



(10) **DE 10 2016 111 000 A1** 2016.12.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 111 000.0**

(22) Anmeldetag: **16.06.2016**

(43) Offenlegungstag: **22.12.2016**

(51) Int Cl.: **B01J 23/89** (2006.01)

B01J 23/84 (2006.01)

B01J 29/064 (2006.01)

B01J 29/076 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

F01N 3/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

62/181,479

18.06.2015

US

(71) Anmelder:

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

(74) Vertreter:

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

(72) Erfinder:

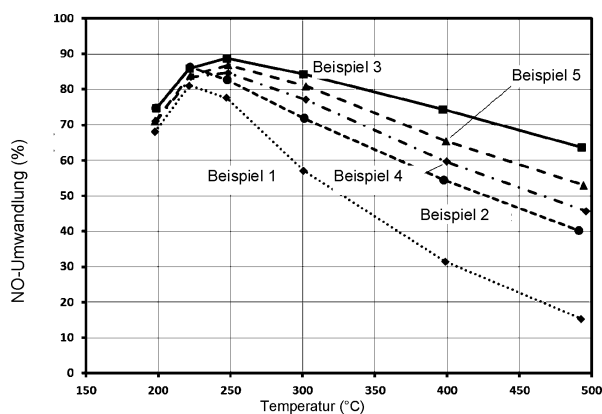
**Lu, Jing, Wayne, Pa., US; Fedeyko, Joseph,
Wayne, Pa., US; Chen, Hai-Ying, Wayne, Pa., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Gegen NH_3 -Überdosierung toleranter SCR-Katalysator**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben werden Katalysatoren, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem Cu-SCR-Katalysator oder einem Fe-SCR-Katalysator aufweisen. Die Katalysatoren können des Weiteren einen oder zwei zusätzliche SCR-Katalysatoren enthalten. Die Katalysatoren können in einer von mehreren Konfigurationen vorhanden sein. Katalytische Artikel, die diese Katalysatoren enthalten, werden beschrieben. Die katalytischen Artikel eignen sich zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR) von NO_x in Abgasen und zur Verringerung der Menge des Ammoniakschlupfs. Verfahren zur Herstellung solcher Artikel werden beschrieben. Verfahren zur Verwendung der katalytischen Artikel in einem SCR-Prozess, bei dem die Menge des Ammoniakschlupfs verringert ist, werden ebenfalls beschrieben.



Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Katalysatoren für eine selektive katalytische Reduktion (SCR), Artikel, die SCR-Katalysatoren enthalten, und Verfahren zur Herstellung und Verwendung solcher Artikel zur Verringerung von Stickstoffoxiden (NO_x).

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

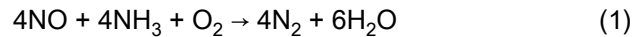
[0002] Die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen in Dieselmotoren, stationären Gasturbinen und anderen Systemen erzeugt Abgas, das zur Entfernung von Stickstoffoxiden (NO_x), die NO (Stickstoffmonoxid) und NO₂ (Stickstoffdioxid) enthalten, behandelt werden muss, wobei NO den Hauptteil des gebildeten NO_x ausmacht. Es ist bekannt, dass NO_x eine Reihe von Gesundheitsproblemen bei Menschen verursacht und des Weiteren zu einer Reihe von schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt, einschließlich der Bildung von Smog und saurem Regen, führt. Zur Milderung der Auswirkungen von NO_x im Abgas sowohl auf Menschen als auch auf die Umwelt ist es wünschenswert, diese unerwünschten Komponenten, vorzugsweise durch ein Verfahren, das keine weiteren schädlichen oder toxischen Substanzen erzeugt, zu entfernen.

[0003] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umwandlung von Stickstoffoxiden in einem Gas, wie einem Abgas eines Fahrzeugmagerverbrennungsmotors, in Stickstoff durch In-Kontaktbringen der Stickstoffoxide mit einem stickstoffhaltigen Reduktionsmittel in Gegenwart eines Katalysators, der eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst.

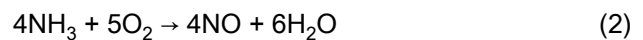
[0004] Die selektive katalytische Reduktion (SCR) von NO_x durch stickstoffhaltige Verbindungen, wie Ammoniak oder Harnstoff, wurde zuerst für die Behandlung von stationären industriellen Anwendungen entwickelt. Die SCR-Technologie wurde zunächst in Heizkraftwerken in Japan in den späten 70er Jahren verwendet und fand seit Mitte der 1980er Jahre eine weitverbreitete Anwendung in Europa. In den USA wurden in den 1990er Jahren SCR-Systeme für Gasturbinen eingeführt und wurden in jüngerer Zeit in Kohlekraftwerken verwendet. Zusätzlich zu kohlebefeuterten Blockheizkraftwerken und Gasturbinen umfassen SCR-Anwendungen Fabrik- und Raffinerieheizgeräte und Erhitzer in der verarbeitenden chemischen Industrie, Öfen, Koksöfen, städtische Abfallbeseitigungsanlagen und Verbrennungsanlagen. In jüngerer Zeit werden auf SCR-Technologie basierende NO_x-Reduktionssysteme für eine Reihe von (mobilen) Fahrzeuganwendungen in Europa, Japan und

den USA, z.B. zum Behandeln von Dieselaabgas, entwickelt.

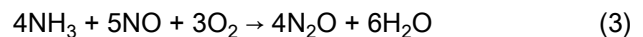
[0005] In einem NH₃-SCR-System treten verschiedene chemische Reaktionen auf, die allesamt erwünschte Reaktionen darstellen, die NO_x zu Stickstoff reduzieren. Die vorherrschende Reaktion wird durch die Reaktion (1) dargestellt:



[0006] Konkurrierend können nicht-selektive Reaktionen mit Sauerstoff sekundäre Emissionen produzieren oder in unproduktiver Weise Ammoniak verbrauchen. Eine derartige, nicht-selektive Reaktion ist die vollständige Oxidation von Ammoniak, die in Reaktion (2) gezeigt ist:



[0007] Des Weiteren können Nebenreaktionen zu unerwünschten Produkten wie N₂O führen, wie in Gleichung (3) dargestellt ist:



[0008] Es wäre wünschenswert, über einen Katalysator zu verfügen, der für eine Erhöhung der Ausbeute von Stickstoff (N₂) und eine Verringerung der N₂O-Bildung sorgt.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] In einem Aspekt betrifft die Erfindung einen katalytischen Artikel, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt.

[0010] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung einen katalytischen Artikel, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens 20 % der Länge der ersten Beschichtung entlang der Achse von dem Einlass zu dem Auslass überlappt.

[0011] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Abgassystem, das einen katalytischen Artikel, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt, sowie ein Mittel zum Umwandeln von NH_3 und NO_x in dem Abgas umfasst.

[0012] In einem noch weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Abgassystem, das einen katalytischen Artikel, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens 20 % der Länge der ersten Beschichtung entlang der Achse von dem Einlass zu dem Auslass überlappt, sowie ein Mittel zur Umwandlung von NH_3 und NO_x in dem Abgas umfasst.

[0013] In einem noch weiteren Aspekt betrifft die Erfindung Verfahren zur Verbesserung der N_2 -Ausbeute aus Ammoniak in einem Abgas bei einer Temperatur von etwa 200 °C bis etwa 350 °C, wobei das Verfahren ein In-Kontakt-bringen eines Ammoniak umfassenden Abgases mit einem katalytischen Artikel, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt.

[0014] In einem noch weiteren Aspekt (betrifft die Erfindung) ein Verfahren zur Verringerung der N_2O -Bildung aus NH_3 und NO_x in einem Abgas, wobei das Verfahren ein In-Kontaktbringen eines Ammoniak umfassenden Abgases mit einem katalytischen Artikel umfasst, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, umfasst, wo-

bei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt.

[0015] In einem weiteren Aspekt (betrifft die Erfindung) ein Verfahren zum Behandeln von NH_3 und NO_x umfassendem Abgas, wobei das Verfahren ein In-Kontakt-bringen eines Ammoniak umfassenden Abgases mit einem katalytischen Artikel umfasst, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0016] Fig. 1(a) ist ein Diagramm, das die prozentuale NO -Umwandlung bei Verwendung der Beispiele 1 bis 5 unter Verwendung von 100 ppm NO , 100 ppm NH_3 , 10 % O_2 , 4,5 % CO_2 , 4,5 % H_2O , zum Rest N_2 bei $\text{SV} = 120.000 \text{ h}^{-1}$ zeigt.

[0017] Fig. 1(b) ist ein Diagramm, das die Menge der N_2O -Bildung bei Verwendung der Beispiele 1 bis 5 unter Verwendung von 100 ppm NO , 100 ppm NH_3 , 10 % O_2 , 4,5 % CO_2 , 4,5 % H_2O , zum Rest N_2 bei $\text{SV} = 120.000 \text{ h}^{-1}$ zeigt.

[0018] Fig. 1(c) ist ein Diagramm, das die prozentuale NH_3 -Umwandlung bei Verwendung der Beispiele 1 bis 5 unter Verwendung von 100 ppm NO , 100 ppm NH_3 , 10 % O_2 , 4,5 % CO_2 , 4,5 % H_2O , zum Rest N_2 bei $\text{SV} = 120.000 \text{ h}^{-1}$ zeigt.

[0019] Fig. 1(d) ist ein Diagramm, das die prozentuale N_2 -Ausbeute bei Verwendung der Beispiele 1 bis 5 unter Verwendung von 100 ppm NO , 100 ppm NH_3 , 10 % O_2 , 4,5 % CO_2 , 4,5 % H_2O , zum Rest N_2 bei $\text{SV} = 120.000 \text{ h}^{-1}$ zeigt.

