte Gerüststruktur auf, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus CHA und AEI besteht. Das kleinporige Molekularsieb kann eine durch den FTC CHA repräsentierte Gerüststruktur aufweisen. Das kleinporige Molekularsieb kann eine durch den FTC AEI repräsentierte Gerüststruktur aufweisen. Wenn das kleinporige Molekularsieb ein Zeolith ist und ein durch den FTC CHA repräsentiertes Gerüst aufweist, kann der Zeolith ein Chabazit sein.

[0047] Wenn das Molekularsieb ein mittelporiges Molekularsieb ist, kann das mittelporige Molekularsieb eine Gerüststruktur aufweisen, die durch einen Gerüsttypcode (FTC) repräsentiert ist, der aus AEL, AFO, AHT, BOF, BOZ, CGF, CGS, CHI, DAC, EUO, FER, HEU, IMF, ITH, ITR, JRY, JSR, JST, LAU, LOV, MEL, MFI, MFS, MRE, MTT, MVY, MWW, NAB, NAT, NES, OBW, -PAR, PCR, PON, PUN, RRO, RSN, SFF, SFG, STF, STI, STT, STW, -SVR, SZR, TER, TON, TUN, UOS, VSV, WEI und WEN oder einem Gemisch und/oder einer Verwachsung von zwei oder mehr hiervon besteht. Vorzugsweise weist das mittelporige Molekularsieb eine mittels FTC dargestellte Gerüststruktur auf, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus FER, MEL, MFI und STT besteht. Bevorzugter weist das mittelporige Molekularsieb eine mittels FTC dargestellte Gerüststruktur auf, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus FER und MFI, insbesondere MFI besteht. Wenn das mittelporige Molekularsieb ein Zeolith ist und ein durch den FTC FER oder MFI repräsentiertes Gerüst aufweist, kann der Zeolith Ferrierit, Silicalit oder ZSM-5 sein.

[0048] Wenn das Molekularsieb ein großporiges Molekularsieb ist, kann das großporige Molekularsieb eine Gerüststruktur aufweisen, die durch einen Gerüsttypcode (FTC) repräsentiert ist, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus AFI, AFR, AFS, AFY, ASV, ATO, ATS, BEA, BEC, BOG, BPH, BSV, CAN, CON, CZP, DFO, EMT, EON, EZT, FAU, GME, GON, IFR, ISV, ITG, IWR, IWS, IWV, IWW, JSR, LTF, LTL, MAZ, MEI, MOR, MOZ, MSE, MTW, NPO, OFF, OKO, OSI, -RON, RWY, SAF, SAO, SBE, SBS, SBT, SEW, SFE, SFO, SFS, SFV, SOF, SOS, STO, SSF, SSY, USI, UWY und VET oder einem Gemisch und/oder einer Verwachsung von zwei oder mehr hiervon besteht. Vorzugsweise weist das großporige Molekularsieb eine mittels FTC dargestellte Gerüststruktur auf, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus AFI, BEA, MAZ, MOR und OFF besteht. Bevorzugter weist das großporige Molekularsieb eine mittels FTC dargestellte Gerüststruktur auf, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus BEA, MOR und MFI besteht. Wenn das großporige Molekularsieb ein Zeolith ist und ein durch den FTC BEA, FAU oder MOR repräsentiertes Gerüst aufweist, kann der Zeolith ein Beta-Zeolith, Faujasit, Zeolith-Y, Zeolith-X oder Mordenit sein.

[0049] Im Allgemeinen ist es bevorzugt, dass das Molekularsieb ein kleinporiges Molekularsieb ist.

[0050] Die SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis umfasst vorzugsweise ein Übergangsmetall-ausgetauschtes Molekularsieb. Das Übergangsmetall kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Cobalt, Kupfer, Eisen, Mangan, Nickel, Palladium, Platin, Ruthenium und Rhenium besteht.

[0051] Das Übergangsmetall kann Kupfer sein. Ein Vorteil von SCR-Katalysatorformulierungen, die ein Kupfer-ausgetauschtes Molekularsieb enthalten, besteht darin, dass solche Formulierungen eine ausgezeichnete Niedertemperatur-NO_x-Reduktionsaktivität aufweisen (beispielsweise kann diese besser als die Niedertemperatur-NO_x-Reduktionsaktivität eines Eisen-ausgetauschten Molekularsiebs sein). Die Systeme und Verfahren der vorliegenden Erfindung können einen beliebigen Typ von SCR-Katalysator umfassen, jedoch können SCR-Katalysatoren, die Kupfer umfassen („Cu-SCR-Katalysatoren“), bemerkenswertere Nutzeffekte von den Systemen der vorliegenden Erfindung erfahren, da sie gegenüber den Auswirkungen einer Sulfatierung besonders empfindlich sind. Cu-SCR-Katalysatorformulierungen können beispielsweise Cu-ausgetauschtes SAPO-34, Cu-ausgetauschten CHA-Zeolith, Cu-ausgetauschte AEI-Zeolithe oder Kombinationen hiervon umfassen.

[0052] Das Übergangsmetall kann auf einer extra-Gerüst-Stelle auf der äußeren Oberfläche des Molekularsiebs oder in einem Kanal, Hohlraum oder Käfig des Molekularsiebs vorhanden sein.

[0053] Typischerweise umfasst das Übergangsmetall-ausgetauschte Molekularsieb eine Menge von 0,10 bis 10 Gew.-% des Übergangsmetall-ausgetauschten Molekular(siebs), vorzugsweise eine Menge von 0,2 bis 5 Gew.-%.

[0054] Im Allgemeinen umfasst der selektive katalytische Reduktions-Katalysator die selektive katalytische Reduktionszusammensetzung in einer Gesamtkonzentration von 0,5 bis 4,0 g/Zoll³, vorzugsweise von 1,0 bis 3,0 4,0 g/Zoll³.

[0055] Die SCR-Katalysatorzusammensetzung kann ein Gemisch einer SCR-Katalysatorformulierung auf Metalloxidbasis und einer SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis umfassen. Die (a) SCR-Katalysatorformulierung auf Metalloxidbasis kann ein Oxid von Vanadium (z.B. V₂O₅) und optional ein Oxid von Wolfram (z.B. WO₃), geträgert auf Titanoxid (z.B. TiO₂), umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen, und (b) die SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis kann ein Übergangsmetall-ausgetauschtes Molekularsieb umfassen.

[0056] Wenn der SCR-Katalysator ein SCR-F ist, kann das Filtersubstrat vorzugsweise ein Wandstromfiltersubstratmonolith sein. Der Wandstromfiltersubstratmonolith (z.B. SCR-DPF) weist typischerweise eine Zelldichte von 60 bis 400 Zellen pro Quadratzoll (cps) auf. Es ist bevorzugt, dass der Wandstromfiltersubstratmonolith eine Zelldichte von 100 bis 350 cps, bevorzugter von 200 bis 300 cps aufweist.

[0057] Der Wandstromfiltersubstratmonolith kann eine Wanddicke (z.B. eine mittlere Innenwanddicke) von 0,20 mm bis 0,50 mm, vorzugsweise von 0,25 mm bis 0,35 mm (beispielsweise etwa 0,30 mm) aufweisen.

[0058] Im Allgemeinen weist der nicht beschichtete Wandstromfiltersubstratmonolith eine Porosität von 50 % bis 80 %, vorzugsweise von 55 % bis 75 % und bevorzugter von 60 % bis 70 % auf.

[0059] Der nicht beschichtete Wandstromfiltersubstratmonolith weist typischerweise eine mittlere Porengröße von mindestens 5 µm auf. Es ist bevorzugt, dass die mittlere Porengröße 10 µm bis 40 µm, wie beispielsweise 15 µm bis 35 µm, bevorzugter 20 µm bis 30 µm beträgt.

[0060] Das Wandstromfiltersubstrat kann ein symmetrisches Zelldesign oder ein asymmetrisches Zelldesign aufweisen.

[0061] Im Allgemeinen ist bei einem SCR-F die selektive katalytische Reduktionszusammensetzung in der Wand bzw. in den Wänden des Wandstromfiltersubstratmonoliths angeordnet. Zusätzlich kann die selektive katalytische Reduktionszusammensetzung auf den Wänden der Einlasskanäle und/oder auf den Wänden der Auslasskanäle angeordnet sein.

