



(10) **DE 10 2018 107 779 A1** 2018.10.04

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 107 779.3**

(22) Anmeldetag: **03.04.2018**

(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)**

**F01N 3/20 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**62/478,824**

**30.03.2017 US**

(74) Vertreter:

**Dr. Schön, Neymeyr und Partner Patentanwälte 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; Liu, Dongxia, Wayne, Pa., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: Auf einem einzelnen Ziegel befindlicher, eng gekoppelter SCR/ASC/PNA/DOC-Katalysator

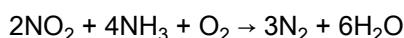
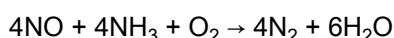
(57) Zusammenfassung: Beschrieben ist ein Katalysatorartikel, der ein Substrat mit einer Einlassseite und einer Auslassseite, eine erste Zone und eine zweite Zone umfasst, wobei die erste Zone einen Passiv-NO<sub>x</sub>-Adsorber (PNA) und einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC), der ein Platingruppenmetall auf einem Träger und einen ersten SCR-Katalysator umfasst, 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. 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 obere Schicht mit einem zweiten SCR-Katalysator umfassen, wobei sich die obere Schicht über der unteren Schicht befindet.

SCR	DOC
PNA	PNA + PGM-Träger + SCR
SCR	DOC
PNA	PGM-Träger + SCR
SCR	DOC
PNA	PGM-Träger

**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die Verbrennung von Kraftstoff auf Kohlenwasserstoffbasis in Motoren produziert Abgas, das zum Großteil die relativ harmlosen Bestandteile Stickstoff ( $N_2$ ), Wasserdampf ( $H_2O$ ) und Kohlenstoffdioxid ( $CO_2$ ) enthält. Die Abgase enthalten jedoch des Weiteren - zu einem relativ geringen Anteil - schädliche und/oder toxische Substanzen, wie Kohlenstoffmonoxid (CO) aus einer unvollständigen Verbrennung, Kohlenwasserstoffe (HC) aus nicht verbranntem Kraftstoff, Stickstoffoxide ( $NO_x$ ) aus überhöhten Verbrennungstemperaturen und partikelförmiges Material (hauptsächlich Ruß). Um die Umweltauswirkungen von in die Atmosphäre freigesetztem Rauch und Abgas zu mildern, ist es wünschenswert, die Menge der unerwünschten Bestandteile zu eliminieren oder zu verringern, bevorzugt durch ein Verfahren, welches wiederum selbst keine weiteren schädlichen oder toxischen Substanzen erzeugt.

**[0002]** Typischerweise liegt bei Abgasen aus Mager-gemischverbrennungsmotoren auf Grund des hohen Anteils an Sauerstoff, der bereitgestellt wird, um eine ausreichende Verbrennung des Kohlenwasserstoffkraftstoffs zu gewährleisten, ein Netto-Oxidationseffekt vor. Bei solchen Gasen ist eine der am schwierigsten zu entfernenden Komponenten  $NO_x$ , welches Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ) umfasst. Die Reduktion von  $NO_x$  zu  $N_2$  ist besonders problematisch, da das Abgas genügend Sauerstoff enthält, um oxidative Reaktionen an Stelle einer Reduktion zu begünstigen. Nichtsdestotrotz kann  $NO_x$  durch ein Verfahren, das allgemein als Selektive Katalytische Reduktion (SCR) bekannt ist, reduziert werden. Ein SCR-Verfahren beinhaltet die Umwandlung von  $NO_x$  in Gegenwart eines Katalysators und mit Hilfe eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels, wie Ammoniak, zu elementarem Stickstoff ( $N_2$ ) und Wasser. Bei einem SCR-Verfahren wird ein gasförmiges Reduktionsmittel, wie Ammoniak, zu einem Abgasstrom vor dem In-Berührung-bringen des Abgases mit dem SCR-Katalysator zugegeben. Das Reduktionsmittel wird auf dem Katalysator adsorbiert und die  $NO_x$ -Reduktionsreaktion findet statt, wenn die Gase durch oder über das katalysierte Substrat geführt werden. Die chemischen Gleichungen für stöchiometrische SCR-Reaktionen unter Verwendung von Ammoniak lauten:



**[0003]**  $NH_3$ -SCR-Emissionssteuerungssysteme erreichen typischerweise hohe Wirksamkeiten, sobald

sie ihre Betriebstemperatur (typischerweise 200 °C und höher) erreichen. Diese Systeme sind jedoch unterhalb ihrer Betriebstemperatur relativ ineffizient („Kaltstart“-Periode). Da eine noch striktere nationale und regionale Gesetzgebung die Menge an Schadstoffen, die aus Dieselmotoren emittiert werden kann, herabsetzt, wird eine Verringerung von Emissionen während der Kaltstartperiode zunehmend zur Hauptanforderung. Daher sind Katalysatoren und Verfahren zur Verringerung des während der Kaltstartbedingungen emittierten  $NO_x$ -Niveaus auch weiterhin ein Forschungsziel. Die vorliegende Erfindung geht dieses Problem durch Kombinieren eines passiven  $NO_x$ -Adsorberkatalysators, der  $NO_x$  bei niedrigen Temperaturen einfangen kann, mit einem  $NH_3$ -SCR-Katalysator an. Der PNA kann den zusätzlichen Vorteil einer Mithilfe bei der Steuerung des  $NH_3$ -Schlups und von CO- und HC-Emissionen liefern.

**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 Passiv- $NO_x$ -Absorber (PNA) und einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC), der ein Platingruppenmetall auf einem Träger und einen ersten SCR-Katalysator umfasst, umfasst, wobei die zweite Zone einen Katalysator, der aus der aus einem Dieseloxydationskatalysator (DOC) und einem exothermen Dieselkatalysator (DEC) bestehenden Gruppe ausgewählt ist, umfasst, 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 und einem Träger und (2) dem ersten SCR-Katalysator, und eine obere Schicht, und eine einen zweiten SCR-Katalysator umfassende obere Schicht, umfassen, wobei sich die obere Schicht über der unteren Schicht befindet.

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

**[0006]** In einigen Ausführungsformen beträgt in der Mischung ein 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. Der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator kann ein unedles Metall, ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator Kupfer, Eisen, Mangan, Palladium oder Kombinationen hiervon.

**[0007]** In einigen Ausführungsformen sind der erste SCR-Katalysator und der PNA in einem Verhältnis von 5:1 bis 1:5, 3:1 bis 1:3 oder 2:1 bis 1:2 vorhanden. In einigen Ausführungsformen weisen der PNA und der erste SCR-Katalysator eine gemeinsame Formulierung auf. In einigen Ausführungsformen umfassen der PNA und der erste SCR-Katalysator ein gleiches Material. Der PNA kann beispielsweise ein Platingruppenmetall auf einem Molekularsieb umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA des Weiteren ein unedles Metall. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA Pd auf einem Zeolith.

**[0008]** In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht des Weiteren den PNA. Die untere Schicht kann einen Bereich umfassen, der den PNA umfasst („PNA-Bereich“) und der PNA-Bereich befindet sich stromauf der Mischung. Die Mischung kann des Weiteren den PNA umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht einen Bereich, der den PNA und einen dritten SCR-Katalysator umfasst („PNA/SCR-Bereich“). In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich der PNA/SCR-Bereich stromauf der Mischung befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich die Mischung oben auf dem PNA/SCR-Bereich befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich der PNA/SCR-Bereich oben auf der Mischung befindet.

**[0009]** In einigen Ausführungsformen befinden sich die erste Zone und die zweite Zone auf einem einzelnen Substrat und die erste Zone befindet sich auf der Einlassseite des Substrats und die zweite Zone befindet sich auf der Auslassseite des Substrats. 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.

**[0010]** Gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zum Verringern von Emissionen aus einem Abgasstrom ein In-Kontakt-bringen des Abgasstroms mit einem Ka-

talysatorartikel, der ein Substrat mit einer Einlassseite und einer Auslassseite, eine erste Zone und eine zweite Zone umfasst, wobei die erste Zone einen Passiv- $\text{NO}_x$ -Adsorber (PNA) und einen ein Platingruppenmetall auf einem Träger und einen ersten SCR-Katalysator umfassenden Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC) umfasst, wobei die zweite Zone einen Katalysator 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. Die erste Zone kann eine untere Schicht mit einer Mischung von: (1) einem Platingruppenmetall auf einem Träger und (2) dem ersten SCR-Katalysator, und eine einen zweiten SCR-Katalysator umfassende obere Schicht umfassen, wobei sich die obere Schicht über der unteren Schicht befindet.

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

**[0012]** In einigen Ausführungsformen beträgt in der Mischung ein 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. Der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator kann ein unedles Metall, ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator Kupfer, Eisen, Mangan, Palladium oder Kombinationen hiervon.

**[0013]** In einigen Ausführungsformen sind der erste SCR-Katalysator und der PNA in einem Verhältnis von 5:1 bis 1:5, 3:1 bis 1:3 oder 2:1 bis 1:2 vorhanden. In einigen Ausführungsformen weisen der PNA und der erste SCR-Katalysator eine gemeinsame Formulierung auf. In einigen Ausführungsformen umfassen der PNA und der erste SCR-Katalysator ein gleiches Material. Der PNA kann beispielsweise ein Platingruppenmetall auf einem Molekularsieb umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA des Weiteren ein unedles Metall. In einigen Aus-

führungsformen umfasst der PNA Pd auf einem Zeolith.

**[0014]** In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht ferner den PNA. Die untere Schicht kann einen Bereich umfassen, der den PNA umfasst („PNA-Bereich“), und der PNA-Bereich befindet sich stromauf der Mischung. Die Mischung kann des Weiteren den PNA umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht einen Bereich, der den PNA und einen dritten SCR-Katalysator umfasst („PNA/SCR-Bereich“). In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich der PNA/SCR-Bereich stromauf der Mischung befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich die Mischung oben auf dem PNA/SCR-Bereich befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich der PNA/SCR-Bereich oben auf der Mischung befindet.

**[0015]** In einigen Ausführungsformen befinden sich die erste Zone und die zweite Zone auf einem einzelnen Substrat und die erste Zone befindet sich auf der Einlassseite des Substrats und die zweite Zone befindet sich auf der Auslassseite des Substrats. 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.

**[0016]** In einigen Ausführungsformen umfasst der Abgasstrom ein Ammoniak:NO<sub>X</sub>-Verhältnis von  $\geq 1$ , wenn die Temperatur des in den Katalysatorartikel eintretenden Abgasstroms  $\leq 180^{\circ}\text{C}$  ist. In einigen Ausführungsformen umfasst der Abgasstrom ein Ammoniak:NO<sub>X</sub>-Verhältnis von  $> 0,5$ , wenn die Temperatur des in den Katalysatorartikel eintretenden Abgasstroms  $\geq 180^{\circ}\text{C}$  beträgt.

**[0017]** 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 Diesel-oxidationskatalysator (DOC) und einem exothermen Dieselkatalysator (DEC) besteht, wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet und sich die zweite Zone stromauf der dritten Zone befindet,

und wobei der Katalysatorartikel einen Passiv-NO<sub>X</sub>-Adsorber („PNA“) umfasst. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Zone und/oder die zweite Zone den PNA. 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 ist in einer Schicht enthalten, 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 über die Länge des Substrats. In einigen Ausführungsformen bedeckt die erste Schicht die Länge der ersten Zone und der zweiten Zone.

**[0018]** In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht des Weiteren den PNA. Die erste Schicht kann einen Bereich umfassen, der den PNA umfasst („PNA-Bereich“), und der PNA-Bereich kann sich stromauf der Mischung befinden. In einigen Ausführungsformen umfasst die Mischung des Weiteren den PNA. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht einen Bereich, der den PNA und einen dritten SCR-Katalysator umfasst („PNA/SCR-Bereich“). In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich die PNA/SCR-Schicht stromauf der Mischung befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht den PNA/SCR-Bereich, wobei sich die Mischung oben auf dem PNA/SCR-Bereich befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht die Mischung, wobei der PNA/SCR-Bereich oben auf der Mischung angeordnet ist.

**[0019]** Der Träger kann ein siliciumhaltiges Material umfassen, wie beispielsweise ein Material, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus: (1) Siliciumdioxid und (2) einem Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mehr als 200 besteht. In einigen Ausführungsformen ist das Platingruppenmetall auf dem Träger in einer Menge von etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-%, etwa 1 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% oder etwa 1,5 Gew.-% bis etwa 4 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers vorhanden. Das Platingruppenmetall kann Platin, Palladium oder eine Kombination von Platin und Palladium umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst das Platingruppenmetall Platin.

**[0020]** In einigen Ausführungsformen beträgt in der Mischung ein 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. Der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator kann ein unedles Metall, ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator Kupfer, Eisen, Mangan, Palladium oder Kombinationen hiervon.

**[0021]** In einigen Ausführungsformen sind der erste SCR-Katalysator und der PNA in einem Verhältnis von 5:1 bis 1:5, 3:1 bis 1:3 oder 2:1 bis 1:2 vorhanden. In einigen Ausführungsformen weisen der PNA und der erste SCR-Katalysator eine gemeinsame Formulierung auf. In einigen Ausführungsformen umfassen der PNA und der erste SCR-Katalysator ein gleiches Material. Der PNA kann beispielsweise ein Platingruppenmetall auf einem Molekularsieb umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA des Weiteren ein unedles Metall. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA Pd auf einem Zeolith.

**[0022]** 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 Dieselkatalysator (DEC) besteht, wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet und sich die zweite Zone stromauf der dritten Zone befindet, und wobei der Katalysatorartikel einen Passiv-NO<sub>x</sub>-Adsorber („PNA“) umfasst. In einigen Ausführungsformen umfasst/umfassen die erste Zone und/oder die zweite Zone den PNA. 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 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.

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. In einigen Ausführungsformen erstreckt sich die erste Schicht über die Länge des Substrats. In einigen Ausführungsformen bedeckt die erste Schicht die Länge der ersten Zone und der zweiten Zone.

**[0023]** In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht des Weiteren den PNA. Die erste Schicht kann einen Bereich umfassen, der den PNA umfasst („PNA-Bereich“), und der PNA-Bereich kann sich stromauf der Mischung befinden. In einigen Ausführungsformen umfasst die Mischung des Weiteren den PNA. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht einen Bereich, der den PNA und einen dritten SCR-Katalysator umfasst („PNA/SCR-Bereich“). In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich die PNA/SCR-Schicht stromauf der Mischung befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht den PNA/SCR-Bereich, wobei sich die Mischung oben auf dem PNA/SCR-Bereich befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht die Mischung, wobei der PNA/SCR-Bereich oben auf der Mischung angeordnet ist.

**[0024]** Der Träger kann ein siliciumhaltiges Material umfassen, wie beispielsweise ein Material, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus: (1) Siliciumdioxid und (2) einem Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mehr als 200 besteht. In einigen Ausführungsformen ist das Platingruppenmetall auf dem Träger in einer Menge von etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-%, etwa 1 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% oder etwa 1,5 Gew.-% bis etwa 4 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers vorhanden. Das Platingruppenmetall kann Platin, Palladium oder eine Kombination von Platin und Palladium umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst das Platingruppenmetall Platin.

**[0025]** In einigen Ausführungsformen beträgt in der Mischung ein 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. Der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator kann ein unedles Metall, ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator Kupfer, Eisen, Mangan, Palladium oder Kombinationen hiervon.

**[0026]** In einigen Ausführungsformen sind der erste SCR-Katalysator und der PNA in einem Verhältnis von 5:1 bis 1:5, 3:1 bis 1:3 oder 2:1 bis 1:2 vorhanden. In einigen Ausführungsformen weisen der PNA und der erste SCR-Katalysator eine gemeinsame Formulierung auf. In einigen Ausführungsformen umfassen der PNA und der erste SCR-Katalysator ein gleiches Material. Der PNA kann beispielsweise ein Platingruppenmetall auf einem Molekularsieb umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA des Weiteren ein unedles Metall. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA Pd auf einem Zeolith.

**[0027]** In einigen Ausführungsformen umfasst der Abgasstrom ein Ammoniak: $\text{NO}_x$ -Verhältnis von  $\geq 1$ , wenn die Temperatur des in den Katalysatorartikel eintretenden Abgasstroms  $\leq 180^\circ\text{C}$  ist. In einigen Ausführungsformen umfasst der Abgasstrom ein Ammoniak: $\text{NO}_x$ -Verhältnis von  $> 0,5$ , wenn die Temperatur des in den Katalysatorartikel eintretenden Abgasstroms  $\geq 180^\circ\text{C}$  beträgt.

**[0028]** Gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfasst ein Abgasreinigungssystem zur Verringerung von Emissionen aus einem Abgasstrom in folgender Reihenfolge: einen dritten SCR-Katalysator und einen Katalysatorartikel, der ein Substrat mit einer Einlassseite und einer Auslassseite, eine erste Zone und eine zweite Zone umfasst, wobei die erste Zone einen Passiv- $\text{NO}_x$ -Adsorber (PNA) und einen Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC), der ein Platingruppenmetall auf einem Träger und einen ersten SCR-Katalysator umfasst, umfasst, wobei die zweite Zone einen Katalysator umfasst, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Dieseloxydationskatalysator (DOC) und einem exothermen Dieselkatalysator (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 sich die obere Schicht über der unteren Schicht befindet.

**[0029]** In einigen Ausführungsformen befinden sich der dritte SCR-Katalysator und der Katalysatorartikel auf einem einzelnen Substrat, wobei sich der dritte SCR-Katalysator stromauf der ersten Zone und der zweiten Zone befindet. In einigen Ausführungsformen befindet sich der dritte SCR-Katalysator auf einem Substrat stromauf des Substrats des Katalysatorartikels. In einigen Ausführungsformen ist der dritte SCR-Katalysator mit dem Katalysatorartikel eng gekoppelt. Das System kann des Weiteren ein Filter umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst das System einen stromabseitigen SCR-Katalysator, der sich stromab des Katalysatorartikels befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst das System einen

Injektor eines Reduktionsmittels, der stromauf des dritten SCR-Katalysators angeordnet ist und/oder einen Injektor eines Reduktionsmittels, der stromauf des stromabseitigen SCR-Katalysators angeordnet ist.