[0020] Fig. 2(a) ist ein Diagramm, das die prozentuale NO -Umwandlung bei Verwendung der Beispiele 1 bis 5 unter Verwendung von 100 ppm NO , 100 ppm oder 140 ppm NH_3 ($\text{ANR} = 1,0$ oder $1,4$), 10 % O_2 , 4,5 % CO_2 , 4,5 % H_2O , zum Rest N_2 bei $\text{SV} = 60.000 \text{ h}^{-1}$ zeigt.

[0021] Fig. 2(b) ist ein Diagramm, das die Menge der N_2O -Bildung bei Verwendung der Beispiele 1 bis 5 unter Verwendung von 100 ppm NO , 100 ppm oder 140 ppm NH_3 ($\text{ANR} = 1,0$ oder $1,4$), 10 % O_2 , 4,5 %

CO₂, 4,5 % H₂O, zum Rest N₂ bei SV = 60.000 h⁻¹ zeigt.

[0022] Fig. 2(c) ist ein Diagramm, das die prozentuale NH₃-Umwandlung bei Verwendung der Beispiele 1 bis 5 unter Verwendung von 100 ppm NO, 100 ppm oder 140 ppm NH₃ (ANR = 1,0 oder 1,4), 10 % O₂, 4, 5 % CO₂, 4,5 % H₂O, zum Rest N₂ bei SV = 60.000 h⁻¹ zeigt.

[0023] Fig. 2(d) ist ein Diagramm, das die prozentuale N₂-Ausbeute bei Verwendung der Beispiele 1 bis 5 unter Verwendung von 100 ppm NO, 100 ppm oder 140 ppm NH₃ (ANR = 1,0 oder 1,4), 10 % O₂, 4, 5 % CO₂, 4,5 % H₂O, zum Rest N₂ bei SV = 60.000 h⁻¹ zeigt.

[0024] Fig. 3(a) ist ein Diagramm, das die prozentuale NO-Umwandlung bei Verwendung der Systeme 1 bis 4 unter Verwendung von 300 ppm NO, 500 ppm NH₃, 10 % O₂, 4,5 % CO₂, 4,5 % H₂O, zum Rest N₂ bei SV = 120.000 h⁻¹ zeigt.

[0025] Fig. 3(b) ist ein Diagramm, das die Menge der NO₂-Bildung bei Verwendung der Systeme 1 bis 4 unter Verwendung von 300 ppm NO, 500 ppm NH₃, 10 % O₂, 4,5 % CO₂, 4,5 % H₂O, zum Rest N₂ bei SV = 120.000 h⁻¹ zeigt.

[0026] Fig. 3(c) ist ein Diagramm, das die prozentuale NH₃-Umwandlung bei Verwendung der Systeme 1 bis 4 unter Verwendung von 300 ppm NO, 500 ppm NH₃, 10 % O₂, 4,5 % CO₂, 4,5 % H₂O, zum Rest N₂ bei SV = 120.000 h⁻¹ zeigt.

[0027] Fig. 3(d) ist ein Diagramm, das die prozentuale N₂-Ausbeute bei Verwendung der Systeme 1 bis 4 unter Verwendung von 300 ppm NO, 500 ppm NH₃, 10 % O₂, 4,5 % CO₂, 4,5 % H₂O, zum Rest N₂ bei SV = 120.000 h⁻¹ zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0028] Wie in der vorliegenden Beschreibung und den angefügten Patentansprüchen verwendet, umfassen die Singularformen "ein", "eine", "einer" und "der", "die" bzw. "das" die entsprechenden Mehrzahlformen, wenn der Zusammenhang nicht klar etwas anderes angibt. Somit umfasst beispielsweise eine Bezugnahme auf "einen Katalysator" ein Gemisch von zwei oder mehr Katalysatoren, und Ähnliches.

[0029] Wie hier verwendet, bedeutet der Begriff "Ammoniak-Schlupf" die Menge an nicht umgesetztem Ammoniak, die durch den SCR-Katalysator hindurchtritt.

[0030] Der Begriff "ein Träger mit geringer Ammoniakspeicherung" bedeutet einen Träger, der weni-

ger als 0,001 mmol NH₃ pro m³ des Trägers speichert. Der Träger mit geringer Ammoniakspeicherung ist vorzugsweise ein Molekularsieb oder Zeolith mit einem Gerüsttyp, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus AEI, ANA, ATS, BEA, CDO, CFI, CHA, CON, DDR, ERI, FAU, FER, GON, IFR, IFW, IFY, IHW, IMF, IRN, IRY, ISV, ITE, ITG, ITN, ITR, ITW, IWR, IWS, IWV, IWW, JOZ, LTA, LTF, MEL, MEP, MFI, MRE, MSE, MTF, MTN, MTT, MTW, MVY, MWW, NON, NSI, RRO, RSN, RTE, RTH, RUT, RWR, SEW, SFE, SFF, SFG, SFH, SFN, SFS, SFV, SGT, SOD, SSF, SSO, SSY, STF, STO, STT, SVR, SVV, TON, TUN, UOS, UOV, UTL, UWY, VET, VNI besteht. Stärker bevorzugt besitzt das Molekularsieb oder der Zeolith einen Gerüsttyp, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus BEA, CDO, CON, FAU, MEL, MFI und MWW besteht, noch stärker ist der Gerüsttyp aus der Gruppe ausgewählt, die aus BEA und MFI besteht.

[0031] 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 erzeugt von A. Jenkins. ISBN 0-9678550-9-8. Doi:10.1351/ goldbook.) Die Calcinierung wird durchgeführt, um ein Metallsalz zu zersetzen und den Austausch von Metallionen innerhalb des Katalysators 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 300 °C bis etwa 900 °C während etwa 1–8 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.

[0032] Der Begriff "etwa" bedeutet näherungsweise und bezieht sich auf einen Bereich, der optional ±25 %, vorzugsweise ±10 %, stärker bevorzugt ±5 % oder am stärksten bevorzugt ±1 % des Wertes ist, mit dem der Begriff verbunden ist.

[0033] 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.

[0034] Wie hier verwendet, bedeutet der Begriff "N₂-Selektivität" die prozentuale Umwandlung von Ammoniak in Stickstoff.

[0035] In einem Aspekt der Erfindung umfasst ein Katalysator eine Kombination von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung und einem ersten SCR-Katalysator. Die Kombination von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung und einem ersten SCR-Katalysator ist entweder (a) eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator oder (b) eine Doppelschicht mit einer ersten SCR-Katalysator umfassenden oberen Schicht und einer Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung umfassenden unteren Schicht, wobei die untere Schicht auf einem Substrat positioniert sein kann. Der Träger mit geringer Ammoniakspeicherung kann ein silicatischer Träger sein, wobei der silicatische Träger ein Siliciumdioxid oder einen Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis aus mindestens einem der folgenden umfassen kann: ≥ 100 , ≥ 200 , ≥ 250 , ≥ 300 , ≥ 400 , ≥ 500 , ≥ 750 und ≥ 1000 . In jedem Aspekt der Erfindung ist der erste SCR-Katalysator vorzugsweise ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator, stärker (bevorzugt) ein Cu-SCR-Katalysator.

[0036] Das Verhältnis der Menge des ersten SCR-Katalysators zu der Menge von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung in der Mischung kann in dem Bereich von 3:1 zu einschließlich 300:1, bezogen auf das Gewicht dieser Komponenten, liegen. Vorzugsweise liegt das Verhältnis der Menge des ersten SCR-Katalysators zu der Menge von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung in der Mischung in dem Bereich von 7:1 zu einschließlich 100:1, bezogen auf das Gewicht dieser Komponenten. Stärker bevorzugt liegt das Verhältnis der Menge des ersten SCR-Katalysators zu der Menge von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung in der Mischung in dem Bereich von 10:1 bis einschließlich 50:1, bezogen auf das Gewicht dieser Komponenten.

[0037] Der Begriff "Aktivkomponentenbeladung" bezieht sich auf das Gewicht des Trägers von Platin + dem Gewicht von Platin + dem Gewicht des ersten SCR-Katalysators in der Mischung. Platin kann in dem Katalysator in einer Aktivkomponentenbeladung von etwa 0,01 Gew.-% bis einschließlich etwa 0,25 Gew.-% vorhanden sein. Vorzugsweise kann Platin in dem Katalysator in einer Aktivkomponentenbeladung von 0,04 Gew.-% bis einschließlich 0,2 Gew.-% vorhanden sein. Stärker bevorzugt kann Platin in dem Katalysator in einer Aktivkomponentenbeladung von 0,07 Gew.-% bis einschließlich 0,17 Gew.-% vorhanden sein. Am stärksten bevorzugt kann Platin in dem Katalysator in einer Aktivkomponentenbeladung von

0,05 Gew.-% bis einschließlich 0,15 Gew.-% vorhanden sein.

SCR-Katalysatoren

[0038] In verschiedenen Ausführungsformen können die Zusammensetzungen einen, zwei oder drei SCR-Katalysatoren umfassen. Der erste SCR-Katalysator, der stets in den Zusammensetzungen vorhanden ist, kann vorhanden sein entweder (1) in einer Mischung mit Pt auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung oder (2) in einer oberen Schicht, wenn die Katalysatoren in Form einer Doppelschicht vorhanden sind und Pt in einer unteren Schicht vorhanden ist. Der erste SCR-Katalysator ist vorzugsweise ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator, stärker bevorzugt ein Cu-SCR-Katalysator. Der Cu-SCR-Katalysator umfasst Kupfer und ein Molekularsieb. Der Fe-SCR-Katalysator umfasst Eisen und ein Molekularsieb. Molekularsiebe sind nachfolgend näher beschrieben. Das Kupfer oder das Eisen kann in dem Gerüst des Molekularsiebs und/oder in (austauschbaren) Extra-Gerüst-Stellen in dem Molekularsieb angeordnet sein.