Mischung

[0062] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können eine Mischung von (1) einem Platingruppenmetall auf einem Träger und (2) einem SCR-Katalysator umfassen. In einigen Ausführungsformen beträgt in der Mischung ein Gewichtsverhältnis des SCR-Katalysators zu dem Platingruppenmetall auf einem Träger etwa 3:1 bis etwa 300:1; etwa 3:1 bis etwa 250:1; etwa 3:1 bis etwa 200:1; etwa 4:1 bis etwa 150:1; etwa 5:1 bis etwa 100:1; etwa 6:1 bis etwa 90:1; etwa 7:1 bis etwa 80:1; etwa 8:1 bis etwa 70:1; etwa 9:1 bis etwa 60:1; etwa 10:1 bis etwa 50:1; etwa 3:1; etwa 4:1; etwa 5:1; etwa 6:1; etwa 7:1; etwa 8:1; etwa 9:1; etwa 10:1; etwa 15:1; etwa 20:1; etwa 25:1; etwa 30:1; etwa 40:1; etwa 50:1; etwa 75:1; etwa 100:1; etwa 125:1; etwa 150:1; etwa 175:1; etwa 200:1; etwa 225:1; etwa 250: ein; etwa 275:1 oder etwa 300:1.

DOC

[0063] Die Katalysatorartikel und Systeme der vorliegenden Erfindung können einen oder mehrere Dieseloxydationskatalysatoren umfassen. Oxidationskatalysatoren, und insbesondere Dieseloxydationskatalysatoren (DOCs) sind auf dem einschlägigen Fachgebiet gut bekannt. Oxidationskatalysatoren sind so ausgestaltet, dass sie CO zu CO₂ und Gasphasen-Kohlenwasserstoffe (HC) und eine organische Fraktion von Dieselpartikeln (lösliche organische Fraktion) zu CO₂ und H₂O oxidieren. Typische Oxidationskatalysatoren umfassen Platin und optional auch Palladium auf einer hohen Oberfläche aufweisenden anorganischen Oxidträger, wie z.B. Aluminiumoxid, Siliciumdioxid-Aluminiumoxid und einem Zeolith.

Substrat

[0064] Die Katalysatoren gemäß der vorliegenden Erfindung können jeweils ferner ein Durchflusssubstrat oder ein Filterssubstrat umfassen. In einer Ausführungsform kann der Katalysator auf das Durchfluss- oder Filterssubstrat aufgetragen sein und vorzugsweise auf dem Durchfluss- oder Filterssubstrat unter Verwendung eines Washcoatverfahrens abgeschieden werden.

[0065] Die Kombination eines SCR-Katalysators und eines Filters ist als selektiver katalytischer Reduktionsfilter (SCR-F)-Katalysator bekannt. Ein SCR-F-Katalysator ist eine Einzelsubstratvorrichtung, die die Funktionalität eines SCR und eines Partikelfilters kombiniert, und er eignet sich für Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung je nach Wunsch. Die Beschreibung und die Bezugnahme auf den SCR-Katalysator in dieser Anmeldung sollen genauso den SCR-F-Katalysator, sofern anwendbar, umfassen.

[0066] Das Durchfluss- oder Filterssubstrat ist ein Substrat, das in der Lage ist, Katalysator/Adsorber-Komponenten zu enthalten. Das Substrat ist vorzugsweise ein keramisches Substrat oder ein metallisches Substrat. Das keramische Substrat kann aus einem beliebigen geeigneten feuerfesten Material, beispielsweise Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titanoxid, Ceroxid, Zirconiumoxid, Magnesiumoxid, Zeolithen, Siliciumnitrid, Siliciumcarbid, Zirconiumsilicaten, Magnesiumsilicaten, Alumosilicaten, Metalloalumosilicaten (z.B. Cordierit und Spudomen) oder einem Gemisch oder Mischoxid von beliebigen zwei oder mehr hiervon hergestellt sein. Cordierit, ein Magnesiumalumosilicat, und Siliciumcarbid sind besonders bevorzugt.

[0067] Die metallischen Substrate können aus einem beliebigen geeigneten Metall und insbesondere wärmebeständigen Metallen und Metalllegierungen, wie beispielsweise Titan und nicht rostendem

Stahl, sowie ferritischen Legierungen, die Eisen, Nickel, Chrom und/oder Aluminium zusätzlich zu anderen Spurenmetallen enthalten, hergestellt sein.

[0068] Das Durchflusssubstrat ist vorzugsweise ein Durchflussmonolith mit einer Wabenstruktur mit vielen kleinen parallelen dünnwandigen Kanälen, die axial durch das Substrat verlaufen und sich von einem Einlass oder einem Auslass des Substrats durch es hindurch erstrecken. Der Kanalquerschnitt des Substrats kann eine beliebige Form besitzen, vorzugsweise ist er jedoch quadratisch, sinusförmig, dreieckig, rechteckig, hexagonal, trapezförmig, kreisförmig oder oval. Das Durchflusssubstrat kann ferner eine hohe Porosität besitzen, die es erlaubt, dass der Katalysator in die Substratwände eindringt.

[0069] Das Filterssubstrat ist vorzugsweise ein Wandstrommonolithfilter. Die Kanäle eines Wandstromfilters sind wechselweise blockiert, was erlaubt, dass der Abgasstrom einen Kanal von dem Einlass betritt, dann durch die Kanalwände hindurchströmt und das Filter aus einem unterschiedlichen, zu dem Auslass führenden Kanal verlässt. Partikel in dem Abgasstrom werden so in dem Filter eingefangen.

[0070] Der Katalysator/Adsorber kann dem Durchfluss- oder Filterssubstrat mittels beliebiger bekannter Maßnahmen, beispielsweise mittels eines Washcoatverfahrens, zugegeben werden.

Reduktionsmittel/Harnstoffinjektor

[0071] Das System kann ein Mittel zum Einführen eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels in das Abgassystem stromauf des SCR- und/oder des SCR-F-Katalysators umfassen. Es kann bevorzugt sein, dass das Mittel zum Einführen eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels in das Abgassystem sich direkt stromauf des SCR- oder SCR-F-Katalysators befindet (beispielsweise gibt es keinen dazwischenliegenden Katalysator zwischen dem Mittel zum Einführen eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels und dem SCR- oder SCR-F-Katalysator).

[0072] Das Reduktionsmittel wird zu dem strömenden Abgas mithilfe eines beliebigen geeigneten Mittels zum Einführen eines Reduktionsmittels in das Abgas zugegeben. Geeignete Mittel umfassen einen Injektor, eine Sprühhvorrichtung oder eine Zuspelungsvorrichtung. Solche Mittel sind auf dem einschlägigen Fachgebiet wohlbekannt.

[0073] Das stickstoffhaltige Reduktionsmittel zur Verwendung in dem System kann Ammoniak per se, Hydrazin oder ein Ammoniakvorläufer, der aus der aus Harnstoff, Ammoniumcarbonat, Ammoniumcarbammat, Ammoniumhydrogencarbonat und Ammoniumformiat bestehenden Gruppe ausgewählt ist, sein. Harnstoff ist besonders bevorzugt.

[0074] Das Abgassystem kann ferner ein Mittel zum Steuern der Einführung von Reduktionsmittel in das Abgas, um das darin befindliche NO_x zu reduzieren, umfassen. Bevorzugte Steuerungsmittel können eine elektronische Steuereinheit, optional eine Motorsteuereinheit, umfassen und können zusätzlich einen NO_x -Sensor, der sich stromab des NO_x -Reduktionskatalysators befindet, umfassen.

Vorteile

[0075] Die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung können eine höhere katalytische Aktivität und Selektivität liefern. Zusätzlich kann in einigen Ausführungsformen die Oxidation von HC und Erzeugung einer Exothermie in der hinteren Zone konzentriert sein, wodurch die vorderseitige ASC-Zone vor einem hydrothermalen Abbau geschützt wird.

[0076] In einigen Ausführungsformen können die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine äquivalente oder erhöhte Aktivität bezüglich der NH_3 -Umwandlung im Vergleich zu einem Katalysatorartikel aufweisen, der äquivalent ist, mit der Ausnahme, dass er den ersten SCR-Katalysator nicht umfasst und einen nicht-siliciumhaltigen Träger aufweist. In einigen Ausführungsformen können die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine erhöhte Aktivität bezüglich der NH_3 -Umwandlung im Vergleich zu einem Katalysatorartikel aufweisen, der gleichwertig ist, mit der Ausnahme, dass er den ersten SCR-Katalysator nicht umfasst und einen nicht-siliciumhaltigen Träger aufweist, wobei der erfindungsgemäße Katalysatorartikel eine Verbesserung bezüglich der NH_3 -Umwandlung bei Temperaturen zwischen etwa 200 °C und etwa 300 °C von bis zu etwa 20 %, bis zu etwa 15 %, bis zu etwa 10 %, etwa 1 % bis etwa 20 %, etwa 2 % bis etwa 18 %, etwa 3 % bis etwa 16 %, etwa 4 % bis etwa 14 %, etwa 5 % bis etwa 12 %, etwa 5 % bis etwa 10 %, etwa 1 %, etwa 2 %, etwa 3 %, etwa 4 %, etwa 5 %, etwa 6 %, etwa 8 %, etwa 10 %, etwa 12 %, etwa 15 %, etwa 17 % oder etwa 20 % zeigt.