**[0030]** Der Träger kann ein siliciumhaltiges Material umfassen, wie beispielsweise ein Material, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus: (1) Siliciumdioxid und (2) einem Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mehr als 200 besteht. In einigen Ausführungsformen ist das Platingruppenmetall auf dem Träger in einer Menge von etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-%, etwa 1 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% oder etwa 1,5 Gew.-% bis etwa 4 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers vorhanden. Das Platingruppenmetall kann Platin, Palladium oder eine Kombination von Platin und Palladium umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst das Platingruppenmetall Platin.

**[0031]** In einigen Ausführungsformen beträgt in der Mischung ein 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. Der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator kann ein unedles Metall, ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator Kupfer, Eisen, Mangan, Palladium oder Kombinationen hiervon.

**[0032]** In einigen Ausführungsformen sind der erste SCR-Katalysator und der PNA in einem Verhältnis von 5:1 bis 1:5, 3:1 bis 1:3 oder 2:1 bis 1:2 vorhanden. In einigen Ausführungsformen weisen der PNA und der erste SCR-Katalysator eine gemeinsame Formulierung auf. In einigen Ausführungsformen umfassen der PNA und der erste SCR-Katalysator ein gleiches Material. Der PNA kann beispielsweise ein Platingruppenmetall auf einem Molekularsieb umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA des Weiteren ein unedles Metall. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA Pd auf einem Zeolith.

**[0033]** In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht ferner den PNA. Die untere Schicht kann einen Bereich umfassen, der den PNA umfasst („PNA-Bereich“), und der PNA-Bereich befindet sich stromauf der Mischung. Die Mischung kann des Weiteren den PNA umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht einen Bereich, der den PNA und einen dritten SCR-Katalysator umfasst („PNA/SCR-Bereich“). In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich der PNA/

SCR-Bereich stromauf der Mischung befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich die Mischung oben auf dem PNA/SCR-Bereich befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich der PNA/SCR-Bereich oben auf der Mischung befindet.

**[0034]** In einigen Ausführungsformen befinden sich die erste Zone und die zweite Zone auf einem einzelnen Substrat und die erste Zone befindet sich auf der Einlassseite des Substrats und die zweite Zone befindet sich auf der Auslassseite des Substrats. 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.

**[0035]** Gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfasst ein Abgasreinigungssystem zur Verringerung von Emissionen aus einem Abgasstrom in folgender Reihenfolge: einen dritten SCR-Katalysator und einen Katalysatorartikel, der ein Substrat mit einem Einlassende und einem Auslassende, 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 Diesel-oxidationskatalysator (DOC) und einem exothermen Dieselkatalysator (DEC) besteht, wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet und sich die zweite Zone stromauf der dritten Zone befindet und wobei der Katalysatorartikel einen Passiv-NO<sub>x</sub>-Adsorber („PNA“) umfasst.

**[0036]** In einigen Ausführungsformen befinden sich der dritte SCR-Katalysator und der Katalysatorartikel auf einem einzelnen Substrat, wobei sich der dritte SCR-Katalysator stromauf der ersten Zone, der zweiten Zone und der dritten Zone befindet. In einigen Ausführungsformen befindet sich der dritte SCR-Katalysator auf einem Substrat stromauf des Substrats des Katalysatorartikels. In einigen Ausführungsformen ist der dritte SCR-Katalysator mit dem Katalysatorartikel eng gekoppelt. Das System kann des Weiteren ein Filter umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst das System ferner einen stromabseitigen SCR-Katalysator, der sich stromab des Katalysatorartikels befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst das System einen Injektor eines Reduktionsmittels, der stromauf des dritten SCR-Katalysators angeordnet ist, und/oder einen Injektor eines Reduk-

tionsmittels, der stromauf des stromabseitigen SCR-Katalysators angeordnet ist.

**[0037]** In einigen Ausführungsformen umfasst/umfassen die erste Zone und/oder die zweite Zone den PNA. 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 sich die zweite Schicht oben auf der ersten Schicht befindet und eine kürzere Länge als die erste Schicht aufweist, und der zweite SCR-Katalysator ist in einer Schicht enthalten, 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 über die Länge des Substrats. In einigen Ausführungsformen bedeckt die erste Schicht die Länge der ersten Zone und der zweiten Zone.

**[0038]** In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht des Weiteren den PNA. Die erste Schicht kann einen Bereich umfassen, der den PNA umfasst („PNA-Bereich“), und der PNA-Bereich kann sich stromauf der Mischung befinden. In einigen Ausführungsformen umfasst die Mischung des Weiteren den PNA. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht einen Bereich, der den PNA und einen dritten SCR-Katalysator umfasst („PNA/SCR-Bereich“). In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung, wobei sich die PNA/SCR-Schicht stromauf der Mischung befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht den PNA/SCR-Bereich, wobei sich die Mischung oben auf dem PNA/SCR-Bereich befindet. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht die Mischung, wobei der PNA/SCR-Bereich oben auf der Mischung angeordnet ist.

**[0039]** Der Träger kann ein siliciumhaltiges Material umfassen, wie beispielsweise ein Material, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus: (1) Siliciumdioxid und (2) einem Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mehr als 200 besteht. In einigen Ausführungsformen ist das Platingruppenmetall auf dem Träger in einer Menge von etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-%, etwa 1 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% oder etwa 1,5 Gew.-% bis etwa 4 Gew.-% des Gesamtgewichts des Platingruppenmetalls und des Trägers vorhanden. Das Platingruppenmetall kann Platin, Palladium oder eine Kombination von Platin und Palladium umfassen. In eini-

gen Ausführungsformen umfasst das Platingruppenmetall Platin.

**[0040]** In einigen Ausführungsformen beträgt in der Mischung ein 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. Der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator kann ein unedles Metall, ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der erste und/oder der zweite SCR-Katalysator Kupfer, Eisen, Mangan, Palladium oder Kombinationen hiervon.

**[0041]** In einigen Ausführungsformen sind der erste SCR-Katalysator und der PNA in einem Verhältnis von 5:1 bis 1:5, 3:1 bis 1:3 oder 2:1 bis 1:2 vorhanden. In einigen Ausführungsformen weisen der PNA und der erste SCR-Katalysator eine gemeinsame Formulierung auf. In einigen Ausführungsformen umfassen der PNA und der erste SCR-Katalysator ein gleiches Material. Der PNA kann beispielsweise ein Platingruppenmetall auf einem Molekularsieb umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA des Weiteren ein unedles Metall. In einigen Ausführungsformen umfasst der PNA Pd auf einem Zeolith.

#### Figurenliste

Die **Fig. 1** bis **Fig. 44** zeigen Konfigurationen von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 45** zeigt die in den Beispielen 1 und 2 hergestellten und getesteten Konfigurationen.

**Fig. 46** zeigt den NH<sub>3</sub>-Schlupf von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

**Fig. 47** zeigt die NO-Umwandlung von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

**Fig. 48** zeigt die CO-Umwandlung von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

**Fig. 49** zeigt die HC-Umwandlung von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

**Fig. 50** zeigt die N<sub>2</sub>O-Bildung von erfindungsgemäßen Katalysatoren und Referenzkatalysatoren.

**Fig. 51** zeigt die NO<sub>x</sub>-Umwandlung und die Temperatur als Funktion der Zeit für einen erfindungsgemäßen Katalysator.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0042]** Die Verringerung von NO<sub>x</sub> aus einem mager verbrennenden Dieselmotor während der Kaltstartperiode des Motors ist für ein Erfüllen von zukünftigen gesetzlichen Normen essenziell. Eine Vorgehensweise, um dieser Herausforderung zu begegnen, kann ein System betreffen, das so konfiguriert ist, dass es sich den Temperaturwechsel aus dem Motor zunutze macht, um die Dauer der Kaltstartperiode zu verringern. Zusätzlich können Abgasrückführungskreisläufe aus dem Motor mit solchen Konfigurationen des Behandlungssystems entfernt werden, wodurch eine verbesserte Kraftstoffökonomie und eine verbesserte Leistungsausgabe des Motors ermöglicht werden. Eine Herausforderung für die Gestaltung eines solchen Systems besteht jedoch darin, dass der verfügbare Platz sehr eingeschränkt sein kann. Daher ist eine Kombination der SCR/ASC/DOC-Funktionalität in einem Raum, der so kompakt wie möglich ist, wünschenswert. Da die minimale Temperatur für eine Zersetzung von Harnstoff und für ein Aktivsein eines SCR-Katalysators etwa 180 °C bis etwa 200 °C beträgt, kann jedoch noch eine erhebliche Lücke vorhanden sein, wo die anfänglichen Kaltstartemissionen nicht berücksichtigt werden. Es wurde festgestellt, dass die Katalysatoren, die Systeme und die Verfahren der vorliegenden Erfindung SCR/ASC/DOC-Funktionalitäten integrieren, ohne die NO<sub>x</sub>-Umwandlung und die N<sub>2</sub>-Selektivität zu beeinträchtigen. Zusätzlich wurde ein Passiv-NO<sub>x</sub>-Adsorber (PNA) in eine SCR/ASC-Komponente integriert, was die Niedertemperatur-Kaltstartleistungsfähigkeit weiter verbessern kann.

**[0043]** Die Katalysatoren, die Verfahren und die Systeme der vorliegenden Erfindung betreffen Katalysatorartikel, die verschiedene Konfigurationen von SCR-Katalysator(en), ASC und DOC oder DEC, mit einem in die SCR/ASC-Komponente(n) integrierten bzw. eingebauten PNA, umfassen. Die Katalysatoren und spezielle Konfigurationen, Verfahren und Systeme werden nachfolgend detaillierter beschrieben.

#### Zwei Zonen aufweisende Konfigurationen

**[0044]** Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung betreffen einen Katalysatorartikel, der ein Substrat mit einem Einlassende und einem Auslassende, eine erste Zone und eine zweite Zone umfasst, wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet. Die erste Zone kann einen Passiv-NO<sub>x</sub>-Adsorber (PNA) und einen ein Platingruppenmetall auf einem Träger umfassenden Ammoniak-Slip-Katalysator (ASC) und eine SCR-Schicht mit einem SCR-Katalysator umfassen, wobei sich die SCR-Schicht über der ASC-Unterschicht und einem ersten SCR-Katalysator befindet. Die zweite Zone kann einen Diesel-

oxidationskatalysator (DOC) oder einen exothermen Dieselkatalysator (DEC) umfassen.

**[0045]** Die erste Zone kann eine untere Schicht, die eine Mischung des Platingruppenmetalls auf einem Träger und des ersten SCR-Katalysators umfasst, und eine obere Schicht, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, umfassen, wobei sich die obere Schicht über der unteren Schicht befindet. Der PNA kann in einem Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung in verschiedenen Konfigurationen enthalten sein. Beispielsweise ist in einigen Ausführungsformen der PNA in der unteren Schicht enthalten. In einigen Ausführungsformen ist der PNA in der Mischung des Platingruppenmetalls auf einem Träger und des ersten SCR-Katalysators enthalten. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht einen den PNA umfassenden Bereich („PNA-Bereich“) und der PNA-Bereich befindet sich stromauf der Mischung. In einigen Ausführungsformen umfasst die untere Schicht einen den PNA und einen dritten SCR-Katalysator umfassenden Bereich („PNA/SCR-Bereich“). Die untere Schicht kann den PNA/SCR-Bereich und die Mischung umfassen, wobei sich der PNA/SCR-Bereich stromauf der Mischung befindet, wobei sich die Mischung oben auf dem PNA/SCR-Bereich befindet oder wobei sich der PNA/SCR-Bereich oben auf der Mischung befindet.

**[0046]** 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.

**[0047]** 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

**[0048]** 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 und eines ersten SCR-Katalysators aufweist. Die dritte Zone kann einen Katalysator („Katalysator der dritten Zone“), wie z.B. einen DOC oder DEC,

umfassen. Der Katalysatorartikel umfasst einen PNA. Die erste Zone befindet sich stromauf der zweiten Zone und die zweite Zone befindet sich stromauf der dritten Zone.

**[0049]** In einigen Ausführungsformen ist der ASC in einer ersten Schicht enthalten und 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 sich die zweite Schicht oben auf der ersten Schicht befindet und eine kürzere Länge als die erste Schicht aufweist. Der SCR-Katalysator der ersten Zone 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 verschiedenen Konfigurationen kann sich die erste Schicht von dem Auslassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstrecken, kann sich die erste Schicht über die Länge des Substrats erstrecken und/oder kann die erste Schicht die Länge der ersten Zone, der zweiten Zone und/oder der dritten Zone bedecken.

**[0050]** In einigen Ausführungsformen ist der PNA in der ersten Zone enthalten. In einigen Ausführungsformen ist der PNA in der zweiten Zone enthalten. Der PNA kann in einem Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung in verschiedenen Konfigurationen enthalten sein. Beispielsweise ist in einigen Ausführungsformen der PNA in der ersten Schicht enthalten. In einigen Ausführungsformen ist der PNA in der Mischung des Platingruppenmetalls auf einem Träger und des ersten SCR-Katalysators enthalten. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht einen den PNA umfassenden Bereich („PNA-Bereich“), und der PNA-Bereich befindet sich stromauf der Mischung. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste Schicht einen Bereich, der den PNA und einen dritten SCR-Katalysator umfasst („PNA/SCR-Bereich“). Die erste Schicht kann den PNA/SCR-Bereich und die Mischung umfassen, wobei sich der PNA/SCR-Bereich stromauf der Mischung befindet, wobei sich die Mischung oben auf dem PNA/SCR-Bereich befindet oder wobei sich der PNA/SCR-Bereich oben auf der Mischung befindet.

**[0051]** 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.

**[0052]** Ein Verfahren zum Verringern der Emissionen aus einem Abgasstrom kann ein In-Kontakt-bringen des Abgasstroms mit einem hier beschriebenen Katalysatorartikel umfassen.

**[0053]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 1a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie den PNA bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls teilweise bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0054]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 1b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie den PNA bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0055]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 1c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie den PNA bedeckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0056]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 2a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Ein-

lassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie den PNA bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger imprägniert, die nicht von dem SCR-Katalysator der oberen Schicht bedeckt ist.

**[0057]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 2b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie den PNA bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger imprägniert, die nicht von dem SCR-Katalysator der oberen Schicht bedeckt ist.

**[0058]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 2c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie den PNA bedeckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf das Platingruppenmetall auf einem Träger imprägniert, das nicht von dem SCR-Katalysator der oberen Schicht bedeckt ist.

**[0059]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 3a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und den PNA teilweise be-

deckt. Ein Platingruppenmetall ist an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0060]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 3b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und den PNA teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0061]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 3c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und den PNA teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0062]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 4a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator enthaltende obere Schicht erstreckt sich über die Länge des Substrats, wobei sie den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls bedeckt.

**[0063]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 4b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator enthaltende obere Schicht erstreckt sich über die Länge des Substrats, wobei sie den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt.

**[0064]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 4c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlas-

sende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator enthaltende obere Schicht erstreckt sich über die Länge des Substrats, wobei sie den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt.

**[0065]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 5a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie den PNA bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0066]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 5b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie den PNA bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0067]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 5c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie den PNA bedeckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0068]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 6a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator enthaltende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und den PNA teilweise bedeckt.

**[0069]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 6b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator enthaltende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und den PNA teilweise bedeckt.

**[0070]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 6c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator enthaltende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und den PNA teilweise bedeckt.

**[0071]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 7a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls teilweise bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0072]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 7b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von

dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0073]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 7c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0074]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 8a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger imprägniert, die nicht von dem SCR-Katalysator der oberen Schicht bedeckt ist.

**[0075]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 8b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger imprägniert, die nicht von dem SCR-Katalysator der oberen Schicht bedeckt ist.

**[0076]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 8c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und ei-

nes SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf das Platingruppenmetall auf einem Träger imprägniert, das nicht von dem SCR-Katalysator der oberen Schicht bedeckt ist.

**[0077]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 9a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0078]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 9b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0079]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 9c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des

Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0080]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 10a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich über die Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls bedeckt.

**[0081]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 10b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich über die Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt.

**[0082]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 10c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich über die Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt.

**[0083]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 11a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0084]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 11b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0085]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 11c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei sie die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0086]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 12a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0087]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 12b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0088]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 12c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes erstreckt, und Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, umfassen. Eine einen SCR-Katalysator umfassende obere Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der Länge des Substrats erstreckt, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt und die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0089]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 13a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und des SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge aufweisen als die PNA/SCR-Kombination. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0090]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 13b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und des SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge aufweisen als die PNA/SCR-Kombination. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Ka-

talyssator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0091]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 13c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und des SCR-Katalysators, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge aufweisen als die PNA/SCR-Kombination. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0092]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 14a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0093]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 14b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenme-

talls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0094]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 14c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0095]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 15a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als die PNA/SCR-Kombination aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf ei-

nem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0096]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 15b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als die PNA/SCR-Kombination aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0097]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 15c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als die PNA/SCR-Kombination aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0098]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 16a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlass-

des, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0099]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 16b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0100]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 16c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0101]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 17a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kom-

bination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0102]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 17b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0103]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 17c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0104]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 18a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0105]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 18b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0106]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 18c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0107]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 19a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und ei-

nes Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0108]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 19b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0109]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 19c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0110]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 20a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die ge-

samte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0111]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 20b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0112]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 20c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0113]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 21a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich

von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und des SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als die PNA/SCR-Kombination aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt.

**[0114]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 21b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und des SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als die PNA/SCR-Kombination aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt.

**[0115]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 21c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und des SCR-Katalysators, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als die PNA/SCR-Kombination aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt.

**[0116]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 22a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-

Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA und die Kombination von SCR-Katalysator, PNA und Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt.

**[0117]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 22b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als die PNA aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt.

**[0118]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 22c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf dem PNA, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt.

**[0119]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 23a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als die PNA/SCR-Kombination aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0120]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 23b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als die PNA/SCR-Kombination aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0121]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 23c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als die PNA/SCR-Kombination aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0122]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 24a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0123]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 24b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0124]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 24c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Die PGM-Träger-Schicht kann eine kürzere Länge als der PNA aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0125]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 25a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt.

**[0126]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 25b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamte

ten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt.