[0039] Die zweiten und dritten SCR-Katalysatoren können gleich oder verschieden sein. Der zweite und dritte SCR-Katalysator kann ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon sein. Das unedle Metall kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Vanadium (V), Molybdän (Mo) und Wolfram (W), Chrom (Cr), Cer (Ce), Mangan (Mn), Eisen (Fe), Cobalt (Co), Nickel (Ni) und Kupfer (Cu) und Gemischen hiervon besteht. SCR-Zusammensetzungen, die aus Vanadium, geträgert auf einem hitzebeständigen Metalloxid, wie Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Zirkoniumoxid, Titanoxid, Ceroxid und Kombinationen hiervon bestehen, sind gut bekannt und werden weithin kommerziell in mobilen Anwendungen verwendet. Typische Zusammensetzungen sind in den US-Patenten Nr. 4 010 238 und 4 085 193 beschrieben, deren gesamter Inhalt hier durch Bezugnahme aufgenommen ist. Zusammensetzungen, die kommerziell – insbesondere in mobilen Anwendungen – verwendet werden, umfassen TiO₂, auf das WO₃ und V₂O₅ in Konzentrationen in einem Bereich von 5 bis 20 Gew.-% bzw. 0,5 bis 6 Gew.-% verteilt bzw. dispergiert wurden. Der zweite SCR-Katalysator kann unterstütztes Ce-Zr oder unterstütztes MnO₂ umfassen. Diese Katalysatoren können weitere anorganische Materialien, wie SiO₂ und ZrO₂ enthalten, die als Bindemittel und Promotoren wirken.

[0040] Wenn der SCR-Katalysator ein unedles Metall oder ein Oxid gemischter unedler Metalle ist, kann der Katalysatorartikel des Weiteren mindestens einen Promotor des unedlen Metalls umfassen. Wie hier verwendet, ist ein "Promotor" so zu verstehen, dass der Begriff eine Substanz bedeutet, die bei Hin-

zufügen in einen Katalysator die Aktivität des Katalysators erhöht. Der Promotor des unedlen Metalls kann in Form eines Metalls, eines Oxids des Metalls oder eines Gemisches hiervon vorliegen. Der mindestens eine Katalysatorpromotor des unedlen Metalls kann aus Neodym (Nd), Barium (Ba), Cer (Ce), Lanthan (La), Praseodym (Pr), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Mangan (Mn), Zink (Zn), Niob (Nb), Zirkonium (Zr), Molybdän (Mo), Zinn (Sn), Tantal (Ta), Strontium (Sr) und Oxiden hiervon ausgewählt sein. Der mindestens eine Katalysatorpromotor des unedlen Metalls kann vorzugsweise MnO_2 , Mn_2O_3 , Fe_2O_3 , SnO_2 , CuO , CoO , CeO_2 und Gemische hiervon sein. Der mindestens eine Katalysatorpromotor des unedlen Metalls kann zu dem Katalysator in Form eines Salzes in einer wässrigen Lösung, wie in Form eines Nitrats oder eines Acetats, zugegeben werden. Der mindestens eine Katalysatorpromotor eines unedlen Metalls und der mindestens eine ein unedles Metall umfassende Katalysator, z.B. Kupfer, können aus einer wässrigen Lösung auf das bzw. die Oxidträgermaterial(ien) imprägniert werden, können in einen das bzw. die Oxidträgermaterial(ien) umfassenden Washcoat zugegeben werden oder können in einen Träger, der zuvor mit dem Washcoat beschichtet wurde, imprägniert werden.

[0041] Der SCR-Katalysator kann ein Molekularsieb oder ein metallausgetauschtes Molekularsieb umfassen. Wie hier verwendet, soll der Begriff "Molekularsieb" ein Poren einer präzisen und gleichförmigen Größe enthaltendes metastabiles Material bedeuten, das als Absorptionsmittel für Gase oder Flüssigkeiten verwendet werden kann. Die Moleküle, die klein genug sind, um durch die Poren hindurchzutreten, werden adsorbiert, wohingegen die größeren Moleküle nicht adsorbiert werden. Das Molekularsieb kann ein zeolithisches Molekularsieb, ein nicht-zeolithisches Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon sein.

[0042] Ein zeolithisches Molekularsieb ist ein mikroporöses Alumosilicat, das eine beliebige der Gerüststrukturen aufweist, die in der von der Internationalen Zeolithvereinigung (IZA) veröffentlichten Datenbank von Zeolithstrukturen aufgelistet sind. Die Gerüststrukturen umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, diejenigen der CHA-, FAU-, BEA-, MFI-, MOR-Typen. Nicht einschränkende Beispiele von Zeolithen mit diesen Strukturen umfassen Chabasit, Faujasit, Zeolith Y, ultrastabilen Zeolith Y, Beta-Zeolith, Mordeinit, Silicalit, Zeolith X und ZSM-5. Alumosilicatzeolithe können ein Siliciumdioxid/Aluminiumoxid-Molverhältnis (SAR) (definiert als $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) von mindestens etwa 5, vorzugsweise mindestens etwa 20, mit geeigneten Bereichen von etwa 10 bis etwa 200, aufweisen.

[0043] Jeder beliebige der SCR-Katalysatoren kann ein kleinporiges, mittelporiges oder großporiges Molekularsieb oder Kombinationen hiervon umfassen.

Ein "kleinporiges Molekularsieb" ist ein Molekularsieb, das eine maximale Ringgröße von 8 tetraedrischen Atomen enthält. Ein "mittelporiges Molekularsieb" ist ein Molekularsieb, das eine maximale Ringgröße von 10 tetraedrischen Atomen enthält. Ein "großporiges Molekularsieb" ist ein Molekularsieb, das eine maximale Ringgröße von 12 tetraedrischen Atomen aufweist. Der zweite SCR-Katalysator und/oder der dritte SCR-Katalysator kann ein kleinporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Alumosilicatmolekularsieben, metallsubstituierten Alumosilicatmolekularsieben, Aluminophosphat(AlPO)-Molekularsieben, metallsubstituierten Aluminophosphat(Me-AlPO)-Molekularsieben, Silicoaluminophosphat(SAPO)-Molekularsieben und metallsubstituierten Silicoaluminophosphat(MeAPSO)-Molekularsieben und Gemischen hiervon besteht.

[0044] Jeder beliebige der SCR-Katalysatoren kann ein kleinporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe von Gerüsttypen 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, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAV, SFW, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG und ZON sowie Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht. Vorzugsweise ist das kleinporige Molekularsieb aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt, die aus CHA, LEV, AEI, AFX, ERI, SFW, KFI, DDR und ITE besteht.

[0045] Jeder beliebige der SCR-Katalysatoren kann ein mittelporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die 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 sowie Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht. Vorzugsweise ist das mittelporige Molekularsieb aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt, die aus MFI, FER und STT besteht.

[0046] Jeder beliebige der SCR-Katalysatoren kann ein großporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe von Gerüsttypen 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 und Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht. Vorzugsweise ist das großporige Molekular-

sieb aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt, die aus MOR, OFF und BEA besteht.

[0047] Ein metallausgetauschtes Molekularsieb kann mindestens ein Metall aus einer der Gruppen VB, VIB, VIIB, VIIIB, IB oder IIB des Periodensystems aufweisen, das auf extra-Gerüst-Stellen auf der äußeren Oberfläche oder innerhalb der Kanäle, Hohlräume oder Käfige der Molekularsiebe deponiert ist. Die Metalle können in einer von mehreren Formen vorliegen, einschließlich, ohne darauf beschränkt zu sein, als nullwertige Metallatome oder Cluster, isolierte Kationen, mononukleäre oder polynukleäre Oxykationen oder als verlängerte bzw. „extended“ Metalloxide. Vorzugsweise können die Metalle Eisen, Kupfer und Gemische oder Kombinationen hiervon sein.

[0048] Das Metall kann mit dem Zeolith unter Verwendung eines Gemischs oder einer Lösung des Metallvorläufers in einem geeigneten Lösemittel kombiniert werden. Der Begriff "Metallvorläufer" bedeutet eine beliebige Verbindung oder einen beliebigen Komplex, die bzw. der auf dem Zeolith zum Erhalten einer katalytisch aktiven Metallkomponente verteilt bzw. dispergiert werden kann. Vorzugsweise ist das Lösemittel Wasser aufgrund sowohl ökonomischer als auch umweltbedingter Aspekte bei der Verwendung anderer Lösemittel. Wenn Kupfer, ein bevorzugtes Metall, verwendet wird, umfassen geeignete Komplexe oder Verbindungen, ohne darauf beschränkt zu sein, wasserfreies und hydratisiertes Kupfersulfat, Kupfernitrat, Kupferacetat, Kupferacetylacetonat, Kupferoxid, Kupferhydroxid und Salze von Kupferamminen (z.B. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$). Die Erfindung ist nicht auf Metallvorläufer eines speziellen Typs, einer speziellen Zusammensetzung oder Reinheit beschränkt. Das Molekularsieb kann zu der Lösung der Metallkomponente unter Bildung einer Suspension zugegeben werden, die anschließend reagieren gelassen wird, so dass die Metallkomponente auf dem Zeolith verteilt ist. Das Metall kann in den Porenkanälen sowie auf der äußeren Oberfläche des Molekularsiebs verteilt sein. Das Metall kann in ionischer Form oder in Form eines Metalloxids verteilt sein. Beispielsweise kann Kupfer in Form von Kupfer(II)-ionen, Kupfer(I)-ionen oder in Form von Kupferoxid verteilt sein. Das Metall enthaltende Molekularsieb kann von der flüssigen Phase der Suspension getrennt, gewaschen und getrocknet werden. Das erhaltene Metall enthaltende Molekularsieb kann daraufhin calciniert werden, um das Metall in dem Molekularsieb zu fixieren. Vorzugsweise umfassen der zweite und der dritte Katalysator ein Cu-SCR, ein Fe-SCR, Vanadium, unterstütztes (bzw. gefördertes) Ce-Zr oder unterstütztes (bzw. gefördertes) MnO_2 .