[0077] In einigen Ausführungsformen können die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine äquivalente oder erhöhte NO_x -Umwandlung im Vergleich zu einem Katalysatorartikel aufweisen, der äquivalent ist, außer dass er den ersten SCR-Katalysator nicht umfasst und einen nicht-siliciumhaltigen Träger aufweist. In einigen Ausführungsformen können die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine erhöhte Aktivität bezüglich der NO_x -Umwandlung im Vergleich zu einem Katalysatorartikel aufweisen, der äquivalent ist, außer dass er den ersten SCR-Katalysator nicht umfasst und einen nicht-siliciumhaltigen Träger aufweist, wobei der erfindungsgemäße Katalysatorartikel eine Verbesserung der NO_x -Umwandlung bei Temperaturen zwischen oberhalb von etwa 300 °C von bis zu etwa 75 %, bis zu etwa 60 %, bis zu etwa 50 %, bis zu etwa 40 %, von etwa

1 % bis etwa 70 %, etwa 5 % bis etwa 60 %, etwa 10 % bis etwa 50 %, etwa 15 % bis etwa 45 %, etwa 20 % bis etwa 40 %, etwa 25 % bis etwa 35 %, etwa 1 %, etwa 2 %, etwa 5 %, etwa 10 %, etwa 15 %, etwa 20 %, etwa 25 %, etwa 30 %, etwa 35 %, etwa 40 %, etwa 45 %, etwa 50 %, etwa 55 %, etwa 60 %, etwa 65 %, etwa 70 % oder etwa 75 % zeigt.

[0078] In einigen Ausführungsformen können die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine verringerte Aktivität bezüglich der N_2O -Bildung bei Temperaturen zwischen 200 °C und 500 °C im Vergleich zu einem Katalysator aufweisen, der äquivalent ist, außer, dass er den ersten SCR-Katalysator nicht umfasst und einen nicht-siliciumhaltigen Träger aufweist. In einigen Ausführungsformen können die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine verringerte Aktivität bezüglich der N_2O -Bildung im Vergleich zu einem Katalysatorartikel aufweisen, der äquivalent ist, außer dass er den ersten SCR-Katalysator nicht umfasst und einen nicht-siliciumhaltigen Träger aufweist, wobei der erfindungsgemäße Katalysatorartikel eine Verringerung der N_2O -Bildung bei Temperaturen zwischen 200 °C und 500 °C von bis zu etwa 75 %, bis zu etwa 60 %, bis zu etwa 50 %, bis zu etwa 40 %, von etwa 1 % bis etwa 70 %, etwa 5 % bis etwa 65 %, etwa 10 % bis etwa 60 %, etwa 15 % bis etwa 55 %, etwa 20 % bis etwa 50 %, etwa 25 % bis etwa 45 %, etwa 30 % bis etwa 40 %, etwa 1 %, etwa 5 %, etwa 10 %, etwa 15 %, etwa 20 %, etwa 25 %, etwa 30 %, etwa 35 %, etwa 40 %, etwa 45 %, etwa 50 %, etwa 55 %, etwa 60 %, etwa 65 % oder etwa 70 % zeigt.

[0079] In einigen Ausführungsformen umfassen die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine erste Zone, die eine verringerte Aktivität bezüglich der Kohlenwasserstoffumwandlung bei Temperaturen ≥ 250 °C im Vergleich zu einem Katalysatorartikel aufweist, der äquivalent ist, außer, dass er den ersten SCR-Katalysator nicht umfasst und einen nicht-siliciumhaltigen Träger aufweist. In einigen Ausführungsformen können die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine erste Zone umfassen, die eine verringerte Aktivität bezüglich einer Kohlenwasserstoffumwandlung im Vergleich zu einem Katalysator aufweist, der äquivalent ist, außer dass er den ersten SCR-Katalysator nicht umfasst und einen nicht-siliciumhaltigen Träger aufweist, wobei die erste Zone eine Verringerung der Aktivität für eine Kohlenwasserstoffumwandlung bei Temperaturen ≥ 250 °C von bis zu etwa 95 %, bis zu etwa 90 %, bis zu etwa 80 %, bis zu etwa 70 %, bis zu etwa 60 %, bis zu etwa 50 %, bis zu etwa 40 %, von etwa 1 % bis etwa 95 %, etwa 5 % bis etwa 90 %, etwa 10 % bis etwa 90 %, etwa 15 % bis etwa 90 %, etwa 20 % bis etwa 90 %, etwa 20 % bis etwa 70 %, etwa 20 % bis etwa 65 %, etwa 20 % bis etwa 60 %, etwa 20 % bis etwa 55 %, etwa 20 % bis etwa 50 %, etwa 25 % bis etwa 45 %, etwa 30 % bis etwa 40 %, etwa 1 %, etwa 5 %, etwa 10 %,

etwa 15 %, etwa 20 %, etwa 25 %, etwa 30 %, etwa 35 %, etwa 40 %, etwa 45 %, etwa 50 %, etwa 55 %, etwa 60 %, etwa 65 %, etwa 70 %, etwa 75 %, etwa 80 %, etwa 85 %, etwa 90 % oder etwa 95 %, zeigt.

[0080] In einigen Ausführungsformen umfassen die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine erste Zone mit einer verringerten Exothermenenerzeugung bei Temperaturen ≥ 250 °C im Vergleich zu einem Katalysatorartikel aufweist, der äquivalent ist, außer dass er den ersten SCR-Katalysator nicht umfasst und einen nicht-siliciumhaltigen Träger aufweist. In einigen Ausführungsformen der Erfindung können die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine erste Zone mit verringerter Exothermenenerzeugung im Vergleich zu einem Katalysatorartikel aufweisen, der äquivalent ist, außer dass er den ersten SCR-Katalysator nicht umfasst und einen nicht-siliciumhaltigen Träger aufweist, wobei die erste Zone eine Verringerung der Exothermenenerzeugung bei Temperaturen ≥ 250 °C von bis zu etwa 95 %, bis etwa 90 %, bis etwa 80 %, bis etwa 70 %, bis etwa 60 %, bis etwa 50 %, bis etwa 40 %, von etwa 1 % bis etwa 95 %, etwa 5 % bis etwa 90 %, etwa 10 % bis etwa 90 %, etwa 15 % bis etwa 90 %, etwa 20 % bis etwa 90 %, etwa 20 % bis etwa 70 %, etwa 20 % bis etwa 65 %, etwa 20 % bis etwa 60 %, etwa 20 % bis etwa 55 %, etwa 20 % bis etwa 50 %, etwa 25 % bis etwa 45 %, etwa 30 % bis etwa 40 %, etwa 1 %, etwa 5 %, etwa 10 %, etwa 15 %, etwa 20 %, etwa 25 %, etwa 30 %, etwa 35 %, etwa 40 %, etwa 45 %, etwa 50 %, etwa 55 %, etwa 60 %, etwa 65 %, etwa 70 %, etwa 75 %, etwa 80 %, etwa 85 %, etwa 90 % oder etwa 95 %, zeigt.

[0081] Wie in der vorliegenden Beschreibung und den Patentansprüchen verwendet, umfassen die Singularformen „ein“, „eine“, „einer“ und „der“, „die“, „das“ die entsprechenden Pluralformen, wenn der Zusammenhang es ist nicht deutlich anders anzeigt. Somit umfasst beispielsweise eine Bezugnahme auf „einen Katalysator“ ein Gemisch von zwei oder mehr Katalysatoren, u. dgl.

[0082] Der Begriff „Ammoniak-Schlupf“ bedeutet die Menge von nicht umgesetztem Ammoniak, die durch den SCR-Katalysator hindurchtritt.

[0083] Der Begriff „Träger“ bedeutet das Material, an das ein Katalysator fixiert ist.