**[0127]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 25c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt.

**[0128]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 26a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt.

**[0129]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 26b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt.

**[0130]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 26c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt.

**[0131]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 27a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und

eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0132]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 27b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0133]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 27c** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators, die sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes oben auf der Kombination des PNA und SCR-Katalysators, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0134]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 28a** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er

sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0135]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 28b** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0136]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 28c** kann ein katalytischer Artikel einen PNA, der sich über die gesamte Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein Platingruppenmetall auf einem Träger erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, oben auf dem PNA, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger teilweise bedeckt.

**[0137]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 29a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0138]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 29b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem

Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PGM-TrägerSchicht aufweisen. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0139]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 29c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als das Platingruppenmetall auf einem Träger aufweisen. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0140]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 30a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie den PNA teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt von dem Einlassende

in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0141]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 30b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie den PNA teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0142]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 30c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als das Platingruppenmetall auf einem Träger aufweisen. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie den PNA teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0143]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 31a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Ein-

lassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0144]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 31b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0145]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 31c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als das Platingruppenmetall auf einem Träger aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0146]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 32a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenme-

talls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0147]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 32b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0148]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 32c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als das Platingruppenmetall auf einem Träger aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0149]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 33a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0150]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 33b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0151]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 33c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0152]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 34a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Kata-

lysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie den PNA teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0153]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 34b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie den PNA teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0154]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 34c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Eine DOC-Schicht erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie den PNA teilweise bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0155]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 35a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein

SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0156]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 35b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0157]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 35c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf die Kombination des PNA und SCR-Katalysators und das Platingruppenmetall auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0158]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 36a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein

SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0159]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 36b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf den PNA und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0160]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 36c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt. Ein Platingruppenmetall ist auf den PNA und das Platingruppenmetall auf einem Träger an dem Auslassende des Substrats imprägniert.

**[0161]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 37a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge

des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators bedeckt.

**[0162]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 37b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators bedeckt.

**[0163]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 37c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als das Platingruppenmetall auf einem Träger aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators bedeckt.

**[0164]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 38a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA bedeckt.

**[0165]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 38b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung

des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA bedeckt.

**[0166]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 38c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als das Platingruppenmetall auf einem Träger aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA bedeckt.

**[0167]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 39a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0168]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 39b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Ka-

talysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PGM-TrägerSchicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0169]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 39c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Die PNA/SCR-Kombination kann eine längere Länge als das Platingruppenmetall auf einem Träger aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0170]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 40a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als die Kombination der SCR/PNA/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0171]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 40b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als

die Kombination der SCR/PGM-Träger-Schicht aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0172]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 40c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt und das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Der PNA kann eine längere Länge als das Platingruppenmetall auf einem Träger aufweisen. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0173]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 41a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt.

**[0174]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 41b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt.

**[0175]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 41c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die ge-

samte Länge des Substrats, wobei sie das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des PNA und des SCR-Katalysators bedeckt.

**[0176]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 42a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA bedeckt.

**[0177]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 42b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA bedeckt.

**[0178]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 42c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er den PNA bedeckt.

**[0179]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 43a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0180]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 43b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0181]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 43c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Eine Kombination eines PNA und eines SCR-Katalysators erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei sie das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er die Kombination des PNA und SCR-Katalysators teilweise bedeckt.

**[0182]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 44a** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators, eines PNA und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des SCR-Katalysators, des PNA und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0183]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 44b** kann ein katalytischer Artikel eine Kombination eines SCR-Katalysators und eines Platingruppenmetalls auf einem Träger, die sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei sie sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er die Kombination des SCR-Katalysators und des Platingruppenmetalls auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als

der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

**[0184]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 44c** kann ein katalytischer Artikel ein Platingruppenmetall auf einem Träger, das sich von dem Auslassende in Richtung des Einlassendes erstreckt, wobei es sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, umfassen. Ein PNA erstreckt sich über die gesamte Länge des Substrats, wobei er das Platingruppenmetall auf einem Träger bedeckt. Ein SCR-Katalysator erstreckt sich von dem Einlassende in Richtung des Auslassendes, wobei er sich bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt, wobei er den PNA teilweise bedeckt.

### Systemkonfigurationen

**[0185]** Die Systemkonfigurationen der vorliegenden Erfindung können einen stromaufseitigen SCR-Katalysator und einen katalytischen Artikel, der eine zwei Zonen oder drei Zonen aufweisende Konfiguration gemäß Beschreibung in den vorhergehenden Abschnitten aufweist, umfassen. Der stromaufseitige SCR-Katalysator kann sich stromauf des katalytischen Artikels mit einer zwei oder drei Zonen aufweisenden Konfiguration gemäß Beschreibung in den vorhergehenden Abschnitten befinden; in einigen Ausführungsformen können der stromaufseitige SCR-Katalysator und der katalytische Artikel eng gekoppelt sein. In einigen Ausführungsformen befinden sich der stromaufseitige SCR-Katalysator und der katalytische Artikel auf einem einzelnen Substrat, wobei sich der stromaufseitige SCR-Katalysator stromauf der ersten und der zweiten (und der dritten, falls vorhanden) Zone des katalytischen Artikels befindet.

**[0186]** In einigen Ausführungsformen umfasst das System einen SCR-Katalysator, der sich stromab des katalytischen Artikels mit einer zwei oder drei Zonen aufweisenden Konfiguration gemäß obiger Beschreibung befindet. In einigen Ausführungsformen kann das System des Weiteren ein Filter umfassen.

**[0187]** Das System kann ein oder mehrere Reduktionsmittelinjektoren, beispielsweise stromauf eines beliebigen SCR-Katalysators in dem System umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst das System einen Reduktionsmittelinjektor stromauf des SCR-Katalysators und/oder des katalytischen Artikels, der eine zwei oder drei Zonen aufweisende Konfiguration gemäß obiger Beschreibung aufweist. In einem System mit einem stromabseitigen SCR-Katalysator kann ein Reduktionsmittelinjektor stromauf des stromabseitigen SCR-Katalysators enthalten sein.

### Ammoniakoxidationskatalysator

**[0188]** Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung können einen oder mehrere Ammoniakoxidations-

katalysator(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 enthalten sein, oder mit einem SCR-Katalysator gemischt sein. In bestimmten Ausführungsformen kann das Ammoniakoxidationskatalysatormaterial so gewählt sein, dass es die Oxidation von Ammoniak anstelle der Bildung von NO<sub>x</sub> oder N<sub>2</sub>O begünstigt. Bevorzugte Katalysatormaterialien umfassen Platin, Palladium oder eine Kombination hiervon. Der Ammoniakoxidationskatalysator kann Platin und/oder Palladium, das auf einem Metalloxid geträgt ist, umfassen. In einigen Ausführungsformen ist der Katalysator auf einem eine hohe Oberfläche aufweisenden Träger, einschließlich, ohne darauf beschränkt zu sein, Aluminiumoxid, angeordnet.

**[0189]** 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<sub>2</sub>-Gehalt ≥ 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 Platingrup-

penmetalls 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.

**[0190]** In einigen Ausführungsformen kann der siliciumhaltige Träger ein Molekularsieb umfassen, das einen BEA-, CDO-, CON-, FAU-, MEL-, MFI- oder MWW-Gerüsttyp aufweist.

### SCR-Katalysator

**[0191]** Systeme der vorliegenden Erfindung können einen oder mehrere SCR-Katalysatoren umfassen. In einigen Ausführungsformen kann ein Katalysatorartikel einen ersten SCR-Katalysator, einen zweiten SCR-Katalysator und/oder einen dritten SCR-Katalysator umfassen. In einigen Ausführungsformen können die SCR-Katalysatoren die gleiche Formulierung wie der jeweils andere umfassen. In einigen Ausführungsformen können die SCR-Katalysatoren andere Formulierungen als der jeweils andere umfassen.

**[0192]** 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).

**[0193]** 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 geträgt sein (d.h. die SCR-Katalysatorzusammensetzung wird mittels eines Washcoatverfahrens auf das Substrat appliziert).

**[0194]** Wenn der SCR-Katalysator ein Filtersubstrat aufweist, dann handelt es sich um einen selektiven katalytischen Reduktions-Filter-Katalysator, der hier durch die Abkürzung „SCRF“ bezeichnet wird. Das SCRF 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 SCRF-Katalysatoren umfassen.

**[0195]** Die selektive katalytische Reduktionszusammensetzung kann eine SCR-Katalysatorformulierung auf Metalloxidbasis, eine SCR-Katalysatorformulie-

rung auf Molekularsiebbasis oder ein Gemisch hier- von umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen. Solche SCR-Katalysatorformulierungen sind auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt.

**[0196]** 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, geträger auf einem hitzebeständigen Oxid. Das hitzebeständige Oxid kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titanoxid, Zirconiumoxid, Cer-oxid und Kombinationen hiervon besteht.

**[0197]** Die SCR-Katalysatorformulierung auf Metall-oxidbasis kann ein Oxid von Vanadium (z.B.  $V_2O_5$ ) und/oder ein Oxid von Wolfram (z.B.  $WO_3$ ), geträger auf einem hitzebeständigen Oxid, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Titanoxid (z.B.  $TiO_2$ ), Cer-oxid (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.

**[0198]** 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.  $TiO_2$ ) geträger.

**[0199]** Wenn das hitzebeständige Oxid Cer-oxid (z.B.  $CeO_2$ ) ist, beträgt die Konzentration des Vanadiumoxids vorzugsweise  $0,1$  bis  $9$  Gew.-% (z.B. der SCR-Formulierung auf Metalloxidbasis) und/oder die Konzentration des Wolframoxids (z.B.  $WO_3$ ) beträgt  $0,1$  bis  $9$  Gew.-%.

**[0200]** Die SCR-Katalysatorformulierung auf Metall-oxidbasis kann ein Oxid von Vanadium (z.B.  $V_2O_5$ ) und optional ein Oxid von Wolfram (z.B.  $WO_3$ ), geträger auf Titanoxid (z.B.  $TiO_2$ ), umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen.

**[0201]** 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.

**[0202]** Im Allgemeinen kann die SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis ein Molekularsieb mit einem Alumosilicatgerüst (z.B. Zeolith), einem Aluminophosphatgerüst (z.B. AIPO), 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), Zirconium (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).

**[0203]** 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.

**[0204]** 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.

**[0205]** 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]).

**[0206]** 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.

**[0207]** 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.

**[0208]** 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.

**[0209]** 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 ei-

ne 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.

**[0210]** Im Allgemeinen ist es bevorzugt, dass das Molekularsieb ein kleinporiges Molekularsieb ist.

**[0211]** 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 Rhodium besteht.

**[0212]** Das Übergangsmetall kann Kupfer sein. Ein Vorteil von SCR-Katalysatorformulierungen, die ein Kupfer-ausgetauschtes Molekularsieb enthalten, besteht darin, dass solche Formulierungen eine ausgezeichnete Niedertemperatur- $\text{NO}_x$ -Reduktionsaktivität aufweisen (beispielsweise kann diese besser als die Niedertemperatur- $\text{NO}_x$ -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.

**[0213]** 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.

**[0214]** Typischerweise umfasst das Übergangsmetall-ausgetauschte Molekularsieb eine Menge von 0,10 bis 10 Gew.-% des Übergangsmetall-ausgetauschten Molekular, vorzugsweise eine Menge von 0,2 bis 5 Gew.-%.

**[0215]** Im Allgemeinen umfasst der selektive katalytische Reduktionskatalysator die selektive katalytische Reduktionszusammensetzung in einer Gesamtkonzentration von 0,5 bis 4,0 g/Zoll<sup>3</sup>, vorzugsweise von 1,0 bis 3,0 4,0 g/Zoll<sup>3</sup>.

**[0216]** Die SCR-Katalysatorzusammensetzung kann ein Gemisch einer SCR-Katalysatorformulie-

rung auf Metalloxidbasis und einer SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis umfassen. Die (a) SCR-Katalysatorformulierung auf Metalloxidbasis kann ein Oxid von Vanadium (z.B. V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) und optional ein Oxid von Wolfram (z.B. WO<sub>3</sub>), geträgt auf Titanoxid (z.B. TiO<sub>2</sub>), umfassen oder im Wesentlichen daraus bestehen, und (b) die SCR-Katalysatorformulierung auf Molekularsiebbasis kann ein Übergangsmetall-ausgetauschtes Molekularsieb umfassen.

**[0217]** Wenn der SCR-Katalysator ein SCRF ist, kann das Filtersubstrat vorzugsweise ein Wandstromfiltersubstratmonolith sein. Der Wandstromfiltersubstratmonolith (z.B. des SCR-DPF) weist typischerweise eine Zeldichte von 60 bis 400 Zellen pro Quadratzoll (cpsi) auf. Es ist bevorzugt, dass der Wandstromfiltersubstratmonolith eine Zeldichte von 100 bis 350 cpsi, bevorzugter von 200 bis 300 cpsi aufweist.

**[0218]** Der Wandstromfiltersubstratmonolith kann eine Wanddicke (z.B. eine durchschnittliche Innenwanddicke) von 0,20 mm bis 0,50 mm, vorzugsweise von 0,25 mm bis 0,35 mm (beispielsweise etwa 0,30 mm) aufweisen.

**[0219]** 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.

**[0220]** 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.

**[0221]** Das Wandstromfiltersubstrat kann ein symmetrisches Zelldesign oder ein asymmetrisches Zelldesign aufweisen.

**[0222]** Im Allgemeinen ist bei einem SCRF 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

**[0223]** 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 et-

wa 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 250:1; etwa 275:1 oder etwa 300:1. Dieses Gewichtsverhältnis kann ebenfalls Platingruppenmetall aus dem PNA bei Ausführungsformen, wo die Mischung einen PNA umfasst, umfassen.

### NO<sub>x</sub>-ADSORBER (PNA)

**[0224]** Der NO<sub>x</sub>-Adsorber (PNA) umfasst ein Metall enthaltendes Molekularsieb oder Palladium auf Ceroxid. Wenn der PNA ein Metall enthaltendes Molekularsieb umfasst, kann das Metall aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Cer, Chrom, Cobalt, Kupfer, Eisen, Lanthan, Mangan, Molybdän, Nickel, Niob, Palladium, Wolfram, Silber, Vanadium und Zink und Gemischen hiervon besteht. In einigen Ausführungsformen ist das Metall Cobalt, Mangan, Palladium oder Zink. In einigen Ausführungsformen ist das Metall Palladium oder Zink. In einigen Ausführungsformen ist das Metall in dem SCR-Katalysator Kupfer und das Metall in dem PNA ist Palladium. Das Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem PNA kann ein Alumosilicat (z.B. einen Zeolith), ein Aluminophosphat oder ein Silicoaluminophosphat gemäß obiger Beschreibung in der Beschreibung der Molekularsiebe in SCR-Katalysatoren umfassen. Wenn der SCR-Katalysator ein Metall enthaltendes Molekularsieb umfasst, kann das Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem SCR-Katalysator das gleiche wie das Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem PNA sein oder das Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem SCR-Katalysator kann von dem Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem PNA verschieden sein. In einigen Ausführungsformen kann die gleiche Formulierung und/oder Komponente sowohl als PNA als auch als SCR-Katalysator fungieren.

**[0225]** Das Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem PNA kann ein kleinporiges, ein mittelporiges oder ein großporiges Molekularsieb, wie es oben in dem SCR-Katalysator beschrieben ist, sein. Das Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem PNA ist vorzugsweise ein kleinporiges Molekularsieb, wie es oben für den SCR-Katalysator beschrieben ist. Das kleinpore Molekularsieb kann einen Gerüsttyp umfassen, 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, SIV, THO, TSC, UEI,

UFI, VNI, YUG und ZON und Gemischen oder Verwachsungen hiervon besteht. Vorzugsweise ist das kleinporeige Molekularsieb ein Chabasit (CHA) oder ein AEI. Bevorzugte mittelporige Molekularsiebe umfassen FER, MEL, MFI und STT. Bevorzugte großporige Molekularsiebe umfassen AEI, BEA, MAZ, MOR und OFF. Vorzugsweise umfasst das Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb ein Alumosilicat oder ein Aluminiumphosphat mit einem SAR von etwa 5 bis einschließlich 100. Wenn das Palladium enthaltende Molekularsieb ein Palladium enthaltendes Silicoaluminophosphat ist, umfasst das Silicoaluminophosphat vorzugsweise 5 % bis einschließlich 15 % an Siliciumdioxid.

**[0226]** Das Metall in dem PNA kann in einer Konzentration von 0,01 bis 20 Gew.-% vorhanden sein. Das Metall enthaltende Molekularsieb kann in dem Katalysatorartikel in einer Konzentration von etwa 0,5 bis etwa 4,0 g/Zoll<sup>3</sup> vorhanden sein.

#### GEMISCH VON SCR-KATALYSATOR UND NO<sub>x</sub>-ADSORBERKATALYSATOR

**[0227]** Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung können ein Gemisch eines SCR-Katalysators mit einem NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator (PNA) umfassen. In einigen Ausführungsformen kann das Gemisch ferner einen ASC umfassen, beispielsweise wenn der PNA in der SCR/ASC-Mischung enthalten ist.

**[0228]** In einigen Ausführungsformen kann ein Katalysatorartikel einen SCR-Katalysator und einen PNA umfassen, wobei der SCR-Katalysator ein Metall enthaltendes Molekularsieb umfasst, wobei das Metall aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Cer, Kupfer, Eisen und Mangan und Gemischen hiervon besteht, und der PNA ein Metall enthaltendes Molekularsieb umfasst, wobei das Metall aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Palladium oder Silber und Gemischen hiervon besteht, wobei der SCR-Katalysator und der PNA das gleiche Molekularsieb umfassen und sowohl das Metall des SCR-Katalysators als auch das Metall des PNA in dem Molekularsieb ausgetauscht und/oder substituiert sind. In einigen Ausführungsformen kann das Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem SCR-Katalysator und dem PNA ein Alumosilicat, ein Aluminophosphat oder eine Silicoaluminophosphat umfassen. Das Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem PNA ist vorzugsweise ein kleinpores Molekularsieb. In einigen Ausführungsformen umfasst das Molekularsieb in dem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem PNA einen Gerüsttyp, 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, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG und ZON und Gemi-

schen oder Verwachsungen hiervon besteht. In einigen Ausführungsformen umfasst das Molekularsieb einen AEI- oder CHA-Gerüsttyp.