[0049] Ein metallausgetauschtes Molekularsieb kann ein Metall der Gruppe VB, VIB, VIIB, VIIIB, IB oder IIB in dem Bereich von etwa 0,10 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-%, das sich auf extra-Gerüst-Stellen auf

der äußeren Oberfläche oder in den Kanälen, Hohlräumen oder Käfigen des Molekularsiebs befindet, enthalten. Vorzugsweise kann das extra-Gerüst-Metall in einer Menge in dem Bereich von etwa 0,2 Gew.-% bis etwa 5 Gew.-% vorhanden sein.

[0050] Das metallausgetauschte Molekularsieb kann ein geträgertes Kupfer (Cu) umfassendes Molekularsieb sein, das etwa 0,1 bis etwa 20,0 Gew.-% Kupfer bezüglich des Gesamtgewichts des Katalysators aufweist. Stärker bevorzugt ist Kupfer von etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 15 Gew.-% des Gesamtgewichts des Katalysators vorhanden. Am stärksten bevorzugt ist Kupfer von etwa 1 Gew.-% bis etwa 9 Gew.-% des Gesamtgewichts des Katalysators vorhanden.

[0051] In dem ersten Aspekt der Erfindung kann eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator des Weiteren mindestens einen (Bestandteil) aus Palladium (Pd), Gold (Au), Silber (Ag), Ruthenium (Ru) oder Rhodium (Rh) umfassen.

[0052] Das Substrat für den Katalysator kann ein beliebiges Material sein, das typischerweise zur Herstellung von Automobilkatalysatoren verwendet wird, das eine Durchfluss- oder Filterstruktur umfasst, wie eine Wabenstruktur, ein extrudierter Körper, ein metallisches Substrat oder ein SCRF. Vorzugsweise weist das Substrat eine Vielzahl von feinen parallelen Gasflussdurchgängen auf, die sich von einer Einlass- zu einer Auslassseite des Substrats erstrecken, so dass die Durchgänge für die Strömung des Fluids offen sind. Solche monolithischen Träger können bis zu etwa 700 oder mehr Strömungsdurchgänge (oder "Zellen") pro Quadratzoll des Durchmessers enthalten, obwohl weit weniger verwendet werden können. Beispielsweise kann der Träger etwa 7 bis 600, stärker üblich etwa 100 bis 600 Zellen pro Quadratzoll ("cpsi") aufweisen. Die Durchgänge, die im Wesentlichen gerade Wege von ihrem Fluidumeinlass zu ihrem Fluidumauslass sind, sind durch Wände definiert, auf die der SCR-Katalysator in Form eines "Washcoats" aufgetragen ist, so dass die durch die Durchgänge strömenden Gase mit dem katalytischen Material in Kontakt gelangen. Die Strömungsdurchgänge des Monolithsubstrats sind dünnwandige Kanäle, die eine beliebige geeignete Querschnittsform, wie trapezoid, rechteckig, quadratisch, dreieckig, sinusförmig, hexagonal, oval, rund usw., aufweisen können. Die Erfindung ist nicht auf einen speziellen Substrattyp, ein spezielles Substratmaterial oder eine spezielle Geometrie eines Substrats beschränkt.

[0053] Keramische Substrate können aus einem beliebigen geeigneten hitzebeständigen Material, wie Cordierit, Cordierit- α -Aluminiumoxid, α -Aluminiumoxid, Siliciumcarbid, Siliciumnitrid, Zirkoniumoxid, Mullit, Spodumen, Aluminiumoxid-Siliciumdioxid-Ma-

gnesiumoxid, Zirkoniumsilicat, Sillimanit, Magnesiumsilicaten, Zirkon, Petalit, Alumosilicaten und Gemischen hiervon hergestellt sein.

[0054] Wandstromsubstrate können ferner aus keramischen Faserverbundmaterialien gebildet sein, wie solche, die aus Cordierit und Siliciumcarbid gebildet sind. Solche Materialien sind in der Lage, den Umgebungsbedingungen, insbesondere den hohen Temperaturen, zu widerstehen, die bei einer Behandlung der Abgasströme auftreten.

[0055] Die Substrate können ein eine hohe Porosität aufweisendes Substrat bzw. ein hochporöses Substrat sein. Der Begriff "hochporöses Substrat" bezieht sich auf ein Substrat, das eine Porosität von zwischen etwa 40 % und etwa 80 % aufweist. Das hochporöse Substrat kann eine Porosität vorzugsweise von mindestens etwa 45 %, stärker bevorzugt von mindestens etwa 50 % aufweisen. Das hochporöse Substrat kann eine Porosität, vorzugsweise von weniger als etwa 75 %, stärker bevorzugt von weniger als etwa 70 % aufweisen. Der Begriff "Porosität", wie hier verwendet, bezieht sich auf die Gesamtporosität, vorzugsweise gemäß Messung mit Quecksilberporosimetrie.

[0056] Vorzugsweise kann das Substrat Cordierit, ein hochporöser Cordierit, ein metallisches Substrat, ein extrudierter SCR, ein Filter oder ein SCRF sein.

[0057] Ein Washcoat, der eine Mischung von Platin auf einem Träger mit einer geringen NH_3 -Speicherung und eines ersten SCR-Katalysators umfasst, wobei der erste SCR-Katalysator vorzugsweise ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist, kann auf die Einlassseite des Substrats unter Verwendung eines auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannten Verfahrens appliziert werden. Nach der Applikation des Washcoats kann die Zusammensetzung getrocknet und calciniert werden. Wenn die Zusammensetzung einen zweiten SCR umfasst, kann der zweite SCR in einem gesonderten Washcoat auf einen calcinierten Artikel, der die untere Schicht aufweist, appliziert werden, wie es weiter oben beschrieben ist. Nach Applikation des zweiten Washcoats kann dieser getrocknet und calciniert werden, wie es bei der ersten Schicht erfolgte.

[0058] Das Substrat mit der Platin enthaltenden Schicht kann getrocknet und bei einer Temperatur in dem Bereich von 300 °C bis 1200 °C, vorzugsweise 400 °C bis 700 °C und stärker bevorzugt 450 °C bis 650 °C calciniert werden. Die Calciniierung erfolgt vorzugsweise unter trockenen Bedingungen, sie kann jedoch auch hydrothermal, d.h. in Gegenwart eines gewissen Feuchtigkeitsgehalts, durchgeführt werden. Die Calciniierung kann während eines Zeitraums von zwischen etwa 30 Minuten und etwa 4 Stunden, vorzugsweise zwischen etwa 30 Minuten und etwa 2 Stunden, stärker bevorzugt zwischen et-

wa 30 Minuten und etwa 1 Stunde durchgeführt werden.

[0059] In einem Aspekt der Erfindung umfasst ein Abgassystem (1) einen katalytischen Artikel, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniak-speicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt, und (2) ein Mittel zum Umwandeln von NH_3 und NO_x in dem Abgas. Das Abgassystem kann ein ANR > 1,0 für mindestens einen Teil der Betriebszeit des Systems aufweisen. Das Abgassystem kann des Weiteren einen dritten SCR-Katalysator umfassen, der eine NO_x -Umwandlung von < 100 % liefert, wobei der dritte SCR-Katalysator ein lediglich Cu-Zeolith aufweisender SCR-Katalysator ist und der dritte SCR-Katalysator im Abgasstrom stromauf des Katalysatorartikels platziert ist, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der zweite SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt. Der zweite SCR-Katalysator kann unterstütztes Ce-Zr oder unterstütztes MnO_2 umfassen.

[0060] In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Abgassystem (1) einen katalytischen Artikel, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens 20 % der Länge der ersten Beschichtung entlang einer Achse von dem Einlass zu dem Auslass überlappt, und (2) ein Mittel zum Umwandeln von NH_3 und NO_x in dem Abgas. Das Abgassystem kann ein ANR > 1,0 für mindestens einen Teil der Betriebszeit des Systems aufweisen. Das Abgassystem kann des Weiteren einen dritten SCR-Katalysator umfassen, der eine NO_x -Umwandlung von < 100 % liefert, wobei der dritte SCR-Katalysator ein lediglich Cu-Zeolith aufweisender SCR-Katalysator ist und der dritte Katalysator im Abgasstrom stromauf des

Katalysatorartikels platziert ist, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt. Der zweite SCR-Katalysator kann unterstütztes Ce-Zr oder unterstütztes MnO₂ umfassen.

[0061] In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren zum Verbessern der N₂-Ausbeute aus Ammoniak in einem Abgas bei einer Temperatur von 200 °C bis etwa 350 °C ein In-Kontakt-bringen eines Ammoniak umfassenden Abgases mit einem katalytischen Artikel, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt. Die Verbesserung der Ausbeute kann etwa 10 % bis etwa 20 % im Vergleich zu einem Katalysator betragen, der eine vergleichbare Formulierung umfasst, in der der erste SCR-Katalysator in Form einer ersten Schicht vorhanden ist und geträgertes Platin in einer zweiten Schicht vorhanden ist und NH₃ und NO umfassendes Gas durch die erste Schicht hindurchtritt, bevor es durch die zweite Schicht hindurchtritt.

[0062] In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren zur Verringerung der N₂O-Bildung aus NH₃ und NO_x in einem Abgas ein In-Kontakt-bringen eines Ammoniak umfassenden Abgases mit einem katalytischen Artikel, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt. Die Verringerung der N₂O-Bildung kann etwa 20 % bis etwa 80 % im Vergleich zu einem Katalysator betragen, der eine vergleichbare Formulierung umfasst, in der der erste SCR-Katalysator in Form einer ersten Schicht vorhanden ist und das geträgerte Platin in einer zweiten Schicht vorhanden ist und NH₃ und NO umfassendes Gas

durch die erste Schicht hindurchtritt, bevor es durch die zweite Schicht hindurchtritt.