[0084] Der Begriff „calciniere“ oder „Calcinierung“ bedeutet ein Erhitzen des Materials in Luft oder Sauerstoff. Diese Definition stimmt mit der IUPAC-Definition einer Calcinierung überein. (IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2. Ausgabe („Gold Book“). Erstellt von A. D. McNaught und A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). Korrigierte XML-Onlineversion: <http://goldbook.iupac.org> (2006-), erzeugt von M. Nic, J. Jirat, B. Kosata; die

Updates wurden von A. Jenkins zusammengestellt. ISBN 0-9678550-9-8. Doi:10.1351/ goldbook). Die Calcinierung wird durchgeführt, um ein Metallsalz zu zersetzen und den Austausch von Metallionen in dem Katalysator zu unterstützen und auch um den Katalysator an ein Substrat anzuheften. Die bei der Calcinierung verwendeten Temperaturen hängen von den Komponenten in dem zu calcinierenden Material ab und liegen im Allgemeinen zwischen etwa 400 °C bis etwa 900 °C während etwa 1 bis 8 Stunden. In einigen Fällen kann eine Calcinierung bis zu einer Temperatur von etwa 1200 °C durchgeführt werden. Bei Anwendungen, die die hier beschriebenen Verfahren einbeziehen, werden die Calcinierungen im Allgemeinen bei Temperaturen von etwa 400 °C bis etwa 700 °C während etwa 1 bis 8 Stunden, vorzugsweise bei Temperaturen von etwa 400 °C bis etwa 650 °C während etwa 1 bis 4 Stunden durchgeführt.

[0085] Wenn ein Bereich oder Bereiche für verschiedene numerische Elemente bereitgestellt wird (werden), kann der Bereich bzw. können die Bereiche die Werte umfassen, wenn nicht anders angegeben.

[0086] Der Begriff „N₂-Selektivität“ bedeutet die prozentuale Umwandlung von Ammoniak in Stickstoff.

[0087] Die Begriffe „Dieseloxidationskatalysator“ (DOC), „exothermer Dieselmkatalysator“ (DEC), „NO_x-Absorber“, „SCR-PNA“ (selektiver katalytischer Reduktions-(Katalysator) / Passiv-NO_x-Adsorber), „Kaltstart-Katalysator“ (CSC) und „Drei-Wege-Katalysator“ (TWC) sind auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannte Begriffe, die zur Beschreibung verschiedener, zur Behandlung von Abgasen aus Verbrennungsprozessen verwendeter Katalysatortypen verwendet werden.

[0088] Der Begriff „Platingruppenmetall“ oder „PGM“ bezieht sich auf Platin, Palladium, Ruthenium, Rhodium, Osmium und Iridium. Die Platingruppenmetalle sind vorzugsweise Platin, Palladium, Ruthenium oder Rhodium.

[0089] Die Begriffe „stromab“ und „stromauf“ beschreiben die Orientierung eines Katalysators oder Substrats, wobei die Strömung des Abgases von dem Einlassende zu dem Auslassende des Substrats oder Artikels erfolgt.

[0090] Die nachfolgenden Beispiele dienen lediglich der Veranschaulichung der Erfindung, der Fachmann erkennt zahlreiche Variationen, die unter den Geist der Erfindung und den Umfang der Patentansprüche fallen.

Beispiel 1

[0091] Es wurden Katalysatoren gemäß den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sowie

Referenzkatalysatoren hergestellt. Zwei Zonen aufweisende ASC+DOC-Katalysatoren wurden hergestellt. Ein eine Mischung umfassender ASC-Katalysator wurde hergestellt, der eine erste Zone mit einer SCR-Katalysatoroberschicht von Cu auf einem Zeolith und einer unteren Schicht mit einer Mischung von (1) Platin auf einem Zeolith und (2) Cu auf einem Zeolith, und eine zweite Zone mit einem DOC aufwies (wie beispielsweise die Konfiguration, die in **Fig. 1** gezeigt ist). Ein herkömmlicher ASC-Katalysator wurde hergestellt, der eine erste Zone mit einer SCR-Katalysatoroberschicht von Cu auf einem Zeolith und einer unteren Schicht mit Platin auf einem Zeolith (und keinen SCR-Katalysator) aufwies (wie beispielsweise die in **Fig. 4** gezeigte Konfiguration). Beide Katalysatoren wurden mit einer Pt-Beladung von 3 g/ft³ in der ASC-Zone und mit identischen DOC-Zonen hergestellt. Die Katalysatoren wurden unter Bedingungen getestet, um gleichzeitig die SCR-, ASC- und DOC-Funktion zu beanspruchen. Im Einzelnen wurden die Katalysatoren unter den folgenden Bedingungen getestet: 1000 ppm NO, 1200 ppm NH₃, 200 ppm CO, 5000 ppm (auf C₁-Basis) C₁₀H₂₂, 10 % O₂, 10 % CO₂, 10 % H₂O, Rest N₂; Raumgeschwindigkeit = 80.000 h⁻¹ mit lediglich der ASC-Zone, Raumgeschwindigkeit = 40.000 h⁻¹ mit ASC-Zone+DOC-Zone. Zusätzlich wurden, um die von jeder Zone geleisteten individuellen Beiträge zur Gesamtleistungsfähigkeit zu verstehen, die zwei ASC-Katalysatoren (der Misch- bzw. Mischungs-ASC und der herkömmliche ASC) auch alleine, ohne die rückwärtige DOC-Zone, getestet.

[0092] Die Ergebnisse für die NO-Umwandlung, HC-Umwandlung, N₂O-Bildung, Auslasstemperatur, NH₃-Umwandlung, CO-Umwandlung und N₂-Ausbeute sind in den **Fig. 5** bis **Fig. 11** enthalten.

[0093] Bei einem Vergleich der in **Fig. 5** gezeigten NH₃-Umwandlungen zeigten beide ASCs äquivalente Leistungsfähigkeiten entweder mit oder ohne einen stromabseitigen DOC. Auf der anderen Seite zeigte der Mischungs-ASC aufgrund seiner höheren N₂-Selektivität eine viel höhere NO-Umwandlung (**Fig. 6**) und geringere N₂O-Bildung (**Fig. 9**) im Vergleich zu dem herkömmlichen ASC. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Mischungs-ASC ein überlegener Katalysator für sowohl die NO_x-Reduktion als auch die Steuerung des NH₃-Schlupfs unter diesen Bedingungen ist.

[0094] Überraschenderweise zeigt der Mischungs-ASC eine signifikant geringere Aktivität bezüglich einer HC-Umwandlung (**Fig. 8**) und der Erzeugung einer Exotherme (**Fig. 11**) im Vergleich zu dem herkömmlichen ASC (z.B. ~ 30 % HC-Umwandlung gegenüber ~ 80 % Umwandlung bei 350 °C). Die geringere HC-Umwandlung an dem Mischungs-ASC, beeinflusst jedoch nicht die Exothermenerzeugung aus dem ASC+DOC-System; wie in den **Fig. 8** und **Fig. 11** gezeigt, erreicht das Gesamtsystem (ASC+DOC) ei-

ne äquivalente HC-Umwandlung und Exothermenerzeugung ungeachtet des Typs des stromaufseitigen ASC. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass, verglichen mit einem herkömmlichen ASC+DOC-System, bei dem Mischungs-ASC+DOC (-System) der Hauptteil der HC-Umwandlung an der am hinteren Ende befindlichen DOC-Zone erfolgt, wobei wenig HC-Umwandlung und Exothermenerzeugung in der vorderseitigen ASC-Zone auftreten. Es ist bekannt, dass ein hydrothermales Altern eine Verringerung der N₂-Selektivität (aufgrund des Abbaus der SCR-Komponente) und möglicherweise eine Verringerung der Aktivität (aufgrund einer Pt-Migration/Verflüchtigung) verursacht; daher wurde bei dem erfindungsgemäßen Katalysator festgestellt, dass die ASC-Komponente/-Funktionalität in effektiver Weise vor einer hydrothermalen Exposition während HC/Kraftstoff-Injektionsereignissen geschützt ist.