**[0229]** Ein Verfahren zur Herstellung eines einen SCR-Katalysator und einen PNA umfassenden Katalysatorartikels, wobei der SCR-Katalysator ein Metall enthaltendes Molekularsieb umfasst, wobei das Metall aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Cer, Kupfer, Eisen und Mangan und Gemischen hiervon besteht, und der PNA ein Metall enthaltendes Molekularsieb umfasst, wobei das Metall aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Palladium oder Silber und Gemischen hiervon besteht, wobei der SCR-Katalysator und der PNA das gleiche Molekularsieb umfassen und sowohl das Metall des SCR-Katalysators als auch das Metall des PNA-Katalysators in dem Molekularsieb ausgetauscht und/oder substituiert sind, wird beschrieben. In einigen Ausführungsformen umfasst das Verfahren: (a) Zugeben eines ersten Metalls, das aus der aus Cer, Kupfer, Eisen und Mangan und Gemischen hiervon bestehenden Gruppe ausgewählt ist, zu einem Molekularsieb zur Bildung eines Molekularsiebs, das das erste Metall enthält, (b) Calcinieren des das erste Metall enthaltenden Molekularsiebs zur Bildung eines ersten calcinierten Molekularsiebs, (c) Zugeben eines zweiten Metalls, das aus der aus Palladium oder Silber und Gemischen hiervon bestehenden Gruppe ausgewählt ist, zu dem ersten calcinierten Molekularsieb zur Bildung eines das erste Metall und das zweite Metall enthaltenden Molekularsiebs, und (d) Calcinieren des das erste Metall und das zweite Metall enthaltende Molekularsiebs. Das Verfahren kann des Weiteren die Stufen (a1) und (c1) umfassen, wobei die Stufe (a1) ein Trocknen des das erste Metall enthaltenden Molekularsiebs umfasst und Stufe (c1) ein Trocknen des das erste Metall und das zweite Metall enthaltende Molekularsiebs umfasst. Die Stufen (a) und (c), das Zugeben des ersten und des zweiten Metalls, können durch ein oder mehrere Verfahren aus Imprägnierung, Adsorption, Ionenaustausch, Trockenimprägnierung, Präzipitation, Sprühtrocknung oder dergleichen durchgeführt werden.

**[0230]** Ein Katalysatorartikel kann einen SCR-Katalysator und einen PNA, die die oben beschriebenen Zusammensetzungen aufweisen, umfassen, wobei: (a) wenn das Molekularsieb in dem NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator das gleiche wie das Molekularsieb in einem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem SCR-Katalysator ist, befinden sich das Metall in dem NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator und das Metall in dem SCR-Katalysator in Kombination mit dem Molekularsieb, oder (b) wenn das Molekularsieb in dem NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator von dem Molekularsieb in einem Metall enthaltenden Molekularsieb in dem SCR-Katalysator verschieden ist, befindet sich das Metall in dem NO<sub>x</sub>-Adsorberkatalysator in einer ersten Kombination mit dem Molekularsieb in dem NO<sub>x</sub>-Adsorberka-

talyssator, befindet sich das Metall in dem SCR-Katalysator in einer zweiten Kombination mit dem Molekularsieb in dem SCR-Katalysator, und die erste Kombination und die zweite Kombination sind in einer dritten Kombination vorhanden. Vorzugsweise ist das Metall in dem PNA Palladium. In einigen Ausführungsformen ist das Metall in dem SCR-Katalysator Kupfer, das Metall in dem PNA ist Palladium und das Molekularsieb ist ein Chabasit oder ein AEI. Palladium kann in das Molekularsieb durch Sprühtrocknung oder durch Imprägnieren mit Pd-Nitrat eingeführt werden. Das Molekularsieb kann hydrothermal gealtert werden. Der Katalysatorartikel kann des Weiteren eine Kohlenwasserstoff-SCR-Aktivität umfassen. Der Katalysatorartikel kann gespeichertes NO<sub>x</sub> durch Kohlenwasserstoff-SCR reduzieren. In einigen Ausführungsformen beträgt die Kupferbeladung zwischen 0,1 und 10,0 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Artikels. In einigen Ausführungsformen beträgt die Palladiumbeladung zwischen 0,01 und 20,0 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Artikels.

**[0231]** In Ausführungsformen, wo der SCR-Katalysator und der PNA kombiniert sind, sind der SCR-Katalysator und der PNA in einem Gewichtsverhältnis von etwa 10:1 bis etwa 1:10, etwa 9:1 bis etwa 1:9, etwa 8:1 bis etwa 1:8, etwa 7:1 bis etwa 1:7, etwa 6:1 bis etwa 1:6, etwa 5:1 bis etwa 1:5, etwa 4:1 bis etwa 1:4, etwa 3:1 bis etwa 1:3, etwa 2:1 bis etwa 1:2, etwa 10:1, etwa 9:1, etwa 8:1, etwa 7:1, etwa 6:1, etwa 5:1, etwa 4:1, etwa 3:1, etwa 2:1, etwa 1:1, etwa 1:2, etwa 1:3, etwa 1:4, etwa 1:5, etwa 1:6, etwa 1:7, etwa 1:8, etwa 1:9 oder etwa 1:10 vorhanden.

#### DOC

**[0232]** 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 CO<sub>2</sub> und Gasphasen-Kohlenwasserstoffe (HC) und eine organische Fraktion von Dieselpartikeln (lösliche organische Fraktion) zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O oxidieren. Typische Oxidationskatalysatoren umfassen Platin und optional auch Palladium auf einem eine hohe Oberfläche aufweisenden anorganischen Oxidträger, wie z.B. Aluminiumoxid, Siliciumdioxid-Aluminiumoxid und einem Zeolith.

#### Substrat

**[0233]** Die Katalysatoren gemäß der vorliegenden Erfindung können jeweils ferner ein Durchflusssubstrat oder ein Filtersubstrat umfassen. In einer Ausführungsform kann der Katalysator auf das Durchflus- oder Filtersubstrat aufgetragen sein und vorzugsweise auf dem Durchflus- oder Filtersubstrat

unter Verwendung eines Washcoatverfahrens abgeschieden werden.

**[0234]** Die Kombination eines SCR-Katalysators und eines Filters ist als selektiver katalytischer Reduktions-Filter(SCRF)-Katalysator bekannt. Ein SCRF-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 SCRF-Katalysator, sofern anwendbar, umfassen.

**[0235]** Das Durchfluss- oder Filtersubstrat 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.

**[0236]** 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.

**[0237]** Das Durchflusssubstrat ist vorzugsweise ein Durchflusmonolith 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.

**[0238]** Das Filtersubstrat 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.

**[0239]** Der Katalysator/Adsorber kann dem Durchfluss- oder Filtersubstrat mittels beliebiger bekannter Maßnahmen, beispielsweise mittels eines Washcoatverfahrens, zugegeben werden.

#### Reduktionsmittel/Harnstoffinjektor

**[0240]** Das System kann ein Mittel zum Einführen eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels in das Abgassystem stromauf des SCR- und/oder des SCRF-Katalysators umfassen. Es kann bevorzugt sein, dass das Mittel zum Einführen eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels in das Abgassystem sich direkt stromauf des SCR- oder SCRF-Katalysators befindet (beispielsweise gibt es keinen dazwischenliegenden Katalysator zwischen dem Mittel zum Einführen eines stickstoffhaltigen Reduktionsmittels und dem SCR- oder SCRF-Katalysator).

**[0241]** 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 Sprühvorrichtung oder eine Zuspeisungsvorrichtung. Solche Mittel sind auf dem einschlägigen Fachgebiet wohlbekannt.

**[0242]** Das stickstoffhaltige Reduktionsmittel zur Verwendung in dem System kann Ammoniak *per se*, Hydrazin oder ein Ammoniakkvorläufer, der aus der aus Harnstoff, Ammoniumcarbonat, Ammoniumcarbamat, Ammoniumhydrogencarbonat und Ammoniumformiat bestehenden Gruppe ausgewählt ist, sein. Harnstoff ist besonders bevorzugt.

**[0243]** Das Abgassystem kann ferner ein Mittel zum Steuern der Einführung von Reduktionsmittel in das Abgas, um das darin befindliche NO<sub>x</sub> zu reduzieren, umfassen. Bevorzugte Steuerungsmittel können eine elektronische Steuereinheit, optional eine Motorsteuereinheit, umfassen und können zusätzlich einen NO<sub>x</sub>-Sensor, der sich stromab des NO<sub>x</sub>-Reduktionskatalysators befindet, umfassen.

#### Vorteile

**[0244]** Die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung können zahlreiche Nutzeffekte, einschließlich Vorteile im Vergleich zu einem Katalysatorartikel, der allgemein äquivalent ist, außer dass er keinen PNA umfasst, liefern. Die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung können die Reduktion oder Entfernung eines EGR-Kreislaufs in einem Abgassystem ermöglichen, was bezüglich einer Verbesserung der Kraftstoffökonomie und der Leistungsabgabe sowie für ein Absenken der Kohlenwasserstoffe und partikel förmiges Material umfassenden Emissionen vorteilhaft/nutzbringend sein kann. Zusätzlich können die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung eine äquivalente oder nahezu äquivalente NO-Umwand-

lung im Vergleich zu einem SCR-Katalysator liefern, wenn der Katalysatorartikel in einer eng gekoppelten Position nach dem Motor platziert ist. Die Katalysatorartikel können eine äquivalente oder nahezu äquivalente N<sub>2</sub>O-Bildung im Vergleich zu einem SCR-Katalysator während einer NH<sub>3</sub>-Unterinjektion liefern. Die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung können eine signifikant verringerte N<sub>2</sub>O-Bildung während einer NH<sub>3</sub>-Überinjektion liefern. Man kann sagen, dass die Artikel der vorliegenden Erfindung sich wie ein SCR/DOC-Katalysator unter Bedingungen einer Harnstoff-Unterinjektion verhalten, während sie sich als ein SCR/ASC/DOC mit einer hohen NH<sub>3</sub>-Selektivität verhalten, wenn ein Überschuss an NH<sub>3</sub> vorhanden ist. Die Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung können SCR/ASC/DOC-Funktionalitäten in einem einzelnen Block erreichen, was besonders wünschenswert ist, wenn der Platz eingeschränkt ist. Zusätzlich können die Katalysatorartikel ein schnelles Ansprechen auf einen Temperaturwechsel des Motors liefern, was für die NO<sub>x</sub>-Umwandlung während einer Kaltstartperiode nutzbringend sein kann. Die Katalysatorartikel können für eine NO<sub>x</sub>-Speicherung sorgen, bevor die Temperatur der Harnstoffinjektion erreicht ist, wodurch sie eine zusätzliche Kaltstart-Kontrolle bezüglich NO<sub>x</sub> liefern. In einigen Ausführungsformen kann der Katalysatorartikel eine HC-Speicherung während des Kaltstarts liefern.

**[0245]** In einigen Ausführungsformen kann aufgrund des schnellen Aufwärmens des eng gekoppelten Katalysators die NO<sub>x</sub>-Speicherkapazität der PNA-Komponente viel niedriger sein als bei der Konfiguration mit Motor → PNA/DOC → Filter → SCR/ASC. In einigen Ausführungsformen kann, da die NO<sub>x</sub>-Freisetzung und -Umwandlung auf dem gleichen Ziegel erfolgt, die NO<sub>x</sub>-Freisetzungstemperatur der PNA-Komponente viel niedriger sein als bei der Konfiguration mit Motor → PNA/DOC → Filter → SCR/ASC.

**[0246]** In einigen Ausführungsformen kann ein optimaler Nutzen für ein System mit dem erfindungsgemäßen Katalysator als dem ersten Block erreicht werden, wenn ein Ammoniak: NO<sub>x</sub>-Verhältnis  $\geq 1$  ist und wenn eine Temperatur des in den Katalysatorartikel eintretenden Abgasstroms  $\leq 180^{\circ}\text{C}$  ist. Während dieser Bedingungen, d.h. während der Kaltstartperiode, kann ein stromabseitiger SCR/ASC zu kalt sein, um aktiv sein zu können. Sobald sich das System soweit aufwärmst, dass der in den Katalysatorartikel eintretende Abgasstrom  $\geq 180^{\circ}\text{C}$  beträgt, beträgt das Ammoniak: NO<sub>x</sub>-Verhältnis in optimalerer Weise  $> 0,5$ , um dem Katalysator zu ermöglichen, die maximale Menge von NO<sub>x</sub> unter Erzeugung einer minimalen Menge von N<sub>2</sub>O umzuwandeln. Während der ein hohes Ammoniak: NO<sub>x</sub>-Verhältnis aufweisenden Kaltstartperiode und einem gelegentlichen vorübergehenden NH<sub>3</sub>-Schlupf-Ereignis kann ein Katalysatorartikel der vorliegenden Erfindung in der Lage sein,

überschüssiges NH<sub>3</sub> in selektiver Weise zu N<sub>2</sub> ohne eine gesonderte/zusätzliche ASC-Komponente zu oxidieren.

**[0247]** Die Katalysatoren der vorliegenden Erfindung können ausgezeichnete SCR- und ASC-Funktionalitäten liefern, während sie gleichzeitig in der Lage sind, NO<sub>x</sub> während der Kaltstartperiode zu speichern und das freigesetzte NO<sub>x</sub> bei höheren Temperaturen umzuwandeln, wenn NH<sub>3</sub> in dem Zufuhrmaterial bereitgestellt wird. Diese Erfindung kann die Temperaturlücke zwischen der NO<sub>x</sub>-Freisetzungstemperatur an dem PNA-Katalysator und der für ein Aktivwerden der SCR-Reaktion notwendigen Temperatur in dem stromabseitigen SCR-Katalysator in einem PNA/DOC → Filter → SCR/ASC-System weitgehend eliminieren.

**[0248]** Wie in der vorliegenden Beschreibung und den beigefügten 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.

**[0249]** Der Begriff „Ammoniak-Schlupf“ bedeutet die Menge von nicht umgesetztem Ammoniak, die durch den SCR-Katalysator hindurchtritt.

**[0250]** Der Begriff „Träger“ bedeutet das Material, an das ein Katalysator fixiert ist.

**[0251]** Der Begriff „calcinieren“ 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 umfassen, 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.

**[0252]** 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.

**[0253]** Der Begriff „N<sub>2</sub>-Selektivität“ bedeutet die prozentuale Umwandlung von Ammoniak in Stickstoff.

**[0254]** Die Begriffe „Dieseloxidationskatalysator“ (DOC), „exothermer Dieselkatalysator“ (DEC), „NO<sub>x</sub>-Absorber“, „SCR-PNA“ (selektiver katalytischer Reduktions-(Katalysator) / Passiv-NO<sub>x</sub>-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.

**[0255]** Der Begriff „Platingruppenmetall“ oder „PGM“ bezieht sich auf Platin, Palladium, Ruthenium, Rhodium, Osmium und Iridium. Die Platingruppenmetalle sind vorzugsweise Platin, Palladium, Ruthenium oder Rhodium.

**[0256]** 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.

**[0257]** 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

**[0258]** Eng gekoppelte Katalysatorkonfigurationen wurden mit den folgenden Konfigurationen hergestellt: SCR/DOC, SCR-ASC/DOC und PNA/SCR-ASC/DOC. Die speziellen Konfigurationen sind in **Fig. 45** gezeigt.

**[0259]** Die SCR-Katalysatoren umfassen Cu-Zeolith. Der Misch-ASC-Katalysator wurde hergestellt, der eine erste Zone mit einer einen SCR-Katalysator umfassenden oberen Schicht 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. Ein herkömmlicher ASC-Katalysator wurde hergestellt, der eine erste Zone mit einer einen SCR-Katalysator umfassenden oberen Schicht von Cu auf einem Zeolith und einer unteren Schicht mit einem Platin auf einem Zeolith (und keinem SCR-Katalysa-

tor) aufwies. Beide Katalysatoren wurden mit einer Pt-Beladung von 3 g/ft<sup>3</sup> in der ASC-Zone hergestellt. Die DOC-Zone in der SCR/DOC- und der SCR-ASC/DOC-Konfiguration umfasst 3:1:0/20 PtPd-Aluminimumoxid. Die DOC-Zone in der PNA/SCR-ASC/DOC-Konfiguration umfasst 3:1:0/40 PtPd-Aluminiumoxid. Alle Katalysatoren wurden 50 h in Luft bei 650 °C/10% H<sub>2</sub>O gealtert.

**[0260]** Die Konfigurationen wurden unter simulierten Bedingungen am Motorausgang mit einem ANR > 1 und einem ANR < 1 getestet. Speziell waren die Testbedingungen die folgenden: 600 ppm oder 1200 ppm NH<sub>3</sub>, 1000 ppm NO, 500 ppm (auf C<sub>1</sub> basierend) C<sub>10</sub>H<sub>22</sub>, 200 ppm CO, 10 % O<sub>2</sub>, 4,5 % CO<sub>2</sub>, 4,5 % H<sub>2</sub>O, gesamte (Raumgeschwindigkeit) **40.000 h<sup>-1</sup>**.

**[0261]** Die Ergebnisse bezüglich NO<sub>x</sub>-Umwandlung, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>-Schlupf, HC-Umwandlung und CO-Umwandlung sind in den **Fig. 46** bis **Fig. 50** gezeigt.

**[0262]** Die SCR-ASC/DOC-Konfiguration mit dem herkömmlichen ASC erzeugt die größte Menge an N<sub>2</sub>O (**Fig. 50**) und weist die geringste NO-Umwandlung (d.h. die höchste abermalige NO-Bildung) (**Fig. 47**) über das Temperaturfenster auf. Wenn der herkömmliche SCR-ASC in dem SCR-ASC/DOC durch einen SCR oder Misch-SCR-ASC ersetzt wird, ist sowohl die N<sub>2</sub>-Selektivität als auch die NO-Umwandlung (**Fig. 47**) signifikant verbessert durch eine Verringerung der unselektiven Reaktion NO+NH<sub>3</sub> auf Pt.