[0063] In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Behandeln eines NH₃ und NO_x umfassenden Abgases mit einem katalytischen Artikel beschrieben, der ein Substrat, eine erste Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, eine zweite Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, einen Einlass und einen Auslass umfasst, wobei die erste Beschichtung auf dem Substrat positioniert ist, der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist und die zweite Beschichtung mindestens teilweise die erste Beschichtung überlappt.

[0064] Die nachfolgenden Beispiele dienen lediglich der Veranschaulichung der Erfindung, der sachkundige Fachmann erkennt zahlreiche Abwandlungen, die unter den Geist der Erfindung und den Umfang der Patentansprüche fallen.

BEISPIELE

Beispiel 1: Doppelschichtformulierung – Pt auf Aluminiumoxid mit einer Cu-SCR-Oberschicht

[0065] Eine Doppelschichtformulierung, die eine Pt auf Aluminiumoxid umfassende untere Schicht und eine SCR-Oberschicht aufweist, wurde als Vergleichsbeispiel verwendet.

[0066] Eine untere Schicht wurde auf ein keramisches Substrat unter Verwendung eines Washcoats, der 0,3 Gew.-% Pt auf Aluminiumoxid umfasst, appliziert. Der Washcoat wurde auf ein keramisches Substrat appliziert und anschließend wurde der Washcoat an dem Substrat unter Verwendung eines Vakuums herabgezogen. Der Artikel wurde getrocknet und bei etwa 500 °C während etwa 1 Stunde calciniert. Die Beladung von Pt auf dem Artikel betrug 3 g/ft³.

[0067] Eine obere Schicht wurde auf das mit der unteren Schicht beschichtete Substrat appliziert, wobei ein zweiter Washcoat verwendet wurde, der ein Cu-CHA umfasste, anschließend wurde der Washcoat an dem Substrat unter Verwendung von Vakuum herabgezogen. Der Artikel wurde getrocknet und während etwa 1 Stunde bei etwa 500 °C calciniert. Die Beladung von Cu-CHA in der oberen Schicht betrug 1,8 g/Zoll³. Dieses Material ist Beispiel 1. Eine gealterte Probe wurde durch Altern einer Probe von Beispiel 1 während 50 Stunden bei 620 °C in einer 10 % H₂O enthaltenden Atmosphäre hergestellt.

Beispiel 2: Doppelschichtformulierung – Pt auf Aluminiumoxid mit einer höheren Beladung aufweisenden Cu-SCR-Oberschicht

[0068] Eine Doppelschichtformulierung mit einer Pt-auf-Aluminiumoxid-Unterschicht und einer SCR-Oberschicht wurde als Vergleichsbeispiel verwendet.

[0069] Eine untere Schicht wurde auf ein keramisches Substrat appliziert, wobei ein Washcoat, der 0,17 Gew.-% Pt auf einer Mischung von Aluminiumoxid und reinem Zeolith umfasste, verwendet wurde. Der Washcoat wurde auf ein keramisches Substrat appliziert und anschließend wurde der Washcoat unter Verwendung von Vakuum an dem Substrat herabgezogen. Der Artikel wurde getrocknet und während etwa 1 Stunde bei etwa 500 °C calciniert. Die Beladung von Pt auf dem Artikel betrug 3 g/ft³.

[0070] Eine obere Schicht wurde auf das mit der unteren Schicht beschichtete Substrat aufgetragen, wobei ein zweiter, ein Cu-CHA umfassender Washcoat verwendet wurde, und anschließend wurde der Washcoat unter Verwendung von Vakuum an dem Substrat herabgezogen. Der Artikel wurde getrocknet und während etwa 1 Stunde bei etwa 500 °C calciniert. Die Beladung von Cu-CHA in der oberen Schicht betrug 2,7 g/Zoll³. Dieses Material ist Beispiel 2. Eine gealterte Probe wurde durch Altern der Probe von Beispiel 2 während 50 Stunden bei etwa 620 °C in einer 10 % H₂O enthaltenden Atmosphäre hergestellt.

Beispiel 3: Doppelschicht – Mischung von 1 Gew.-% Pt auf MFI-Zeolith (SAR = 2100) mit Cu-CHA in der unteren Schicht und Cu-CHA in der oberen Schicht, wobei die volle Länge der Pt-Unterschicht durch die Cu-CHA-Oberschicht bedeckt ist.

[0071] Eine untere Schicht wurde auf ein keramisches Substrat unter Verwendung eines Washcoats, der eine Mischung von 4 Gew.-% Pt auf einem ZSM-5 (MFI-Gerüst mit SAR = 2100) und einem Cu-CHA umfasste, appliziert. Der Washcoat wurde auf ein keramisches Substrat aufgetragen und anschließend wurde der Washcoat unter Verwendung eines Vakuums an dem Substrat herabgezogen. Der Artikel wurde getrocknet und während etwa 1 Stunde bei etwa 500 °C calciniert. Die Beladung von Pt, dem Zeolith und dem Cu-CHA auf dem Artikel betrug 3 g/ft³, 0,18 g/Zoll³ bzw. 1,8 g/Zoll³.

[0072] Eine obere Schicht wurde auf das mit der unteren Schicht beschichtete Substrat aufgetragen, wobei ein zweiter Washcoat verwendet wurde, der ein Cu-CHA umfasste, und anschließend wurde der Washcoat an dem Substrat auf eine Strecke von etwa 50 % der Länge des Substrats unter Verwendung eines Vakuums herabgezogen. Der Artikel wurde getrocknet und während etwa 1 Stunde bei etwa 500 °C calciniert. Die Beladung von Cu-CHA in der oberen

Schicht betrug 1,8 g/Zoll³. Der Artikel wurde an einer geeigneten Stelle entlang der Länge des Artikels geschnitten, um einen neuen, kleineren Artikel zu bilden, bei dem 100 % der Mischungsunterschicht durch die Cu-CHA-Oberschicht bedeckt war. Dieses Material ist Beispiel 3. Eine gealterte Probe wurde durch Altern der Probe von Beispiel 3 während 50 Stunden bei 620 °C in einer 10 % H₂O enthaltenden Atmosphäre hergestellt.

Beispiel 4: Doppelschicht – Mischung von 2 Gew.-% Pt auf MFI-Zeolith (SAR = 2100) mit Cu-CHA in der unteren Schicht und Cu-CHA in der oberen Schicht, wobei die vollständige Länge der Pt-Unterschicht durch die Cu-CHA-Oberschicht bedeckt ist.

[0073] Eine untere Schicht wurde auf ein keramisches Substrat unter Verwendung eines Washcoats, der eine Mischung von 4 Gew.-% Pt auf einem ZSM-5 (MFI-Gerüst mit SAR = 2100) und einem Cu-CHA umfasst, appliziert. Der Washcoat wurde auf ein keramisches Substrat appliziert und anschließend wurde der Washcoat an dem Substrat unter Verwendung eines Vakuums herabgezogen. Der Artikel wurde getrocknet und während etwa 1 Stunde bei etwa 500 °C calciniert. Die Beladung von Pt, dem Zeolith und dem Cu-CHA auf dem Artikel betrug 3 g/ft³, 0,09 g/Zoll³ bzw. 0,9 g/Zoll³.

[0074] Eine obere Schicht wurde auf das mit der Unterschicht beschichtete Substrat appliziert, wobei ein zweiter Washcoat verwendet wurde, der ein Cu-CHA umfasste, und anschließend wurde der Washcoat auf eine Strecke von etwa 50 % der Länge des Substrats unter Verwendung eines Vakuums an dem Substrat herabgezogen. Der Artikel wurde getrocknet und während etwa 1 Stunde bei etwa 500 °C calciniert. Die Beladung von Cu-CHA in der oberen Schicht betrug 1,8 g/Zoll³. Der Artikel wurde an einer geeigneten Stelle entlang der Länge des Artikels geschnitten, um einen neuen, kleineren Artikel zu bilden, bei dem 100 % der unteren Schicht der Mischung durch die Cu-CHA-Oberschicht bedeckt war. Dieses Material ist Beispiel 4. Eine gealterte Probe wurde durch Altern einer Probe von Beispiel 4 während 50 Stunden bei 620 °C in einer 10 % H₂O enthaltenden Atmosphäre hergestellt.

Beispiel 5: Doppelschicht – Mischung von 4 Gew.-% Pt auf MFI-Zeolith (SAR = 2100) mit Cu-CHA in der unteren Schicht und Cu-CHA in der oberen Schicht, wobei die vollständige Länge der Pt-Unterschicht durch die Cu-CHA Oberschicht bedeckt ist.

[0075] Eine untere Schicht wurde auf ein keramisches Substrat unter Verwendung eines Washcoats, der eine Mischung von 4 Gew.-% Pt auf einem ZSM-5 (MFI-Gerüst mit SAR = 2100) und einem Cu-CHA umfasst, appliziert. Der Washcoat wurde auf ein keramisches Substrat appliziert und anschließend wur-

de der Washcoat an dem Substrat unter Verwendung eines Vakuums herabgezogen. Der Artikel wurde getrocknet und während etwa 1 Stunde bei etwa 500 °C calciniert. Die Beladung von Pt, dem Zeolith und dem Cu-CHA auf dem Artikel betrug 3 g/ft³, 0,045 g/Zoll³ bzw. 0,9 g/Zoll³.

[0076] Eine Oberschicht wurde auf das mit der Unterschicht beschichtete Substrat appliziert, wobei ein zweiter Washcoat verwendet wurde, der ein Cu-CHA umfasste, und anschließend wurde der Washcoat auf eine Strecke von etwa 50 % der Länge des Substrats unter Verwendung eines Vakuums an dem Substrat herabgezogen. Der Artikel wurde getrocknet und während etwa 1 Stunde bei etwa 500 °C calciniert. Die Beladung von Cu-CHA in der oberen Schicht betrug 1,8 g/Zoll³. Der Artikel wurde an einer geeigneten Stelle entlang der Länge des Artikels geschnitten, um einen neuen, kleineren Artikel zu bilden, bei dem 100 % der unteren Schicht der Mischung durch die Cu-CHA-Oberschicht bedeckt war. Dieses Material ist Beispiel 5. Eine gealterte Probe wurde durch Altern einer Probe von Beispiel 5 während 50 Stunden bei 620 °C in einer 10 % H₂O enthaltenden Atmosphäre hergestellt.