Beispiel 2

[0095] Ein nicht-zonierter DOC-Katalysator wurde als eine Referenzprobe für die Messung der Erzeugung einer Exotherme bei einer Kraftstoffinjektion an dem DOC-Einlass am Motor durchgeführt. Ein Mischungs-ASC-Katalysator wurde hergestellt, der eine erste Zone mit einer SCR-Katalysatoroberschicht von Cu auf einem Zeolith und einer unteren Schicht mit einer Mischung von (1) Platin auf einem Zeolith und (2) Cu auf einem Zeolith, sowie eine zweite Zone mit einem DOC (wie beispielsweise die in **Fig. 1** gezeigte Konfiguration) aufwies. Die zweite Zone enthielt einen identischen DOC-Katalysator wie der nicht-zonierete Referenz-DOC, jedoch mit in dieser Zone konzentriertem PGM (höhere PGM-Dichte in g/ft³), um die gleiche DOC-PGM-Gesamtbeladung (g) zu erreichen. Die ASC-Zone enthielt eine Pt-Beladung von 3 g/ft³.

[0096] Der Test bezüglich der Erzeugung einer Exotherme wurde am Motor durchgeführt, wobei auf eine Einlasstemperatur von 320 °C und eine Raumgeschwindigkeit von 70.000 h⁻¹ mit ASC+DOC-Zonen abgezielt wurde. Nach Stabilisierung der Einlasstemperatur wurde eine Kraftstoffinjektion am DOC-Einlass ausgelöst, um eine Auslasstemperatur von 580 °C zu erreichen. Thermoelemente wurden über das Katalysatorbett hinweg inseriert, um die Exothermenerzeugung (an einem Ort) 1 Zoll von der Vorderseite und 1 Zoll von der Hinterseite bei dem nicht-zoniertem Referenz-DOC und bei dem zoniertem ASC+DOC aufzuzeichnen und zu differenzieren. Ein Vergleich dieser Temperaturen während des Tests bzgl. der Erzeugung einer Exotherme ist in **Fig. 12** enthalten. Abzielend auf eine gleiche Einlass- und Auslasstemperatur während einer Kraftstoffinjektion ist ersichtlich, dass während des einen Gleichgewichtszustand aufweisenden Teils des Tests die Temperaturmesswerte (an einem Ort) 1 Zoll von dem vorderseitigen Bett bei dem zonierten ASC+DOC (~ 330 °C) viel

niedriger sind als bei dem nicht-zonierten DOC (515 °C). Dieses Beispiel belegt den zuvor genannten Vorteil des Schützens der vorderseitigen ASC-Zone vor einem hydrothermalen Abbau aufgrund des Fehlens des Einwirkens einer hohen Temperatur während einer Exothermenerzeugung in dieser Zone. Ebenfalls bemerkenswert ist, dass ein schnellerer Anstieg der Temperaturen, der während des frühen Teils des Tests (an einem Ort) 1 Zoll von der hinteren Seite bei dem ASC + zonierten DOC im Vergleich zu dem nicht-zonierten DOC zu beobachten ist, auftritt, welcher verdeutlicht, dass die Erzeugung einer Exothermie in der rückwärtigen Zone durch Platzierung der DOC-Zone in dem hinteren Teil konzentriert ist.

Patentansprüche

1. Katalysatorartikel, der ein eine Einlassseite und eine Auslassseite umfassendes Substrat, eine erste Zone und eine zweite Zone umfasst, wobei die erste Zone einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC), der ein Platingruppenmetall auf einem Träger umfasst, und einen ersten SCR-Katalysator umfasst, wobei die zweite Zone einen Katalysator umfasst, der aus Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Dieseloxidationskatalysator (DOC) und einem exothermen Dieselkatalysator (DEC) besteht, und wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet.
2. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei die erste Zone Folgendes umfasst:
 - a. eine untere Schicht, die eine Mischung von: (1) dem Platingruppenmetall auf einem Träger und (2) dem ersten SCR-Katalysator umfasst,
 - b. eine obere Schicht, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, wobei die obere Schicht über der unteren Schicht angeordnet ist.
3. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei der Träger ein siliciumhaltiges Material umfasst.
4. Katalysatorartikel nach Anspruch 3, wobei das siliciumhaltige Material ein Material umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus (1) Siliciumdioxid, (2) einem Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mehr als 200, und (3) amorphem, mit Siliciumdioxid dotiertem Aluminiumoxid mit einem SiO₂-Gehalt ≥ 40 % besteht.
5. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei das Platingruppenmetall auf dem Träger in einer Menge von etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers vorhanden ist.
6. Katalysatorartikel nach Anspruch 2, worin in der Mischung ein Gewichtsverhältnis des ersten SCR-Katalysators zu dem Platingruppenmetall auf einem Träger etwa 5:1 bis etwa 100:1 beträgt.
7. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei der erste SCR-Katalysator Kupfer umfasst.
8. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei sich die erste Zone und die zweite Zone auf einem einzelnen Substrat befinden und sich die erste Zone auf der Einlassseite des Substrats befindet und sich die zweite Zone auf der Auslassseite des Substrats befindet.
9. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei das Substrat ein erstes Substrat und ein zweites Substrat umfasst, wobei sich die erste Zone auf dem ersten Substrat befindet und sich die zweite Zone auf dem zweiten Substrat befindet und sich das erste Substrat stromauf des zweiten Substrats befindet.
10. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei die erste Zone Folgendes umfasst:
 - a. eine untere Schicht, die das Platingruppenmetall auf einem Träger umfasst;
 - b. eine obere Schicht, die den ersten SCR-Katalysator umfasst, wobei die obere Schicht über der unteren Schicht angeordnet ist.
11. Verfahren zum Verringern von Emissionen aus einem Abgasstrom, das ein In-Kontakt-bringen des Abgasstroms mit dem Katalysatorartikel nach Anspruch 1 umfasst.
12. Katalysatorartikel, der ein ein Einlassende und ein Auslassende umfassendes Substrat, eine erste Zone, eine zweite Zone und eine dritte Zone umfasst, wobei die erste Zone einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, wobei die zweite Zone einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC) umfasst, der eine Mischung von: (1) einem Platingruppenmetall auf einem Träger und (2) einem ersten SCR-Katalysator umfasst, wobei die dritte Zone einen Katalysator („Katalysator der dritten Zone“) umfasst, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Dieseloxidationskatalysator (DOC) und einem exothermen Dieselkatalysator (DEC) besteht, und wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet und sich die zweite Zone stromauf der dritten Zone befindet.
13. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei der ASC in einer ersten Schicht enthalten ist, der Katalysator der dritten Zone in einer zweiten Schicht enthalten ist, die sich von dem Auslassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei sich die zweite Schicht oben auf der ersten Schicht befindet und eine kürzere Länge als die erste Schicht aufweist, und

der zweite SCR-Katalysator in einer Schicht enthalten ist, die sich von dem Einlassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die die erste Schicht mindestens teilweise überlappt.

14. Katalysatorartikel nach Anspruch 13, wobei sich die erste Schicht von dem Auslassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt.

15. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei der Träger ein siliciumhaltiges Material umfasst.

16. Katalysatorartikel nach Anspruch 15, wobei das siliciumhaltige Material ein Material umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus: (1) Siliciumdioxid, (2) einem Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mehr als 200 und (3) amorphem, mit Siliciumdioxid dotiertem Aluminiumoxid mit einem SiO₂-Gehalt ≥ 40 % besteht.

17. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei das Platingruppenmetall auf dem Träger in einer Menge von etwa 1 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers vorhanden ist.

18. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei in der Mischung ein Gewichtsverhältnis des ersten SCR-Katalysators zu dem Platingruppenmetall auf einem Träger etwa 5:1 bis etwa 100:1 beträgt.

19. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei der erste SCR-Katalysator Kupfer umfasst.

20. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei sich die erste Zone, die zweite Zone und die dritte Zone auf einem einzelnen Substrat befinden und sich die erste Zone auf der Einlassseite des Substrats befindet und sich die dritte Zone auf der Auslassseite des Substrats befindet.

21. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei das Substrat ein erstes Substrat und ein zweites Substrat umfasst, wobei sich die erste Zone und die zweite Zone auf dem ersten Substrat befinden und sich die dritte Zone auf dem zweiten Substrat befindet und sich das erste Substrat stromauf des zweiten Substrats befindet.

22. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei das Substrat ein erstes Substrat, ein zweites Substrat und ein drittes Substrat umfasst, wobei sich die erste Zone auf dem ersten Substrat befindet, die zweite Zone sich auf dem zweiten Substrat befindet und die dritte Zone sich auf dem dritten Substrat befindet und sich das erste Substrat stromauf des zweiten Substrats befindet und sich das zweite Substrat stromauf des dritten Substrats befindet.