**[0263]** Ein drei Zonen aufweisender Katalysator mit PNA/SCR-ASC/DOC-Funktionalitäten wurde getestet, um ihn mit den obigen Referenz(beispielen) ohne PNA-Funktionalität zu vergleichen. Der PNA/SCR-ASC/DOC-Katalysator zeigte eine ausgezeichnete N<sub>2</sub>-Selektivität und NO-Umwandlung (**Fig. 47**), die vergleichbar ist mit SCR/DOC und SCR-ASC/DOC mit dem Misch-ASC, was zeigt, dass bei dem erfindungsgemäßen Katalysator die Zugabe von Pd-Zeolith keinen negativen Effekt auf dessen SCR- und ASC-Leistungsfähigkeit hat. Die DOC-Leistungsfähigkeit des PNA/SCR-ASC/DOC-Katalysators ist leicht geringer als die der anderen Referenz(beispiele), hauptsächlich aufgrund der kürzeren Zonenlänge, es ist jedoch nicht zu erwarten, dass dies die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems beeinflusst, da sie leicht durch einen gesonderten stromabseitigen DOC-Katalysator und/oder einen CSF-Katalysator kompensiert werden kann.

## Beispiel 2

**[0264]** Der vorgenannte PNA/SCR-ASC/DOC-Katalysator wurde unter simulierten NO<sub>x</sub>-Speicherungs-Freisetzung-Bedingungen getestet, wobei der Katalysator einem NO<sub>x</sub> enthaltenden simulierten Motorausgangs-Gasmisch während 100 Sekunden bei

80 °C, gefolgt von einem Temperaturanstieg auf 500 °C ausgesetzt wurde. Im Einzelnen waren die Testbedingungen die folgenden: 200 ppm NO, 500 ppm (auf C<sub>1</sub> basierend) C<sub>10</sub>H<sub>22</sub>, 200 ppm CO, 10 % O<sub>2</sub>, 5 % CO<sub>2</sub>, 5 % H<sub>2</sub>O, mit oder ohne einer Injektion von 300 ppm NH<sub>3</sub> bei T ≥ 180 °C, Raumgeschwindigkeit = 40.000 h<sup>-1</sup>. Die Katalysatoren wurden 50 h in Luft bei 650 °C/10 % H<sub>2</sub>O gealtert.

**[0265]** Wie in **Fig. 51** gezeigt, liefert der Katalysator eine signifikante NO<sub>x</sub>-Speicherkapazität während der „Kaltstart“-Periode, bis die Abgastemperatur etwa 200 °C erreicht, wenn die NO-Freisetzung beginnt aufzutreten. Der Test wurde anschließend unter den gleichen Bedingungen wiederholt, außer dass NH<sub>3</sub> zu dem Einspeisungsmaterial zugegeben wurde, sobald die Temperatur 180 °C erreicht. In diesem Fall liefert der Katalysator immer noch die gleiche Menge an NO<sub>x</sub>-Speicherung wie in dem ersten Test, das freigesetzte NO<sub>x</sub> wurde jedoch durch eine NH<sub>3</sub>-SCR-Reaktion an dem Katalysator umgewandelt, anstatt zum Reaktorauslass freigesetzt zu werden.

**[0266]** Diese Ergebnisse zeigen, dass der erfindungsgemäße Katalysator ausgezeichnete SCR- und ASC-Funktionalitäten liefert, während er gleichzeitig in der Lage ist, NO<sub>x</sub> während der Kaltstartperiode zu speichern und das freigesetzte NO<sub>x</sub> bei höheren Temperaturen umzuwandeln, wenn NH<sub>3</sub> in dem Einspeisungsmaterial bereitgestellt wird. Diese Erfindung eliminiert im Wesentlichen die Temperaturlücke zwischen der NO<sub>x</sub>-Freisetzungstemperatur an dem PNA-Katalysator und der für ein Aktivwerden der SCR-Reaktion notwendigen Temperatur in dem stromabseitigen SCR-Katalysator in dem PNA/DOC → Filter → SCR/ASC-System.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- A. D. McNaught und A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997).  
Korrigierte XML-Onlineversion: <http://goldbook.iupac.org> (2006-) [0251]
- M. Nic, J. Jirat, B. Kosata; die Updates wurden von A. Jenkins zusammengestellt. ISBN 0-9678550-9-8 [0251]

**Patentansprüche**

1. Katalysatorartikel, umfassend ein Substrat, das ein Einlassende und ein Auslassende, 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, wobei sich die erste Zone stromauf der zweiten Zone befindet und sich die zweite Zone stromauf der dritten Zone befindet, und wobei der Katalysatorartikel einen Passiv-NO<sub>x</sub>-Adsorber („PNA“) umfasst.

2. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei die erste Zone den PNA umfasst.

3. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei die zweite Zone den PNA umfasst.

4. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, 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.

5. Katalysatorartikel nach Anspruch 4, wobei sich die erste Schicht von dem Auslassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt.

6. Katalysatorartikel nach Anspruch 4, wobei sich die erste Schicht von dem Einlassende bis zu weniger als der gesamten Länge des Substrats erstreckt.

7. Katalysatorartikel nach Anspruch 4, wobei sich die erste Schicht über die gesamte Länge des Substrats erstreckt.

8. Katalysatorartikel nach Anspruch 4, wobei die erste Schicht die gesamte Länge der ersten Zone und die zweiten Zone bedeckt.

9. Katalysatorartikel nach Anspruch 4, wobei die erste Schicht ferner den PNA umfasst.

10. Katalysatorartikel nach Anspruch 9, wobei die erste Schicht einen den PNA umfassenden Bereich („PNA-Bereich“) umfasst und sich der PNA-Bereich stromauf der Mischung befindet.

11. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei die Mischung ferner den PNA umfasst.

12. Katalysatorartikel nach Anspruch 4, wobei die erste Schicht einen Bereich umfasst, der den PNA und einen dritten SCR-Katalysator umfasst („PNA/SCR-Bereich“).

13. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei die erste Schicht den PNA/SCR-Bereich und die Mischung umfasst, wobei sich die PNA/SCR-Schicht stromauf der Mischung befindet.

14. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei die erste Schicht den PNA/SCR-Bereich umfasst, wobei sich die Mischung oben auf dem PNA/SCR-Bereich befindet.

15. Katalysatorartikel nach Anspruch 12, wobei die erste Schicht die Mischung umfasst, wobei sich der PNA/SCR-Bereich oben auf der Mischung befindet.

16. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei der Träger ein siliciumhaltiges Material umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus: (1) Siliciumdioxid und (2) einem Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mehr als 200 besteht.

17. 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.

18. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei in der Mischung ein Gewichtsverhältnis des ersten SCR-Katalysators zu dem Platingruppenmetall auf einem Träger etwa 10:1 bis etwa 50:1 beträgt.

19. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei der erste SCR-Katalysator und der PNA in einem Verhältnis von 5:1 bis 1:5 vorhanden sind.

20. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei der PNA ein Platingruppenmetall auf einem Molekularsieb umfasst.

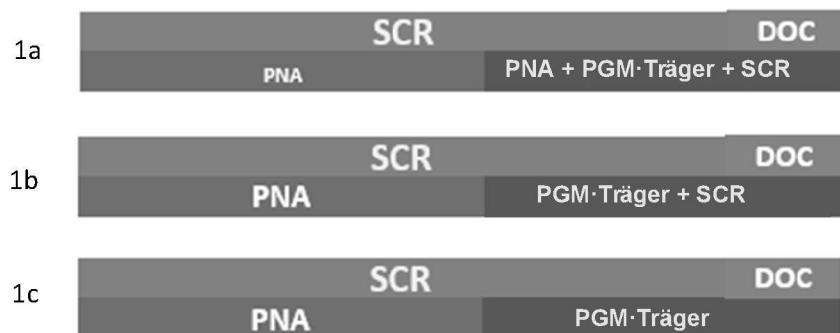
21. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei der PNA Pd auf einem Zeolith umfasst.

22. Verfahren zum Verringern von Emissionen aus einem Abgasstrom, das ein In-Kontaktbringen des Abgasstroms mit dem Katalysatorartikel nach Anspruch 1 umfasst.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Abgasstrom ein Ammoniak: $\text{NO}_x$ -Verhältnis von  $\geq 1$  umfasst, wenn eine Temperatur des in den Katalysatorartikel eintretenden Abgasstroms  $\leq 180$  °C beträgt.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei der Abgasstrom ein Ammoniak: $\text{NO}_x$ -Verhältnis von  $> 0,5$  umfasst, wenn eine Temperatur des in den Katalysatorartikel eintretenden Abgasstroms  $\geq 180$  °C beträgt.

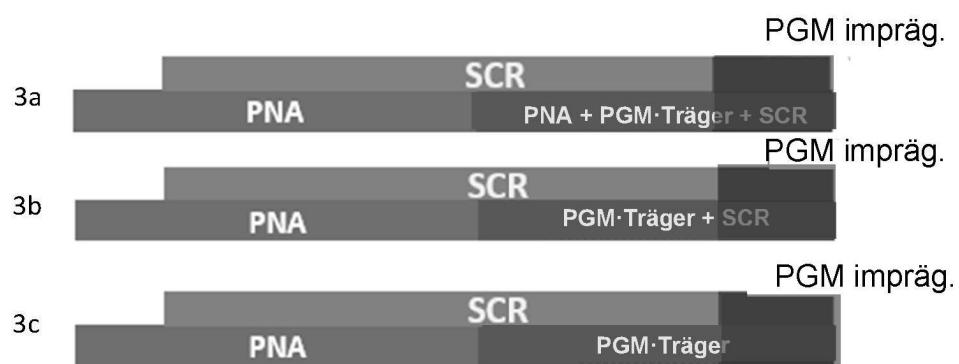
Es folgen 29 Seiten Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