[0077] Fig. 1 zeigt die Umsetzungsleistungsfähigkeit bezüglich NO und NH₃ der Beispiele 1 bis 5 bei GHSV = 120.000 h⁻¹. Im Vergleich zu den Beispielen 1 und 2 verringerten die Beispiele 3, 4 und 5 signifikant die N₂O-Bildung mit einer N₂O-Verringerung von bis zu 85 % zwischen 200 °C und 300 °C. Die NO-Umwandlung und die N₂-Ausbeute sind ebenfalls signifikant höher in den Beispielen 3, 4 und 5. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass in den Beispielen 3, 4 und 5 die SCR-Reaktion an Kupfer gefördert bzw. unterstützt ist, und die nicht-selektive Reaktion an Pt von NH₃ + NO (bei der das vorwiegende Produkt N₂O ist) und die parasitäre NH₃-Oxidation an Pt (die das verfügbare NH₃ für eine SCR-Reaktion an Cu verringert) minimiert sind. Obwohl die Beispiele 2, 4 und 5 die gleiche Menge an Cu-SCR-Katalysatoren enthielten, war die N₂O-Bildung viel geringer und die NO-Umwandlung war viel höher in den Beispielen 4 und 5. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Pt auf Zeolith + Cu-SCR-Mischung umfassende Unterschichtzusammensetzung in erster Linie für die verringerte N₂O-Bildung und für die verbesserte N₂-Selektivität verantwortlich ist, wohingegen durch ein einfaches Erhöhen der Menge von Cu-SCR in der oberen Schicht nur geringe Vorteile erreicht werden können.

[0078] Fig. 2 zeigt die Umsetzungsleistungsfähigkeit bezüglich NO + NH₃ mit variablen ANRs (Ammoniak-zu-NO-Verhältnis) in den Beispielen 1, 3 und 5 bei GHSV = 60.000 h⁻¹. Ein Erhöhen des ANR von 1,0 auf 1,4 verbessert die NO-Umwandlung bei allen Katalysatoren, was darauf hinweist, dass ein ANR > 1 für eine optimale Effizienz der NO_x-Entfernung wünschenswert ist.

Bei einem hohen ANR von 1,4 (d.h. nicht genug NO zur Reaktion mit dem gesamten NH₃, was zu einem NH₃-Schlupf aus der Cu-SCR-Komponente führt) zeigten alle drei getesteten Katalysatoren nahezu keinen NH₃-Schlupf bei 250 °C oder darüber. Dies wird aufgrund der Anwesenheit von Pt in allen drei Katalysatoren, das in hohem Maße hinsichtlich einer NH₃-Oxidation aktiv ist, erwartet. Jedoch ist die NO-Umwandlung bei 250 °C etwa 10 % höher und die N₂O-Bildung ist 75 % niedriger in den Beispielen 3 und 5. Die Beispiele 3 und 5 zeigen, dass die durch Cu katalysierte SCR-Reaktion unterstützt wird und die durch Pt katalysierte nicht selektive NO + NH₃-Reaktion minimiert wird, wenn sowohl NO_x als auch NH₃ in der Einspeisung vorhanden sind.

Vergleich der Systeme:

System Zusammensetzung

- 1) 100 % Cu-SCR stromaufseitig (SV = 75.000 h⁻¹)
+ Beispiel 1 stromabseitig (SV = 120.000 h⁻¹)
- 2) 50 % Cu-SCR stromaufseitig (SV = 150.000 h⁻¹)
+ Beispiel 1 stromabseitig (SV = 120.000 h⁻¹)
- 3) 100 % Cu-SCR stromaufseitig (SV = 75.000 h⁻¹)
+ Beispiel 5 stromabseitig (SV = 120.000 h⁻¹)
- 4) 50 % Cu-SCR stromaufseitig (SV = 150.000 h⁻¹)
+ Beispiel 5 stromabseitig (SV = 120.000 h⁻¹)

[0079] Fig. 3 zeigt die Umsetzungsleistungsfähigkeit bezüglich NO + NH₃ bei Systemen mit einem Cu-SCR-Katalysator mit unterschiedlichem Volumen in der stromaufseitigen (Position) und den Beispielen 1 und 5 in einer stromabseitigen (Position) des Cu-SCR.

Vergleich von System 1 mit System 3:

[0080] Beide Systeme wiesen identische SCR von vollständiger Größe in der Vorderseite mit ausreichend Volumen zur vollständigen Entfernung von 300 ppm NO + 300 ppm NH₃ auf. Der rückseitige ASC-Katalysator war lediglich für das Oxidieren der 200 ppm an nicht umgesetztem NH₃ verantwortlich. Wie erwartet gab es wenig Unterschied zwischen den zwei Systemen hinsichtlich der NO- und NH₃-Umwandlung. Die N₂O-Bildung war jedoch viel geringer bei System 3, wo sich Beispiel 5 stromab befindet, aufgrund dessen geringerer N₂O-Bildung als ein ASC-Katalysator.

Vergleich von System 2 mit System 4:

[0081] Beide Systeme wiesen identische SCR von halber Größe in der Vorderseite mit einem unzureichenden Volumen für eine vollständige Entfernung von 300 ppm NO auf, was zu einem Schlupf von NO und NH₃ führte. Wenn Beispiel 1 stromabseitig (vorhanden war), nahm die NO-Umwandlung signifikant ab und die N₂O-Bildung nahm signifikant zu mit der Verringerung des Volumens des vorderseitigen SCR,

was auf das Auftreten einer NH_3 -Oxidation und einer nicht-selektiven von $\text{NH}_3 + \text{NO}$ -Reaktion auf Pt hinweist. Im Gegensatz dazu gibt es, wenn Beispiel 5 stromab (angeordnet) ist, keine merkliche Abnahme der NO-Umwandlung und nahezu keine Zunahme der N_2O -Bildung, was darauf schließen lässt, dass die nicht-selektive $\text{NH}_3 + \text{NO}$ -Reaktion an Pt minimiert ist.

[0082] Die vorhergehenden Beispiele sollen lediglich der Veranschaulichung dienen, die nachfolgenden Ansprüche definieren den Umfang der Erfindung.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- US 4010238 [0039]
- US 4085193 [0039]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2. Ausgabe ("Gold Book"). Erstellt von A. D. McNaught und A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997) [0031]
- <http://goldbook.iupac.org> (2006-), erzeugt von M. Nic, J. Jirat, B. Kosata [0031]
- A. Jenkins. ISBN 0-9678550-9-8. Doi: 10.1351/ goldbook. [0031]

Patentansprüche

1. Katalytischer Artikel, der ein Substrat umfasst, das einen Einlass und einen Auslass aufweist und das mit einer ersten Beschichtung, die eine Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniak-speicherung mit einem ersten SCR-Katalysator umfasst, einer zweiten Beschichtung, die einen zweiten SCR-Katalysator umfasst, beschichtet ist, wobei die zweite Beschichtung die erste Beschichtung mindestens teilweise überlappt und wobei der erste SCR-Katalysator ein Cu-SCR-Katalysator oder ein Fe-SCR-Katalysator ist.

2. Katalytischer Artikel nach Anspruch 1, wobei die zweite Beschichtung die erste Beschichtung vollständig überlappt.

3. Katalytischer Artikel nach Anspruch 1, wobei der Träger mit geringer Ammoniakspeicherung ein silicatischer Träger ist, der ein Siliciumdioxid oder einen Zeolith mit einem Siliciumdioxid-zu-Aluminiumoxid-Verhältnis von mindestens einem Wert von ≥ 100 ist.

4. Katalysator nach Anspruch 1, wobei die Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung umfassende Mischung des Weiteren mindestens einen Bestandteil aus Palladium (Pd), Gold (Au), Silber (Ag), Ruthenium (Ru) oder Rhodium (Rh) umfasst.

5. Katalytischer Artikel nach Anspruch 1, wobei der erste SCR-Katalysator Cu oder Fe umfasst, das auf ein Molekularsieb geladen ist, das aus der Gruppe der Gerüsttypen 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, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAV, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG, ZON, BEA, MFI und FER und Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht.

6. Katalytischer Artikel nach Anspruch 1, wobei der zweite SCR-Katalysator ein auf ein Molekularsieb geträgertes unedles Metall ist, wobei das unedle Metall aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Vanadium (V), Molybdän (Mo) und Wolfram (W), Chrom (Cr), Cer (Ce), Mangan (Mn), Eisen (Fe), Cobalt (Co), Nickel (Ni) und Kupfer (Cu) und Gemischen hiervon besteht.

7. Katalytischer Artikel nach Anspruch 1, wobei der Katalysator eine Verbesserung der N_2 -Ausbeute aus Ammoniak bei einer Temperatur von etwa 200 °C bis etwa 300 °C im Vergleich zu einem Katalysator liefert, der eine vergleichbare Formulierung umfasst, in der der erste SCR-Katalysator in Form einer ersten Schicht vorhanden ist und Platin in einer zweiten Schicht vorhanden ist und NH_3 und NO umfas-

sendes Gas durch die erste Schicht hindurchtritt, bevor es durch die zweite Schicht hindurchtritt, wobei die Verbesserung der N_2 -Ausbeute mindestens 10 % beträgt.

8. Katalytischer Artikel nach Anspruch 1, wobei der Katalysator eine verringerte N_2O -Bildung aus NH_3 und NO_x bei einer Temperatur von etwa 200 °C bis etwa 350 °C im Vergleich zu einem Katalysator liefert, der eine vergleichbare Formulierung umfasst, in der der erste SCR-Katalysator in Form einer ersten Schicht vorhanden ist und Platin in einer zweiten Schicht vorhanden ist und NH_3 und NO umfassendes Gas durch die erste Schicht hindurchtritt, bevor es durch die zweite Schicht hindurchtritt.