23. Verfahren zum Verringern von Emissionen aus einem Abgasstrom, das ein In-Kontakt-bringen des Abgasstroms mit dem Katalysatorartikel von Anspruch 12 umfasst.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Figur 1



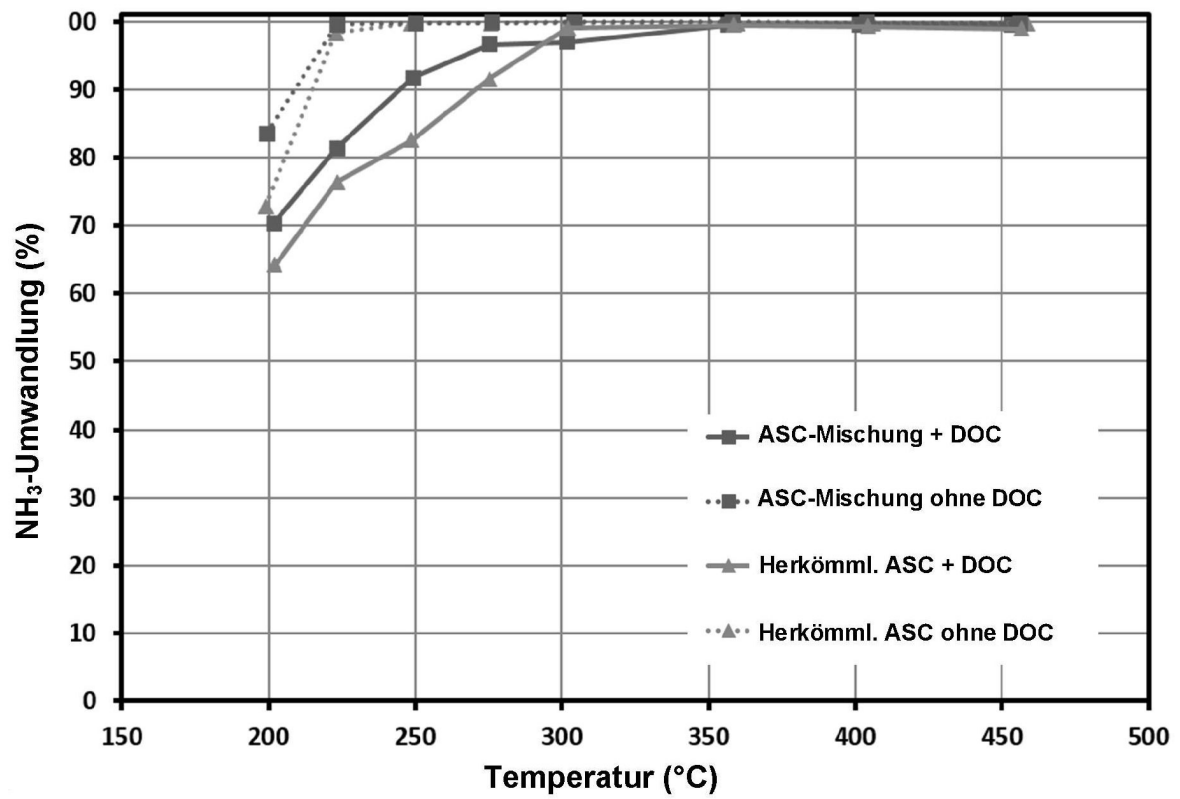
Figur 2



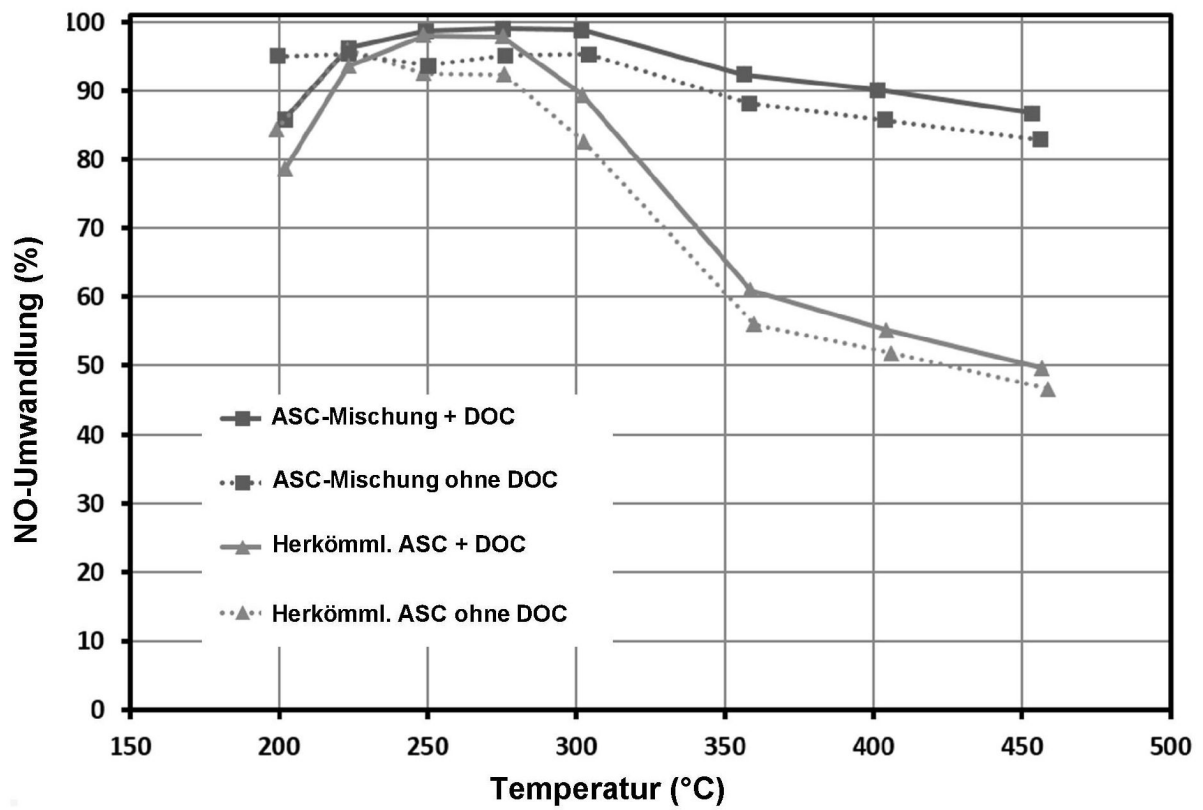
Figur 3



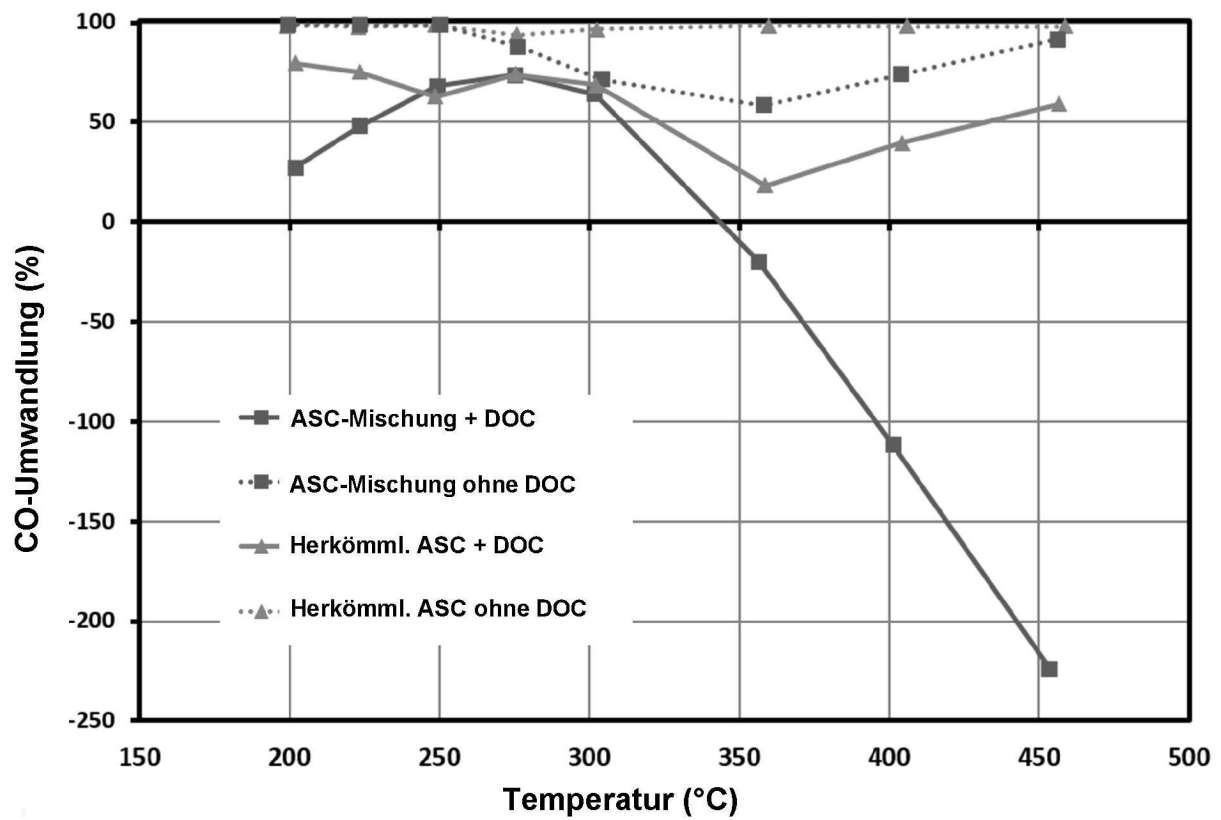
Figur 4



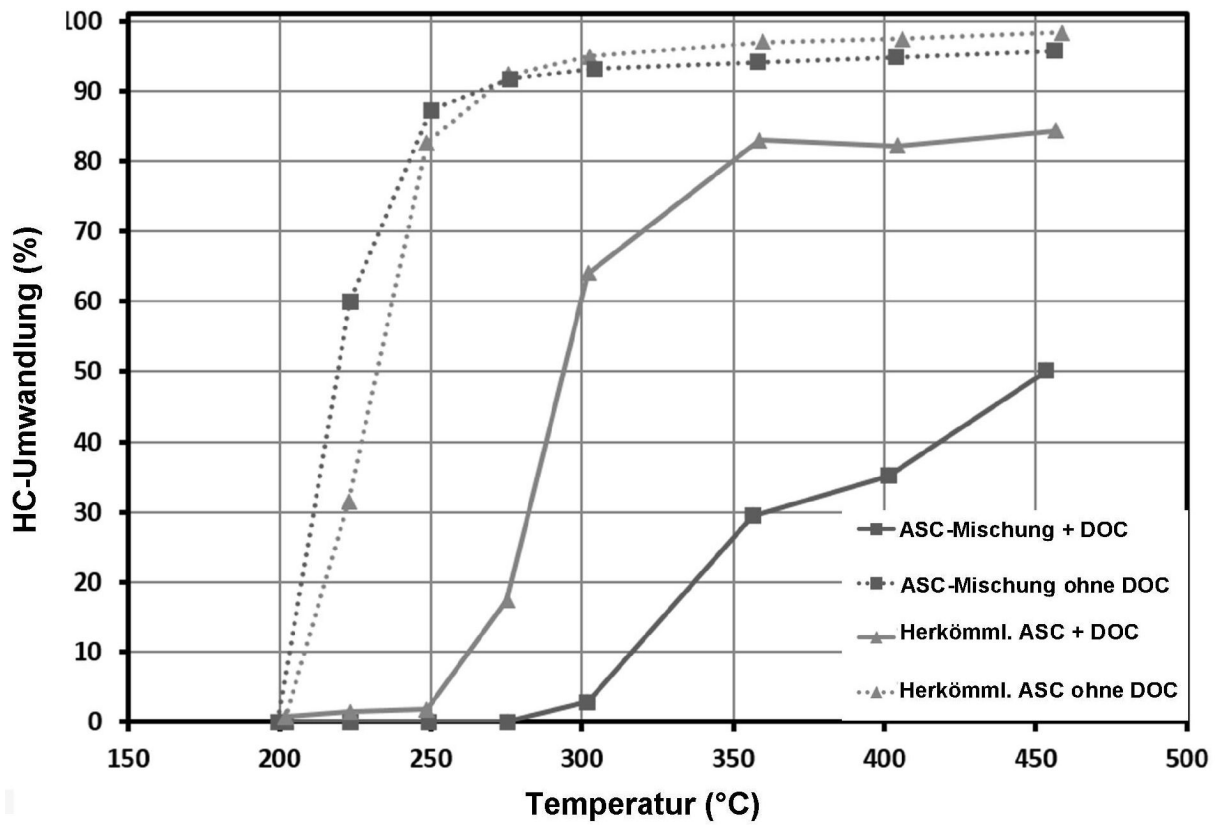
Figur 5