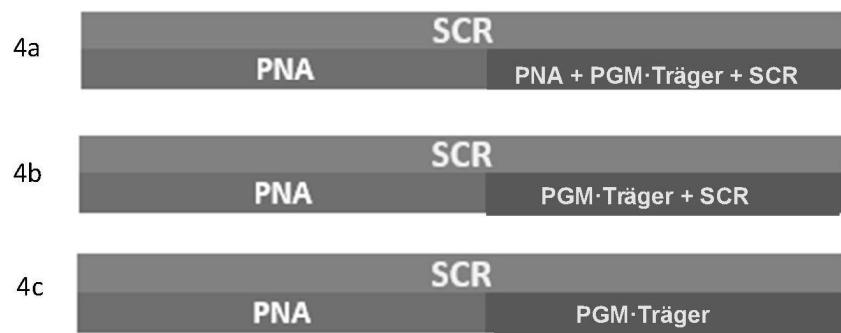
Figur 1



Figur 2



Figur 3



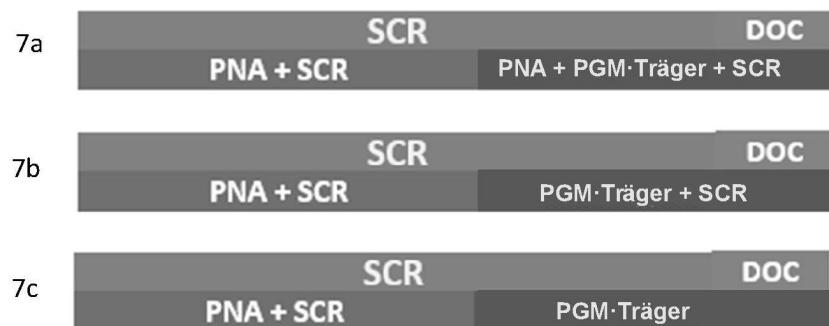
Figur 4



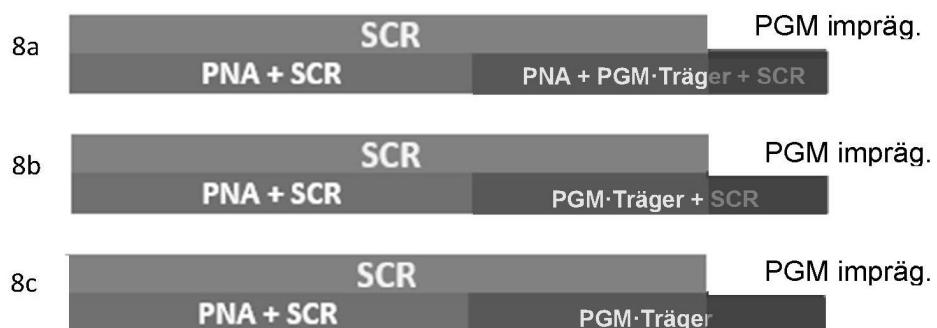
Figur 5



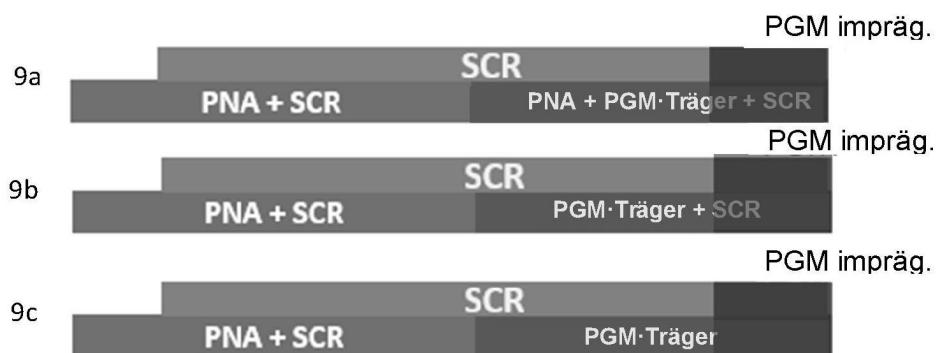
Figur 6



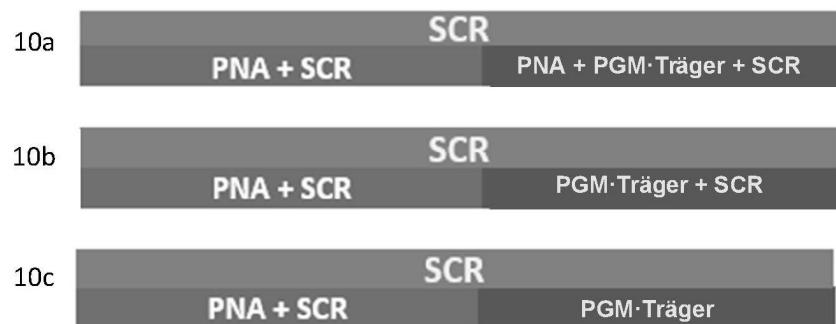
Figur 7



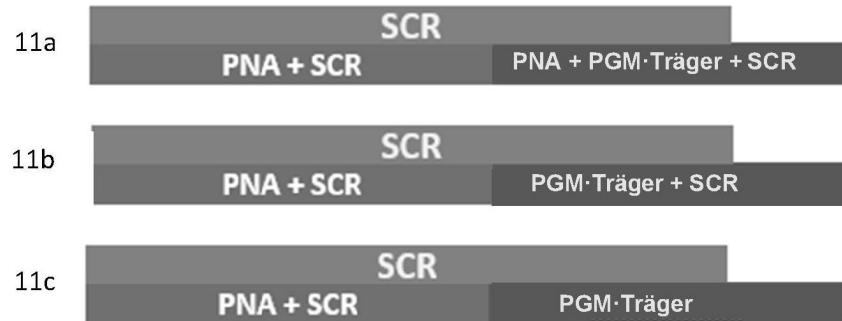
Figur 8



Figur 9



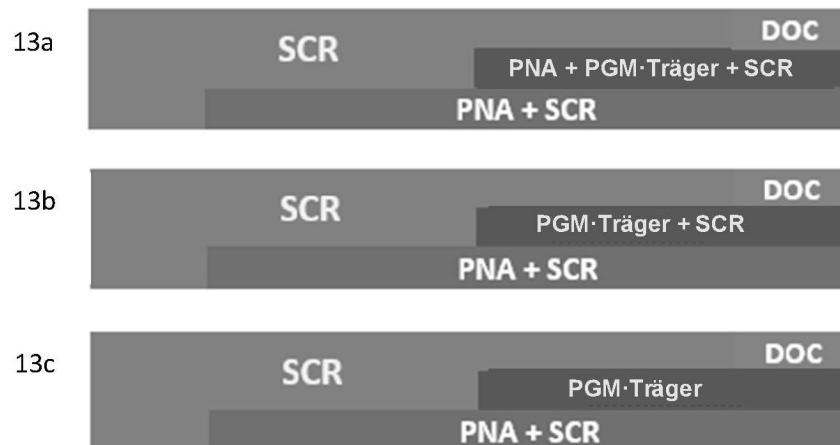
Figur 10



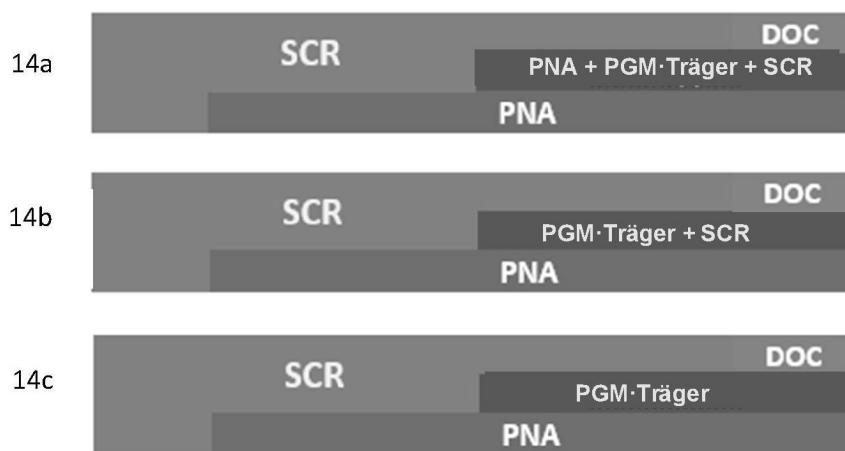
Figur 11



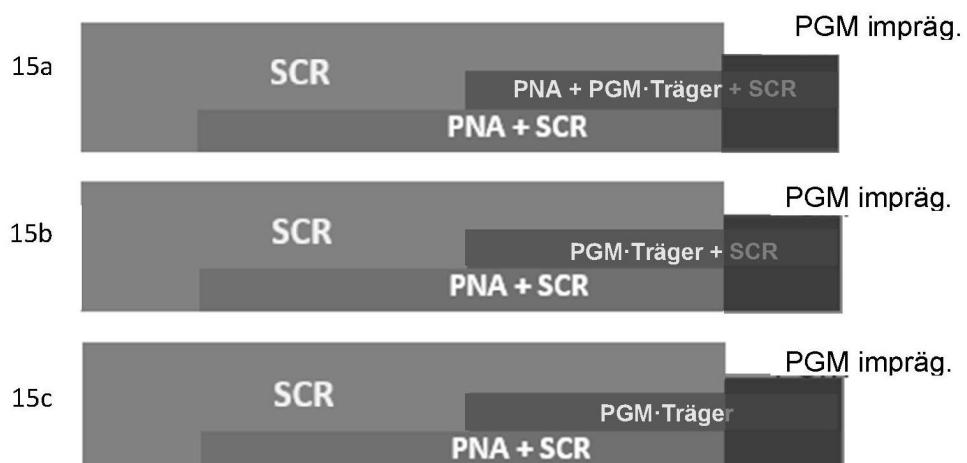
Figur 12



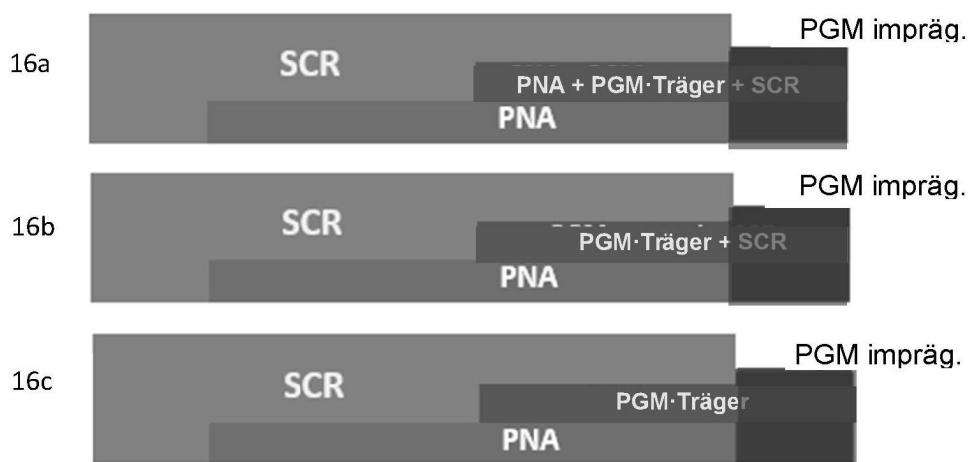
Figur 13



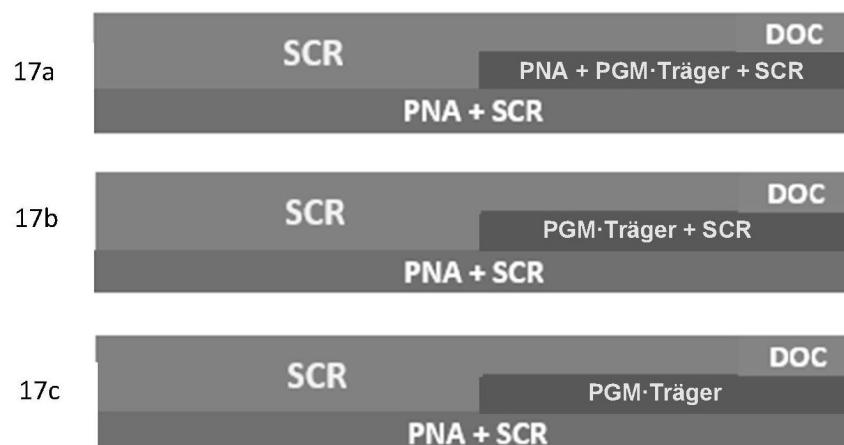
Figur 14



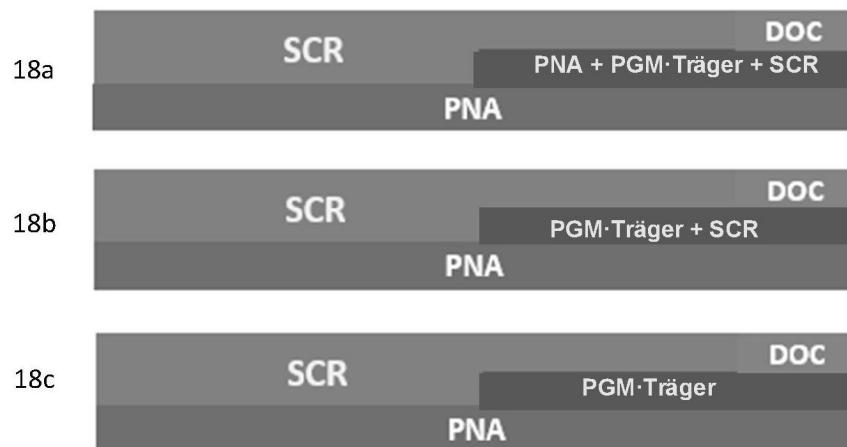
Figur 15



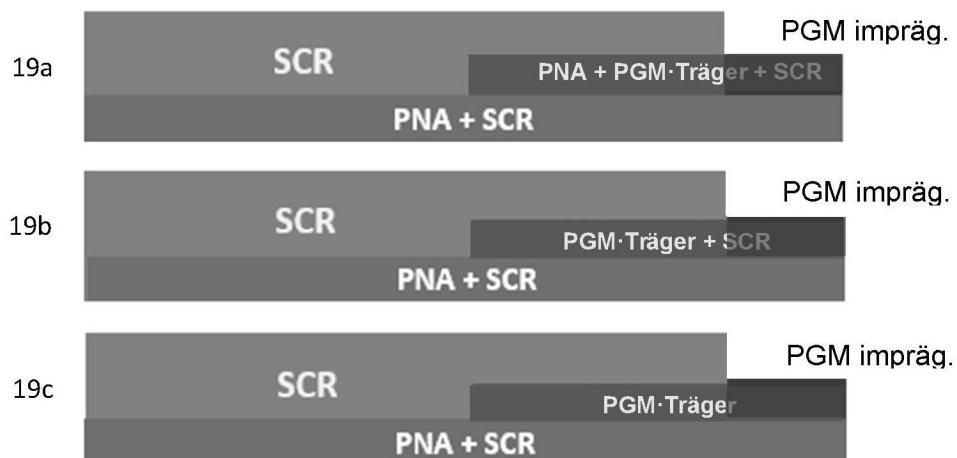
Figur 16



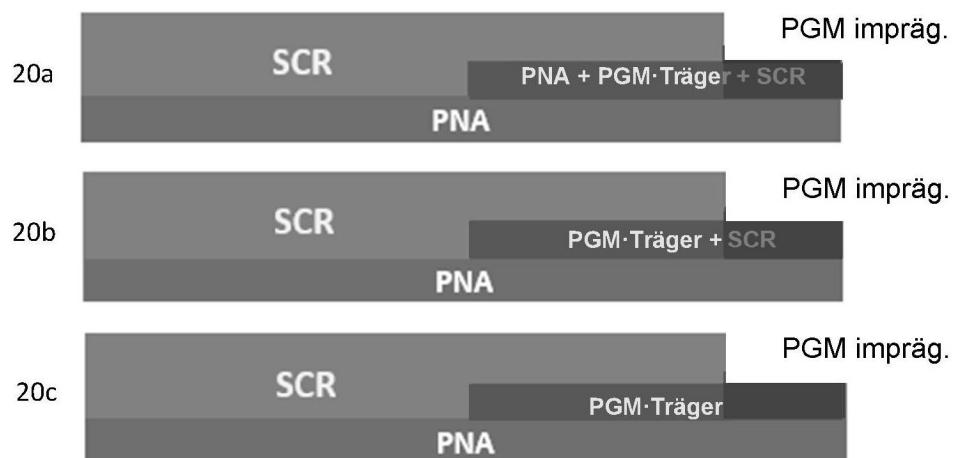
Figur 17



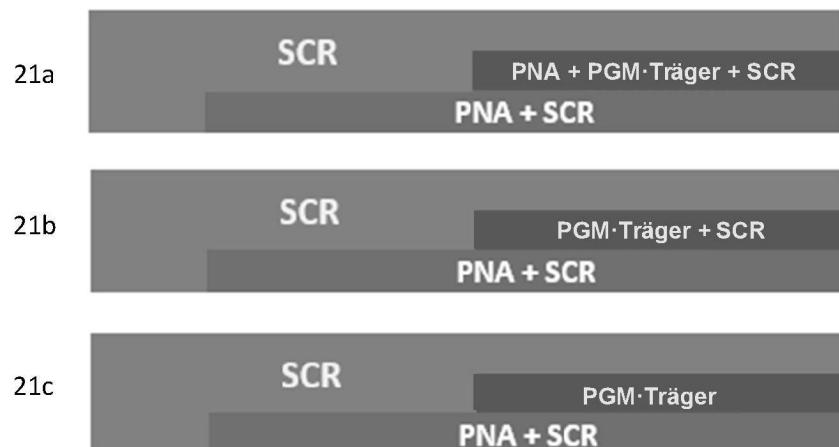
Figur 18



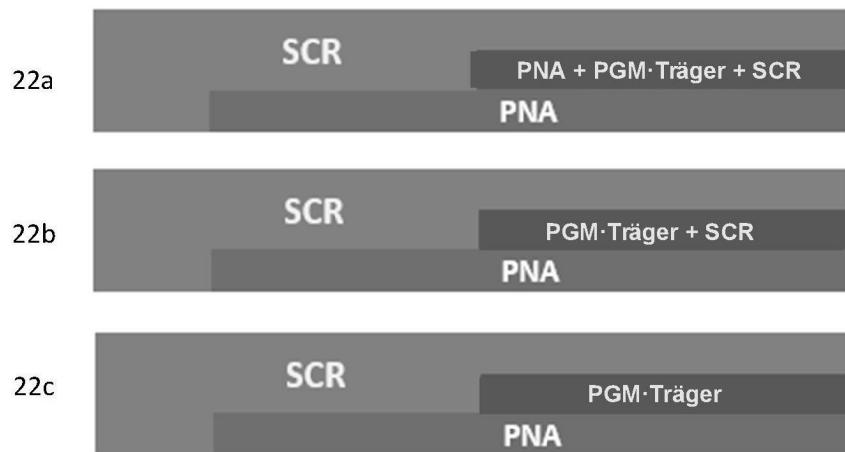