9. Katalytischer Artikel nach Anspruch 1, wobei das Substrat Cordierit, ein hoch poröser Cordierit, ein metallisches Substrat, ein extrudiertes Waben(substrat) oder ein Filter ist.

10. Katalytischer Artikel nach Anspruch 1, wobei der zweite SCR-Katalysator sich auf der Einlassseite des Katalysators, der die Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit dem ersten SCR-Katalysator umfasst, befindet.

11. Katalytischer Artikel nach Anspruch 1, wobei der zweite SCR-Katalysator sich auf der Auslassseite des Katalysators, der die Mischung von Platin auf einem Träger mit geringer Ammoniakspeicherung mit dem ersten SCR-Katalysator umfasst, befindet.

12. Katalytischer Artikel nach Anspruch 11, wobei der zweite SCR-Katalysator unterstütztes Ce-Zr oder unterstütztes MnO_2 umfasst.

13. Katalysatorartikel gemäß einem der Ansprüche 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 und 11, wobei die zweite Beschichtung mindestens 20 % der Länge der ersten Beschichtung entlang einer Achse von dem Einlass zu dem Auslass überlappt.

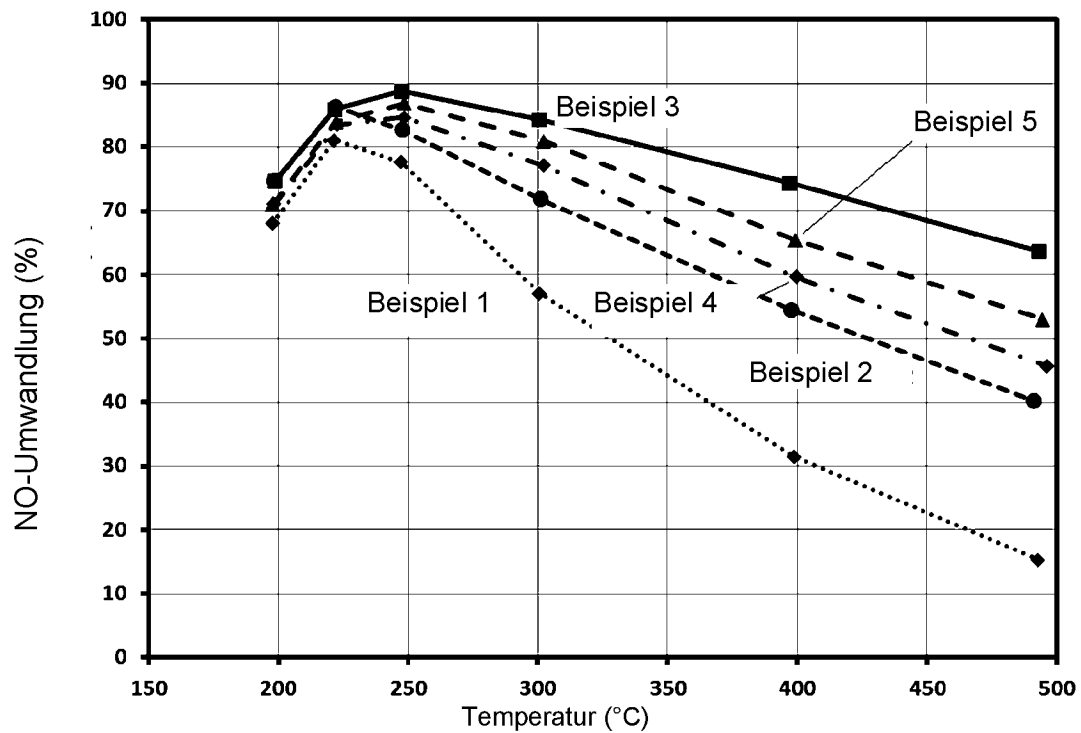
14. Verfahren zur Verbesserung der N_2 -Ausbeute aus Ammoniak und NO_x in einem Abgas bei einer Temperatur von etwa 200 °C bis etwa 350 °C, wobei das Verfahren ein In-Kontakt-bringen eines Ammoniak umfassenden Abgases mit einem katalytischen Artikel nach Anspruch 1 umfasst.

15. Verfahren zur Behandlung eines Ammoniak und NO_x umfassenden Abgases, wobei das Verfahren ein In-Kontakt-bringen eines Ammoniak umfassenden Abgases mit einem katalytischen Artikel nach Anspruch 1 umfasst.

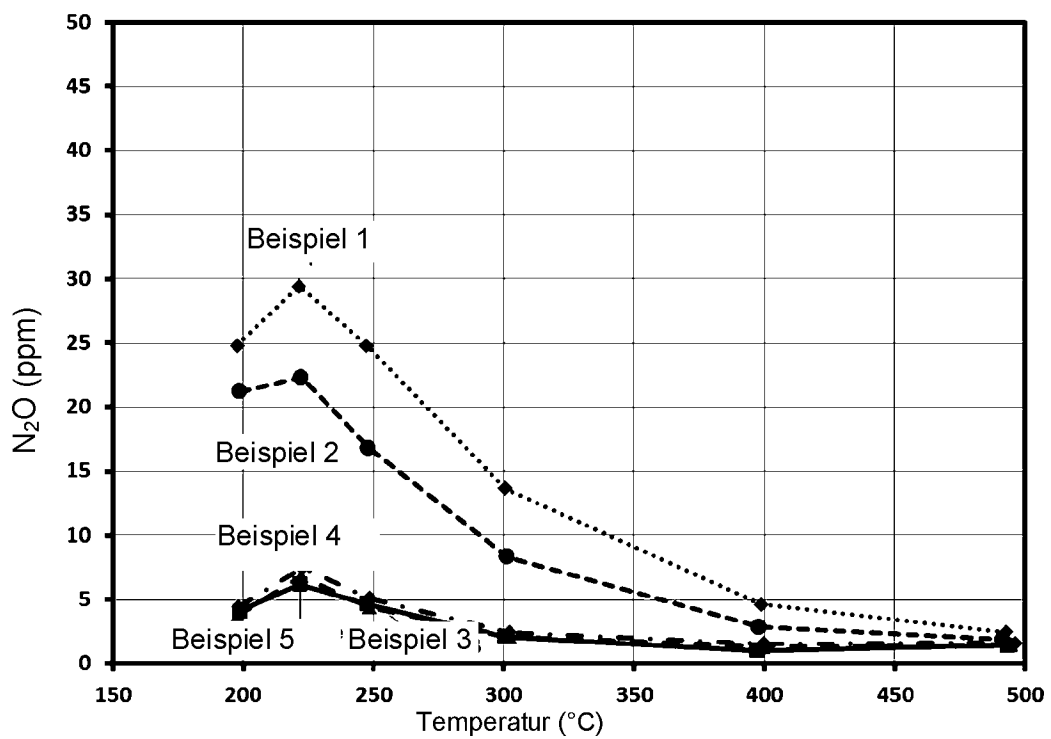
Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

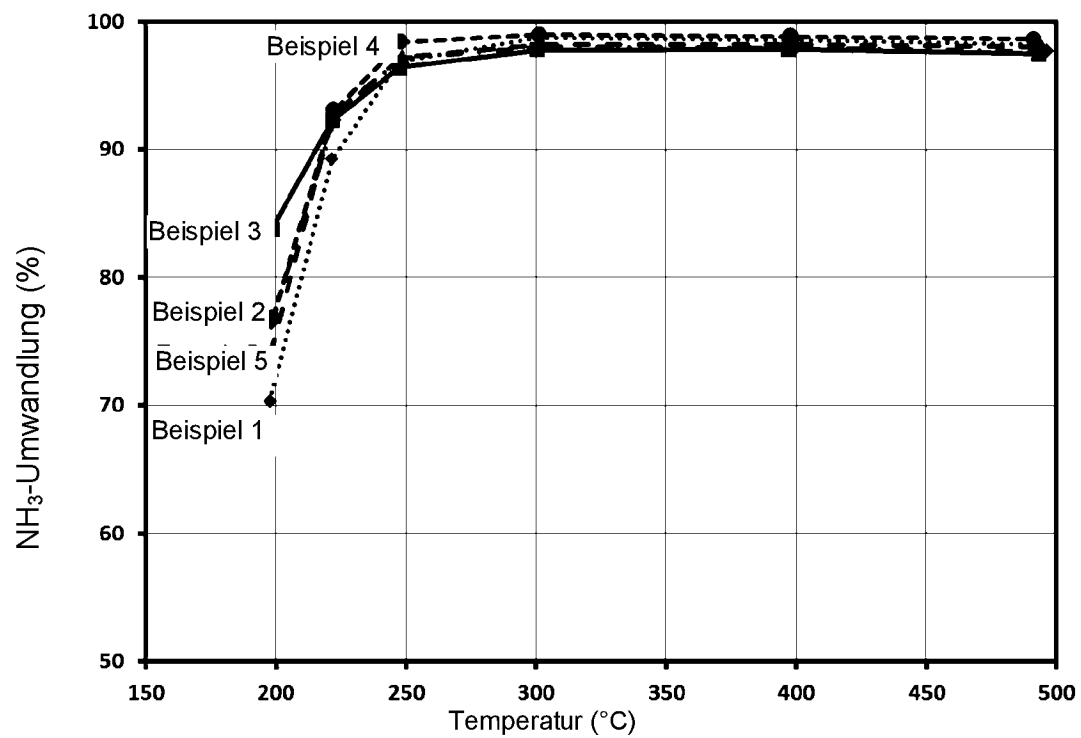
Figur 1 (A)