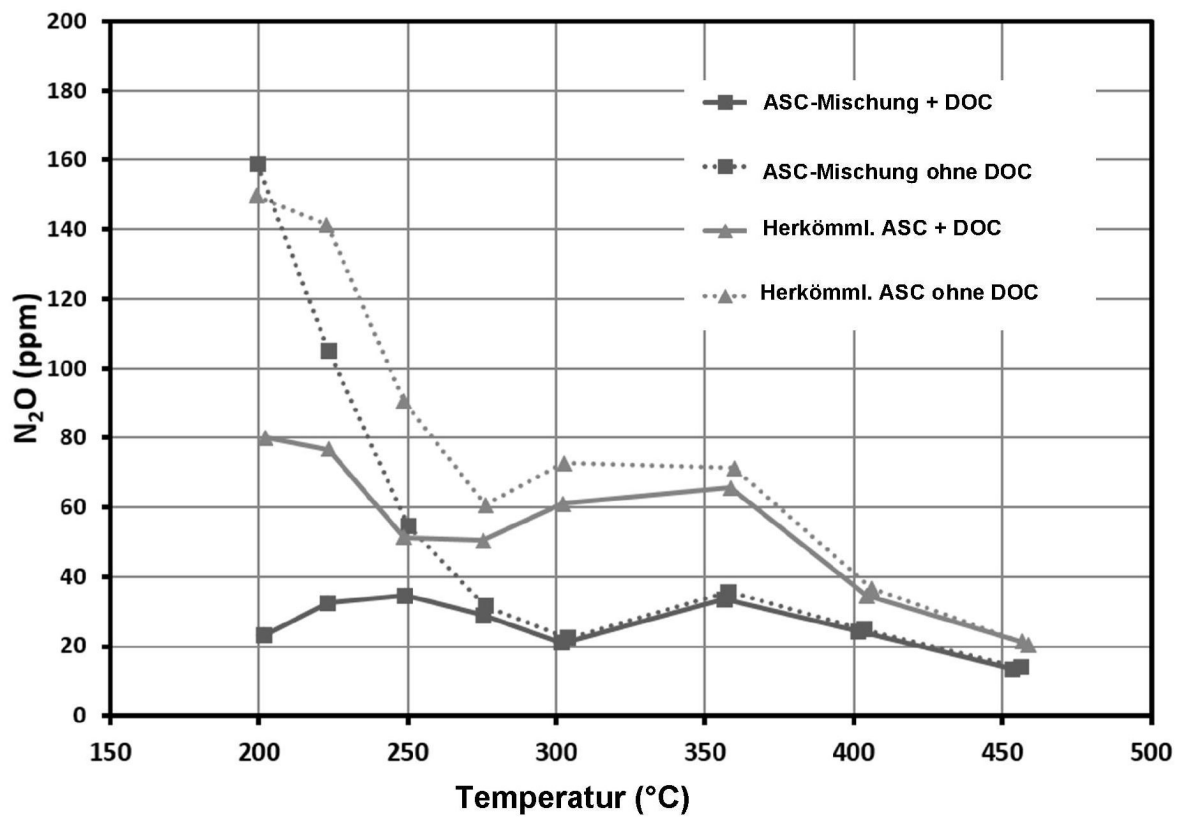
Figur 6



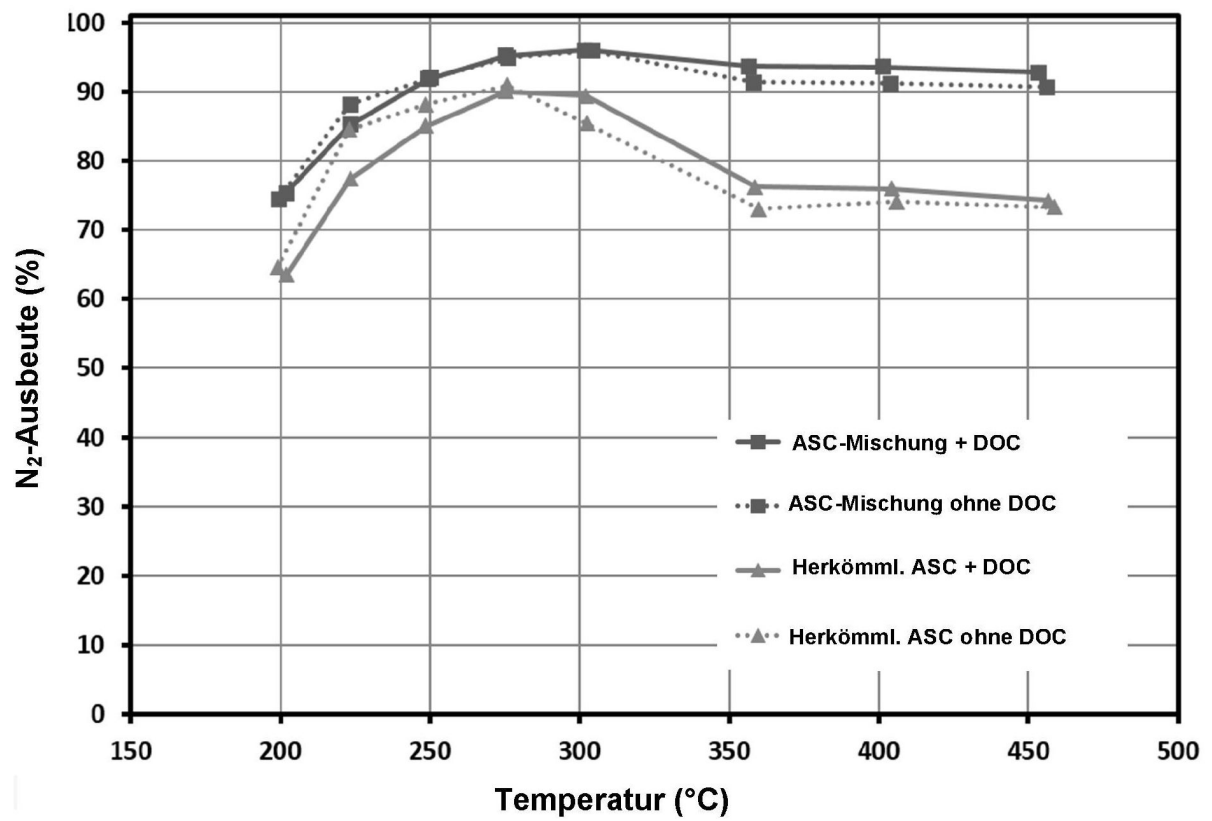
Figur 7



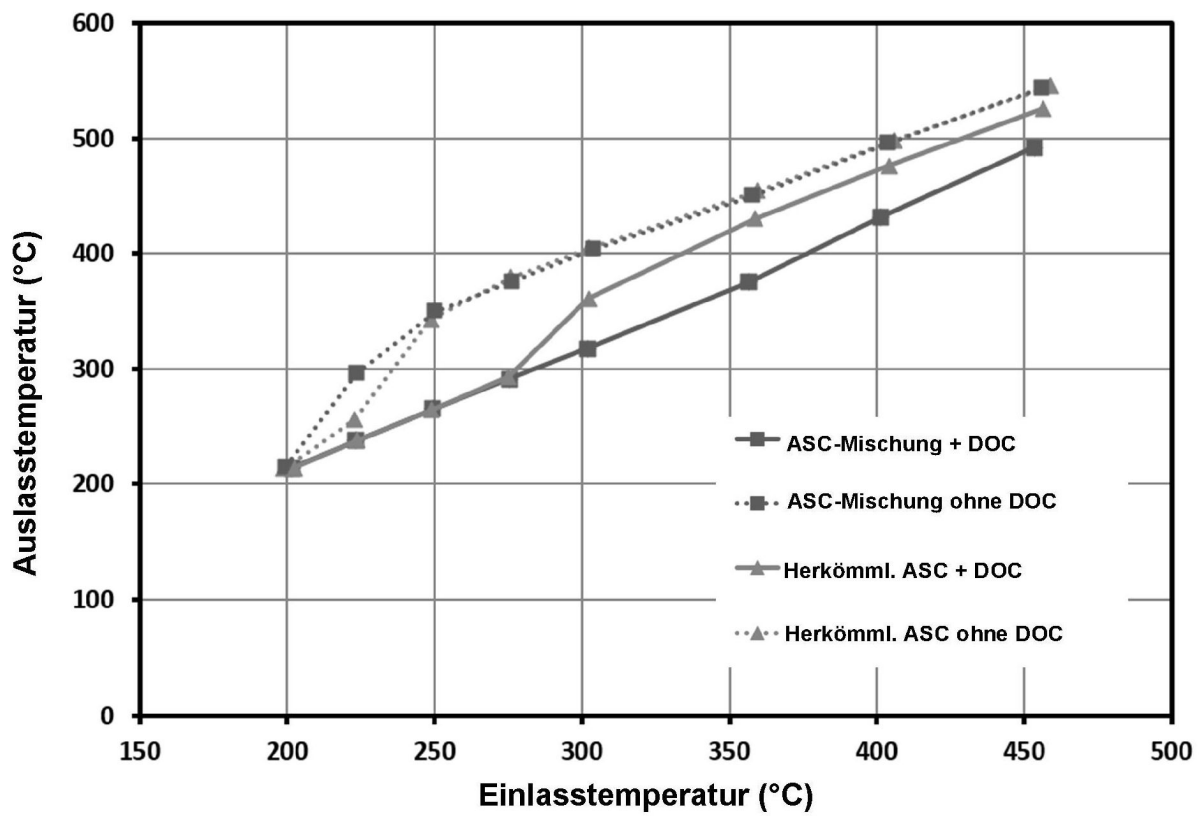
Figur 8



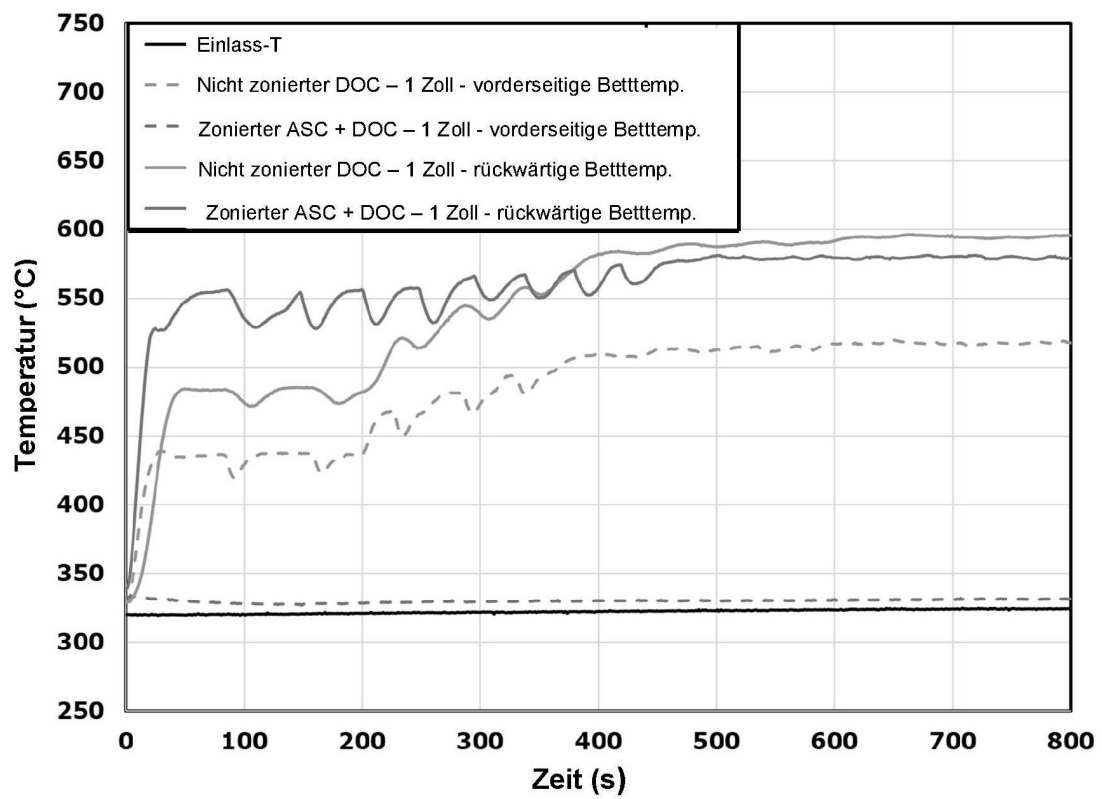
Figur 9



Figur 10



Figur 11



Figur 12