Figur 19



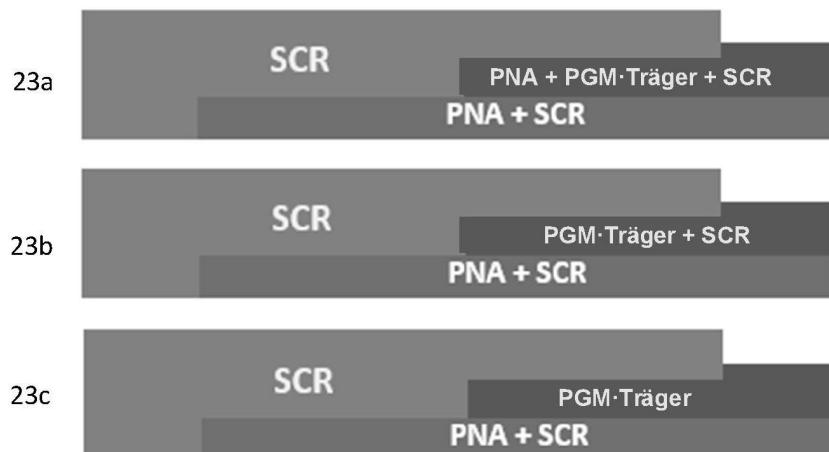
Figur 20



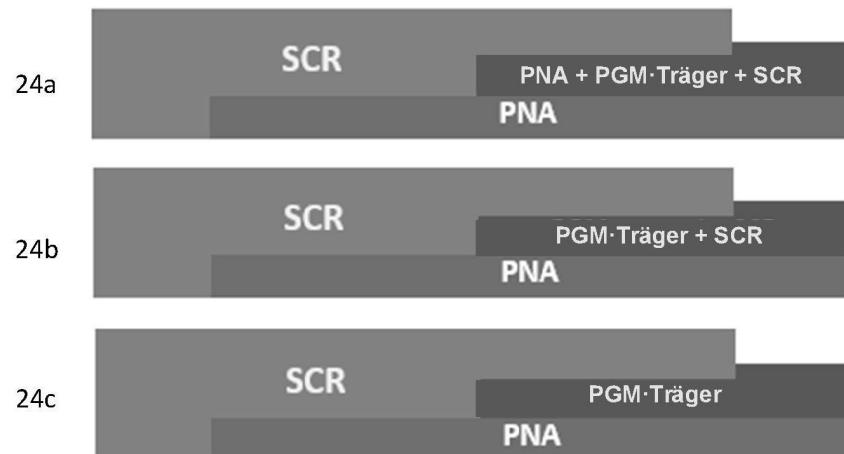
Figur 21



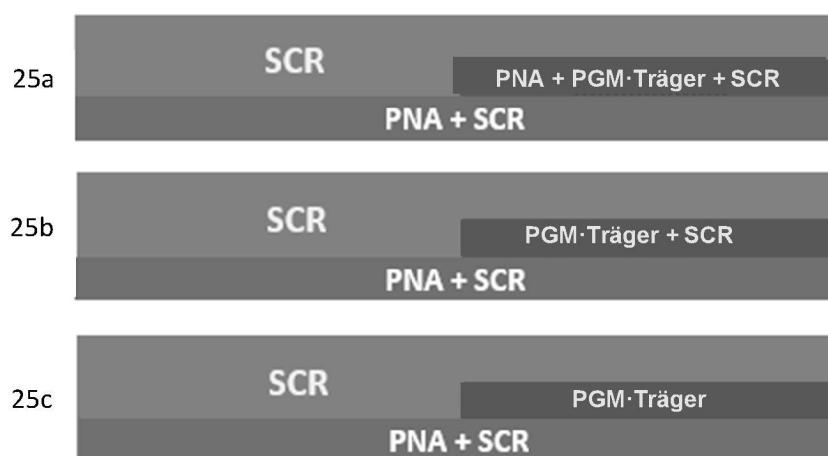
Figur 22



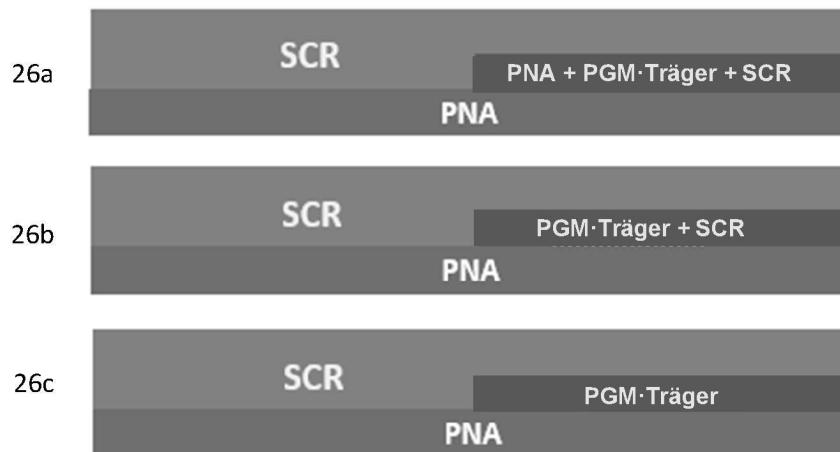
Figur 23



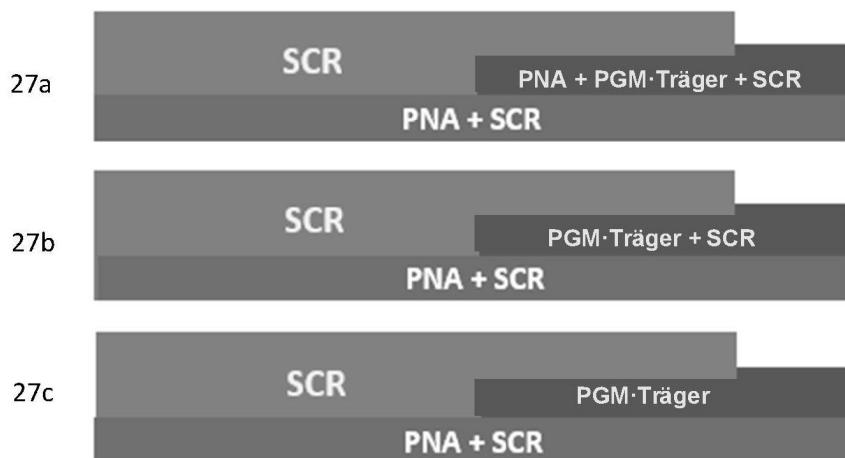
Figur 24



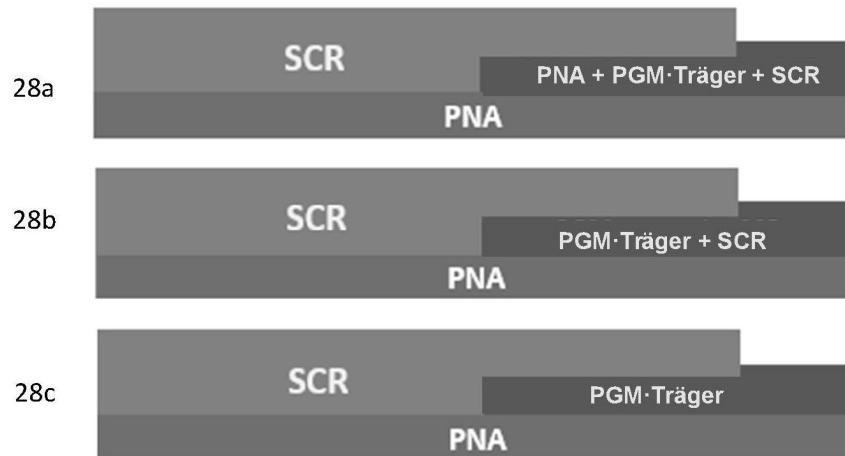
Figur 25



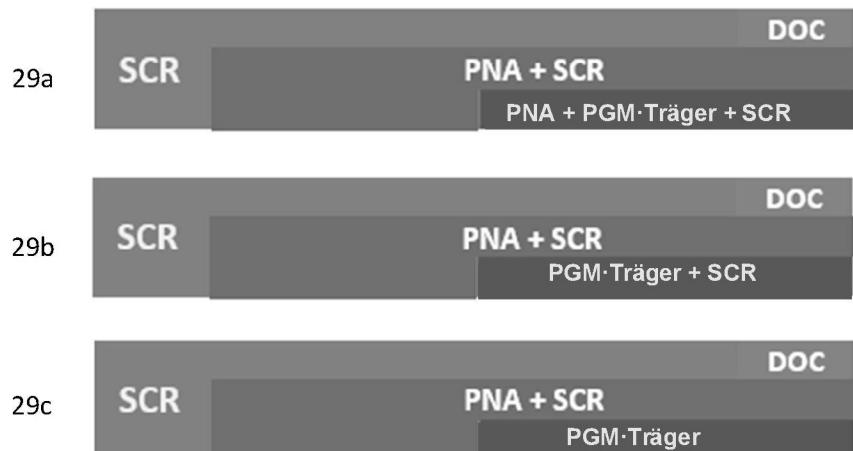
Figur 26



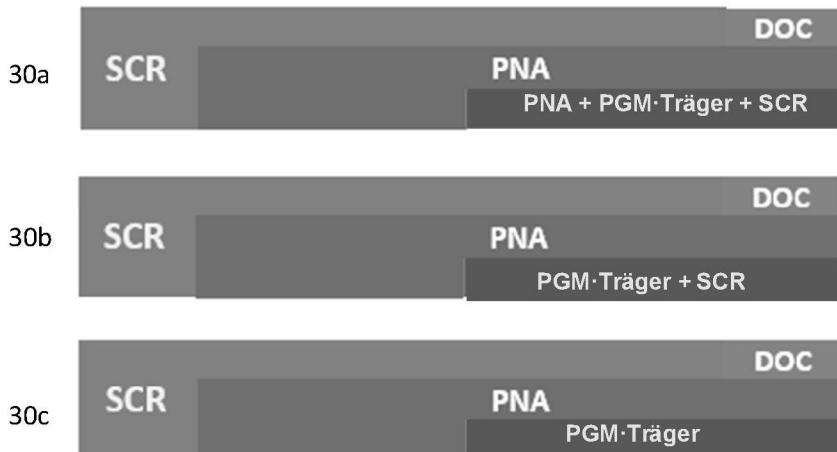
Figur 27



Figur 28



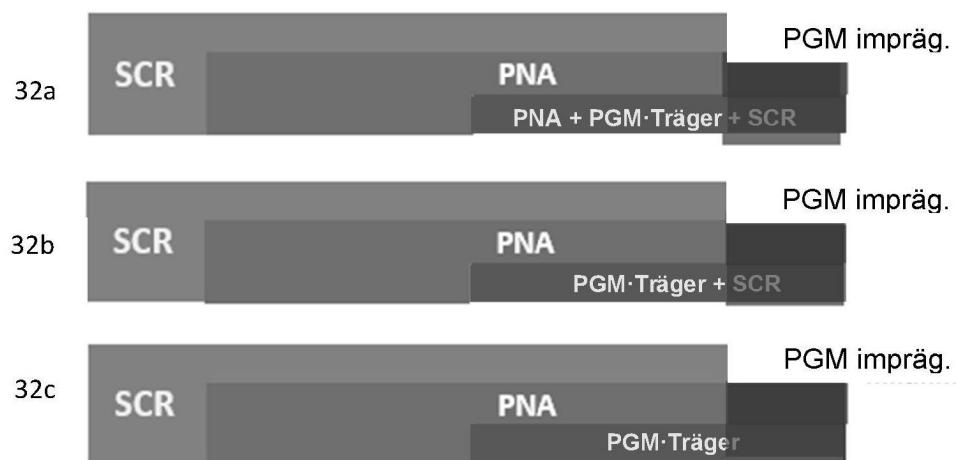
Figur 29



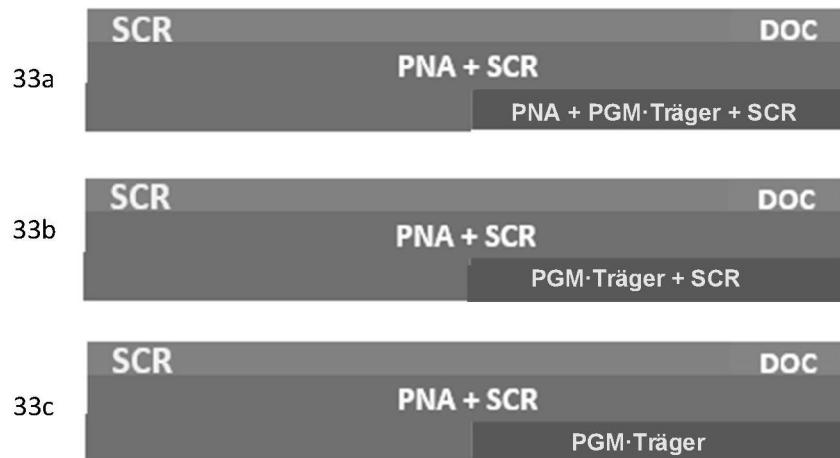
Figur 30



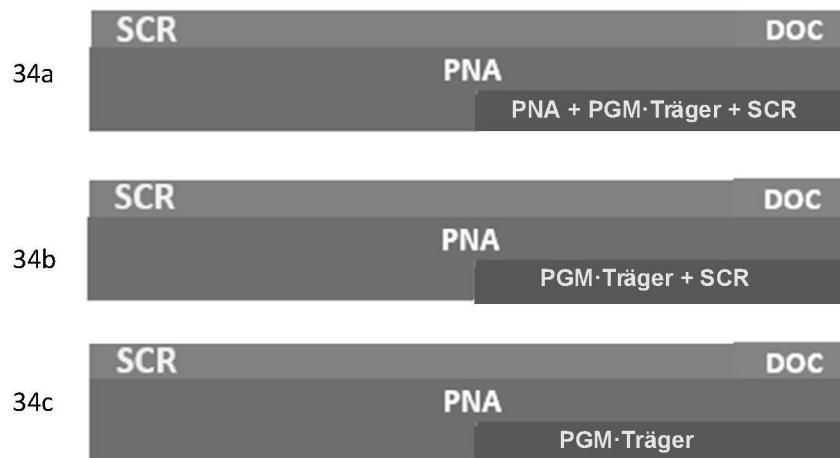
Figur 31



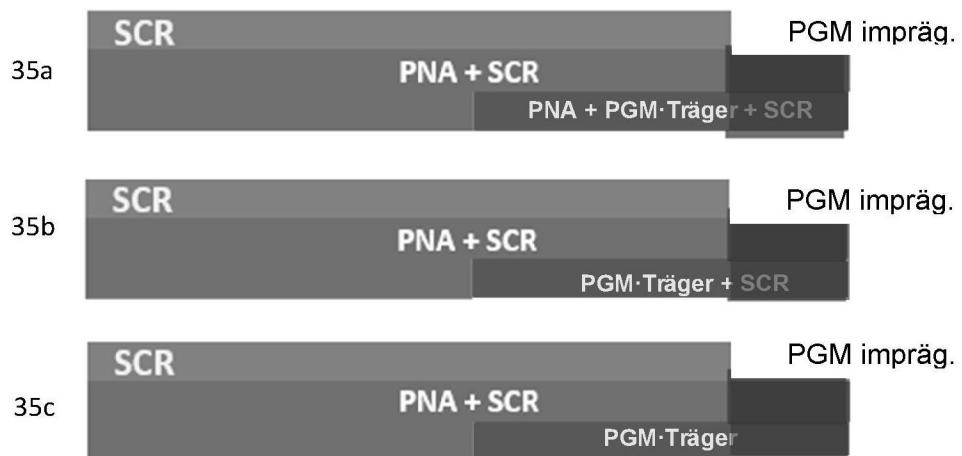
Figur 32



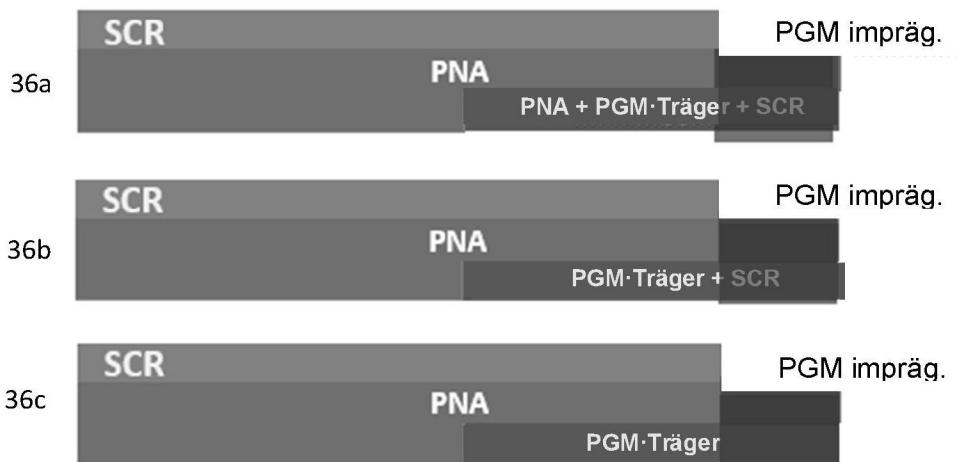
Figur 33



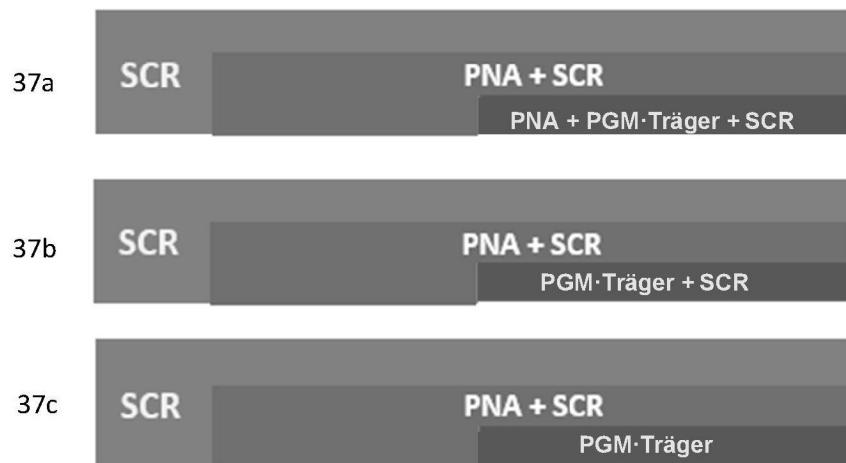
Figur 34



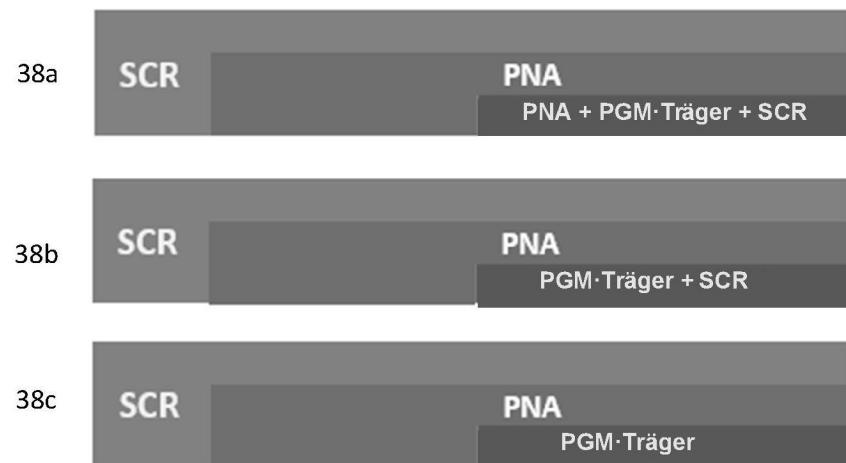
Figur 35



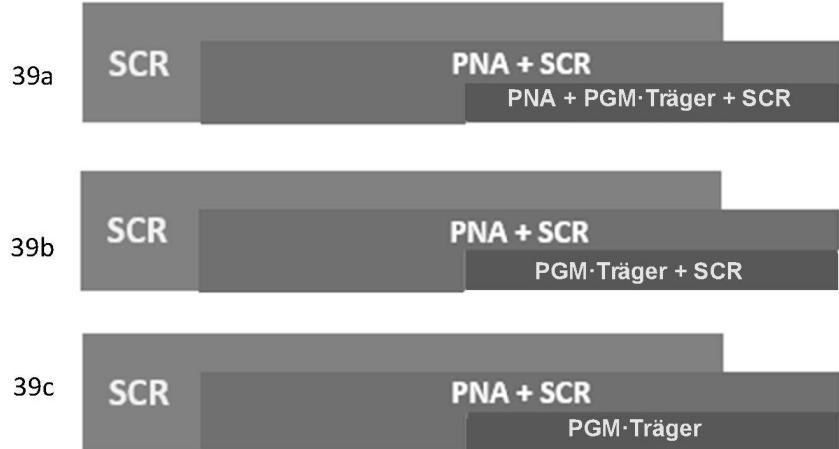
Figur 36



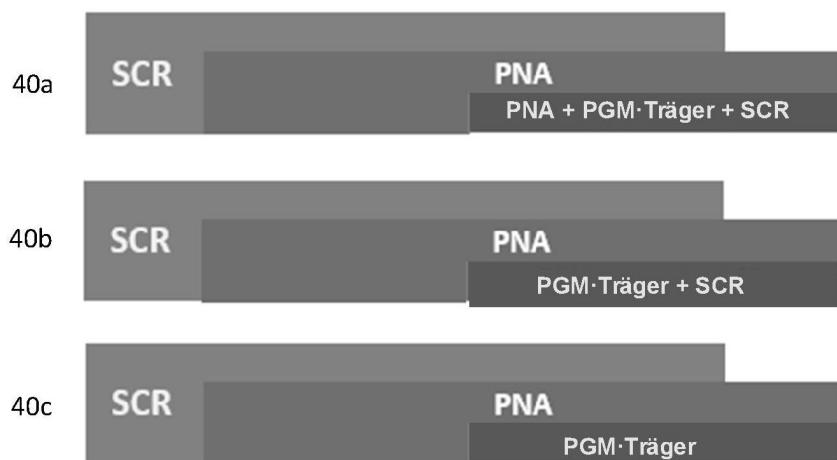
Figur 37



Figur 38



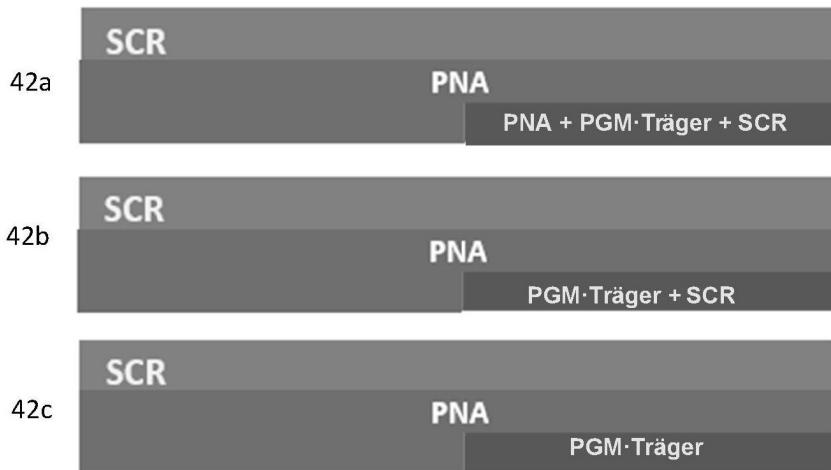
Figur 39



Figur 40



Figur 41



Figur 42



Figur 43



Figur 44

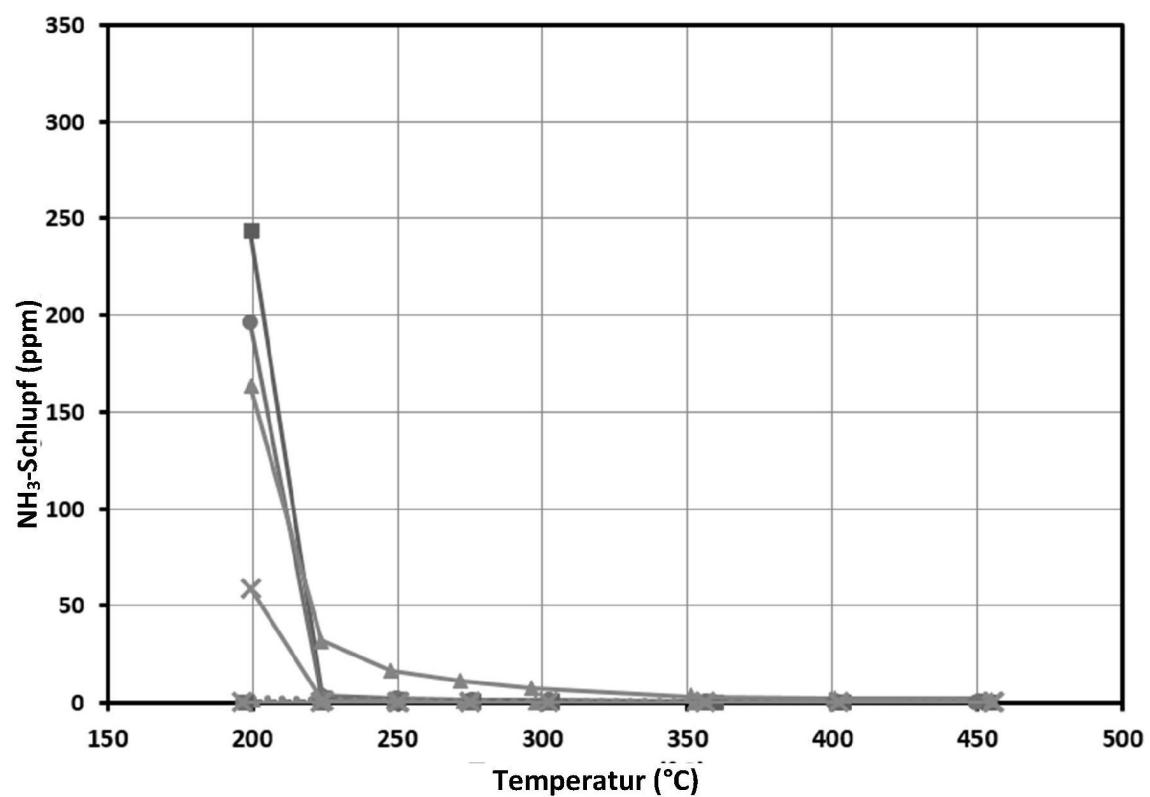
**SCR** | **DOC**

**SCR**  
Ref. ASC | **DOC**

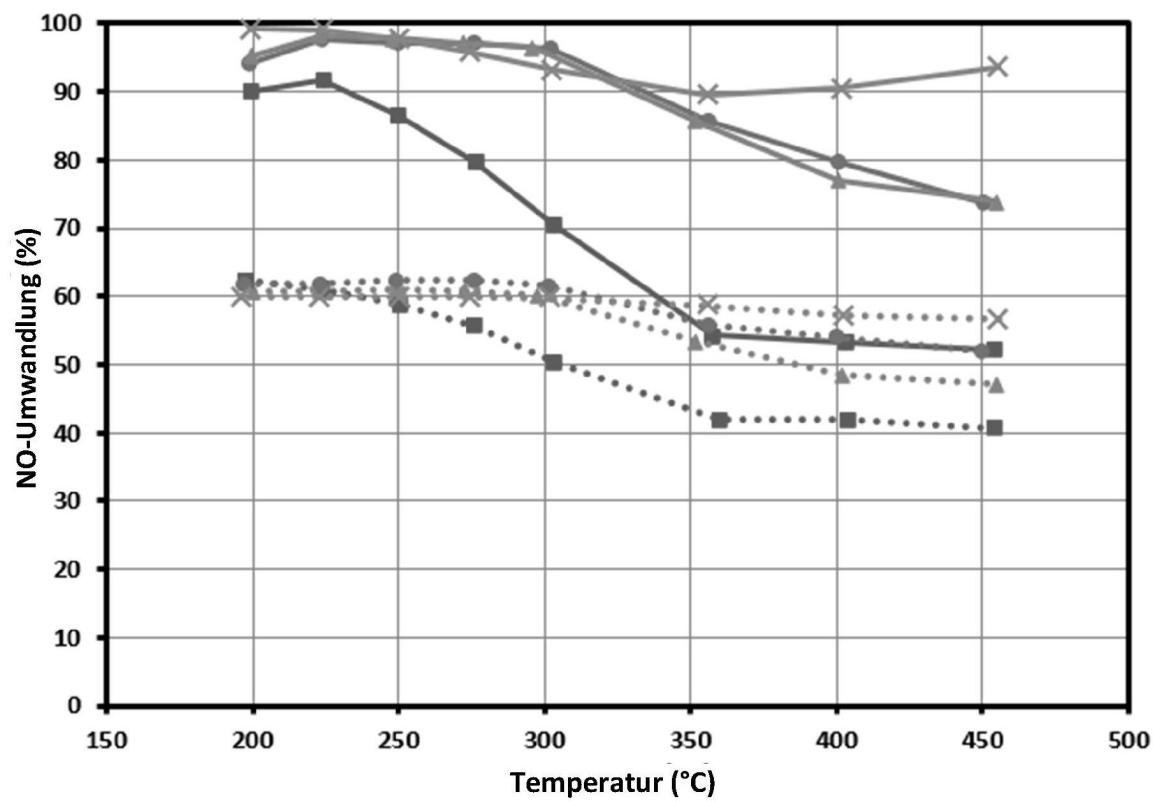
**SCR**  
Misch-ASC | **DOC**

**SCR** | **DOC**  
**PNA** | **PNA + Misch-ASC**

Figur 45

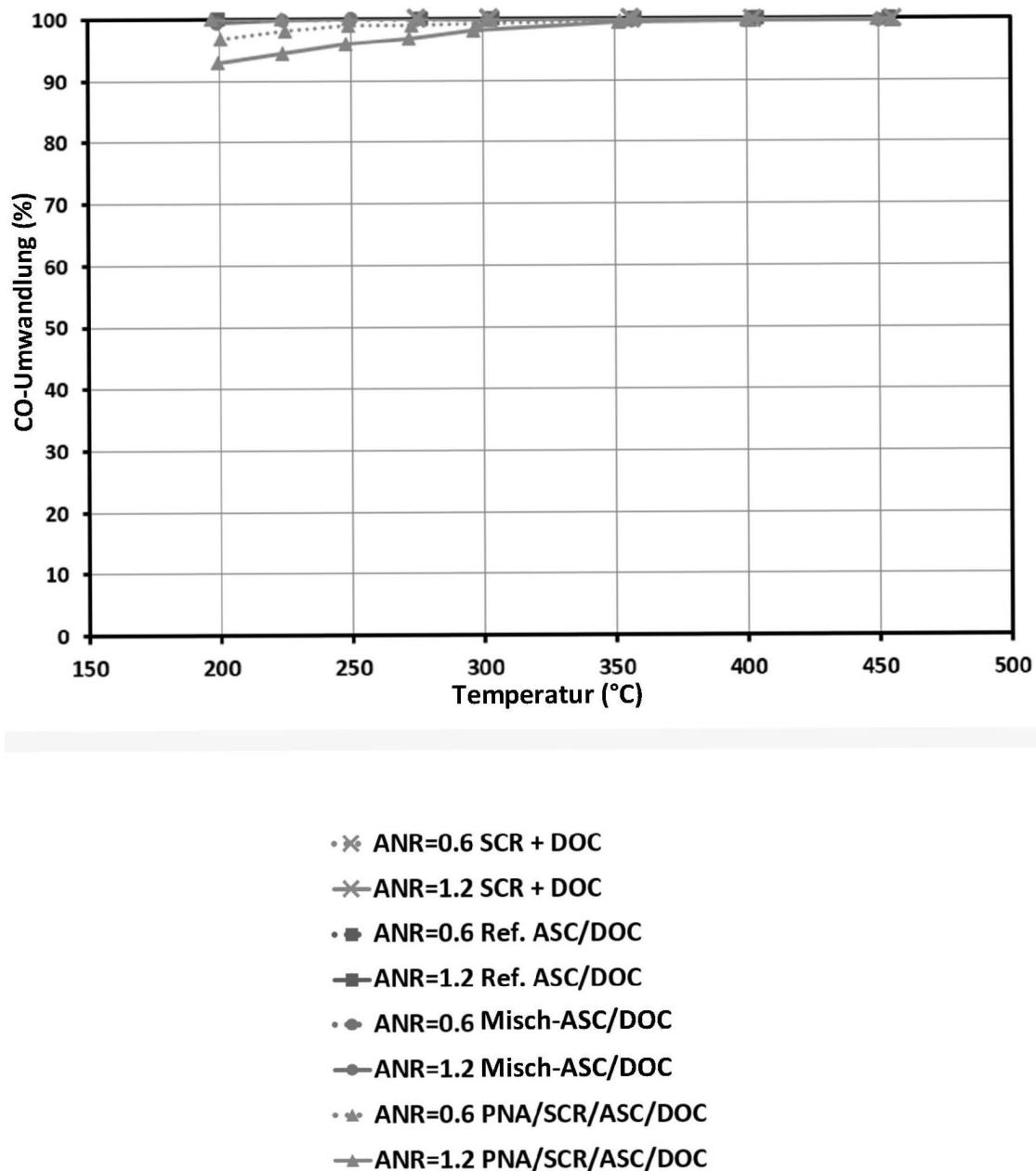


Figur 46

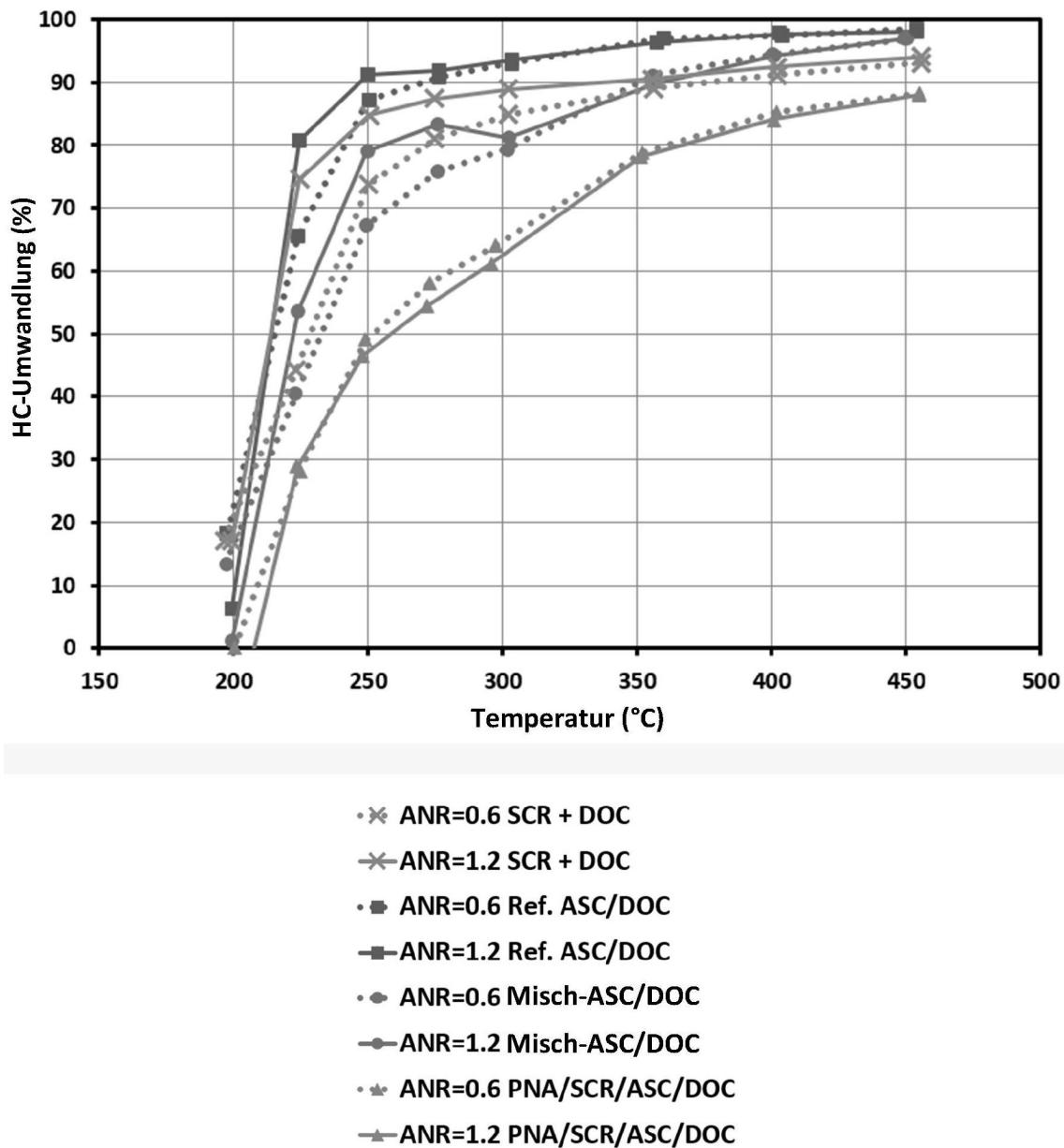


- ✕ ANR=0.6 SCR + DOC
- ✖ ANR=1.2 SCR + DOC
- ■ ANR=0.6 Ref. ASC/DOC
- ▀ ANR=1.2 Ref. ASC/DOC
- ● ANR=0.6 Misch-ASC/DOC
- ○ ANR=1.2 Misch-ASC/DOC
- ⚫ ANR=0.6 PNA/SCR/ASC/DOC
- ★ ANR=1.2 PNA/SCR/ASC/DOC

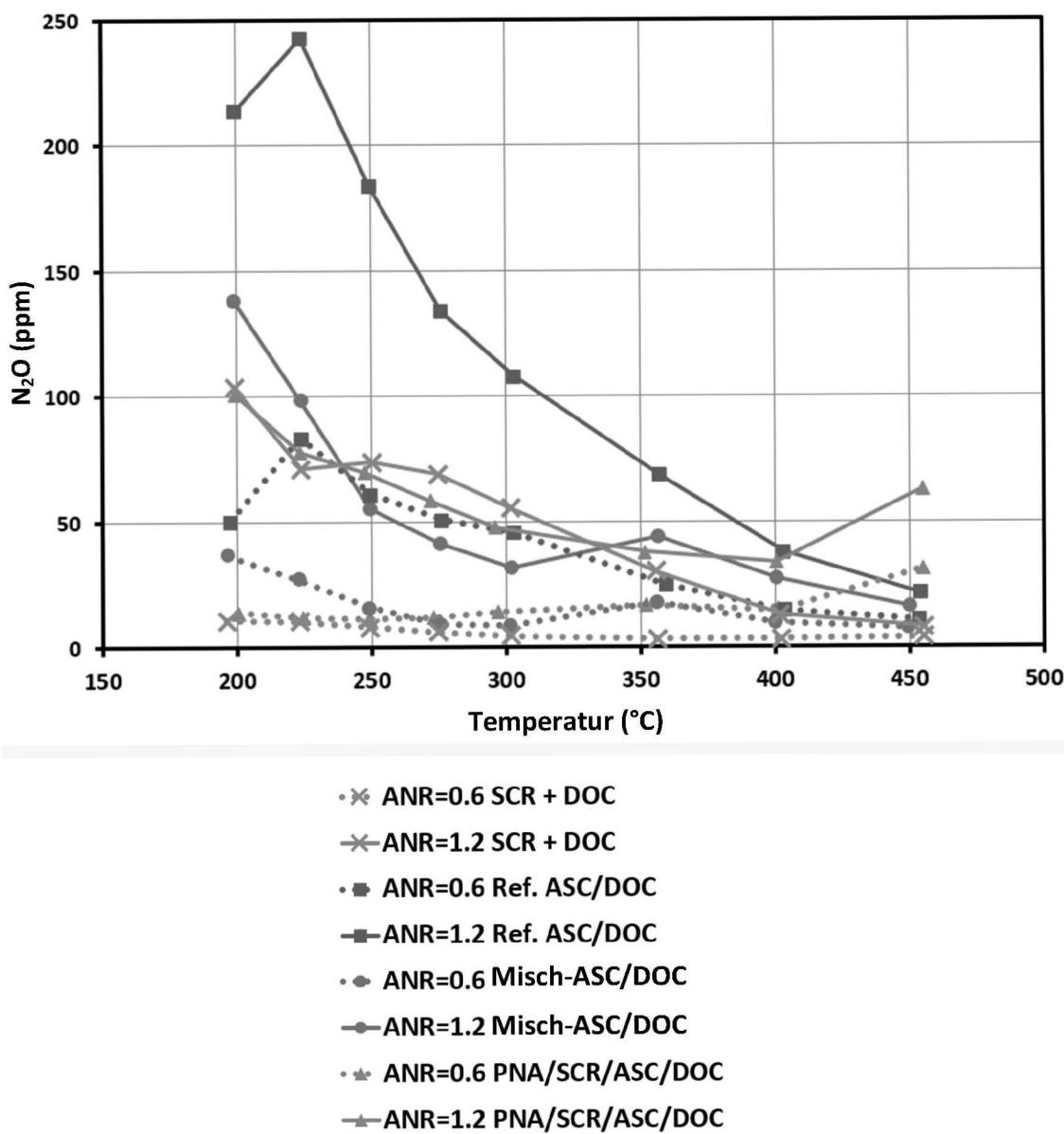
Figur 47



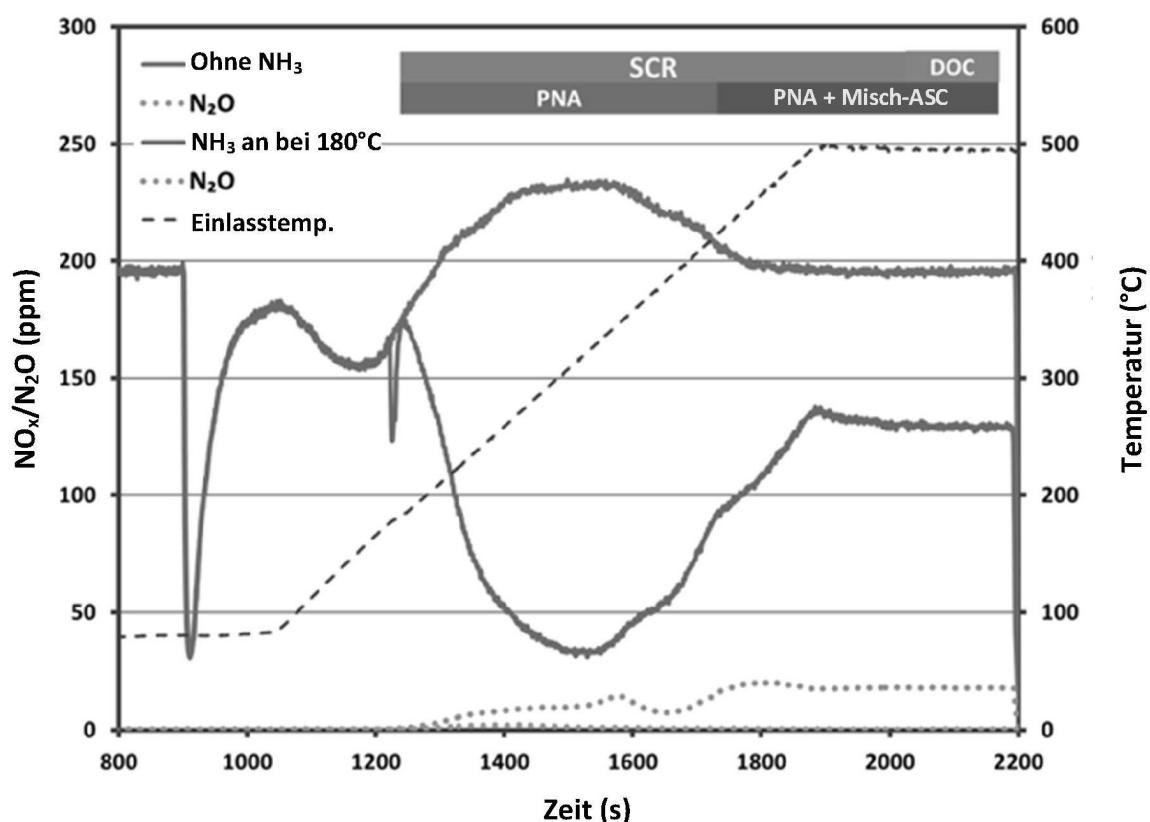
Figur 48



Figur 49



Figur 50



Figur 51