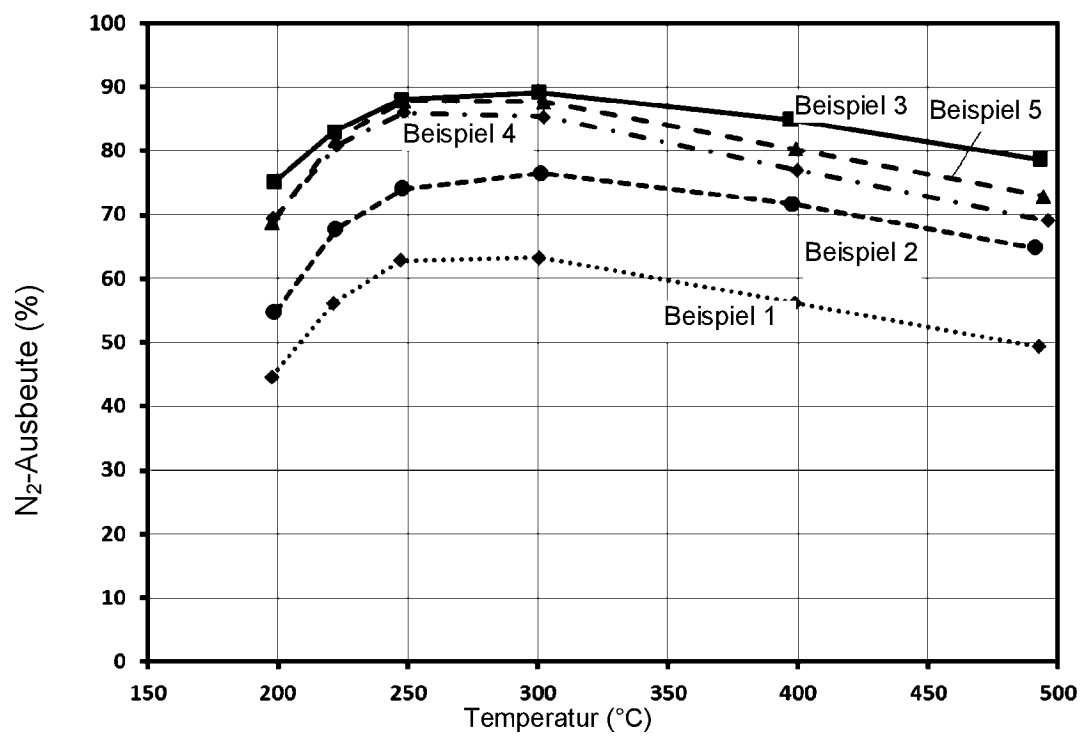
Figur 1 (B)



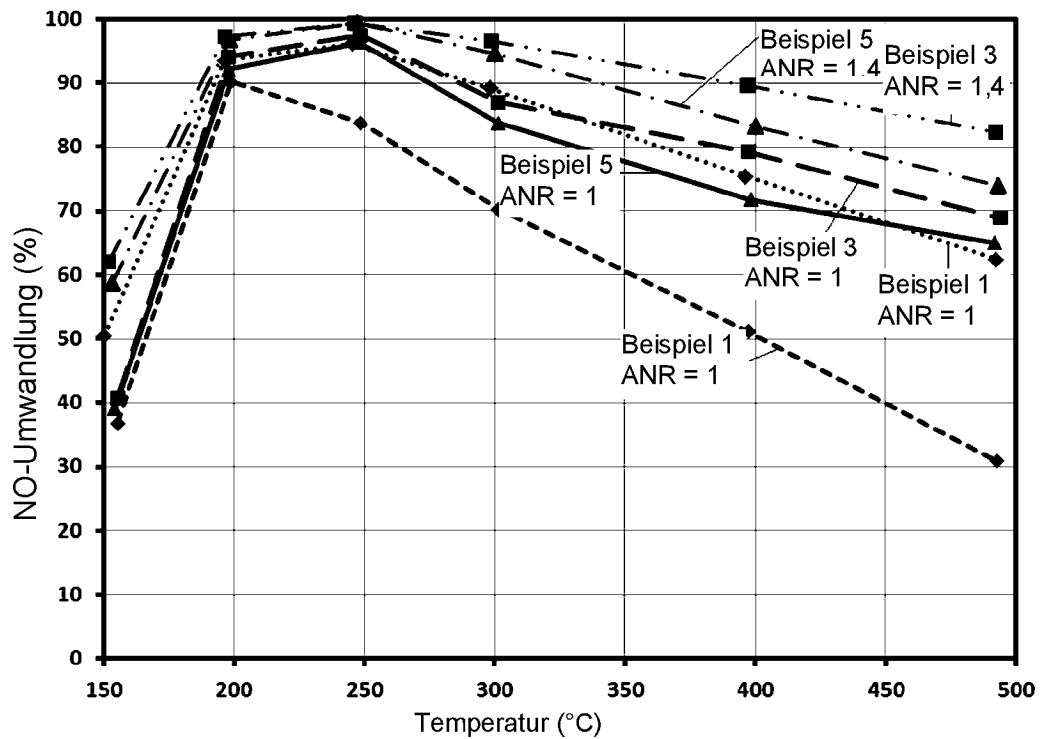
Figur 1 (C)



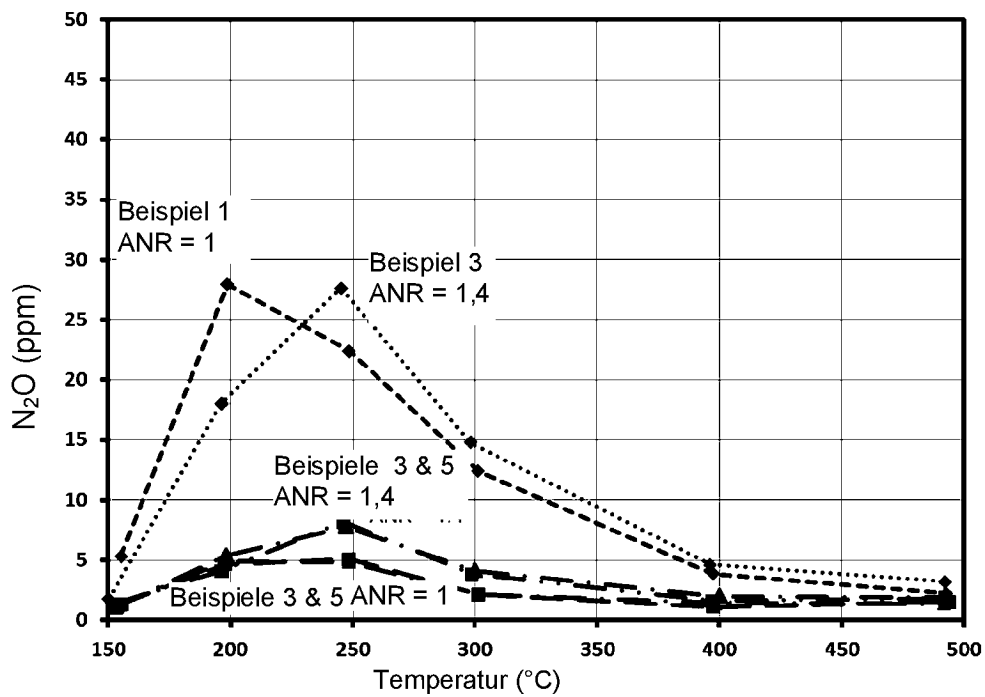
Figur 1 (D)



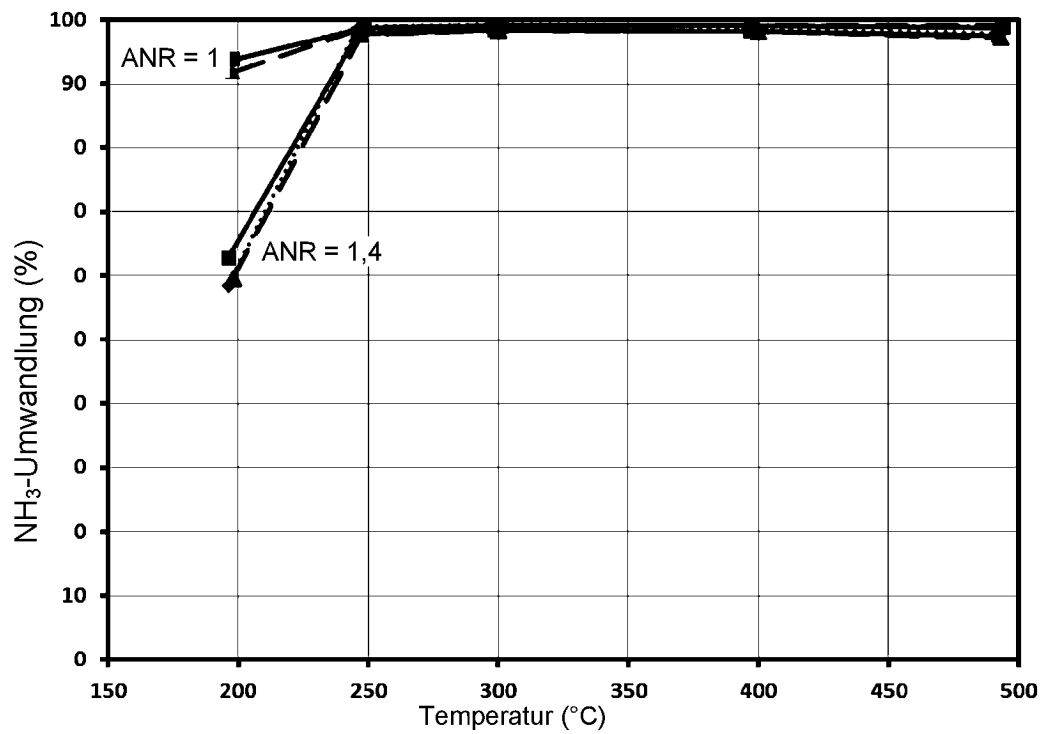
Figur 2 (A)



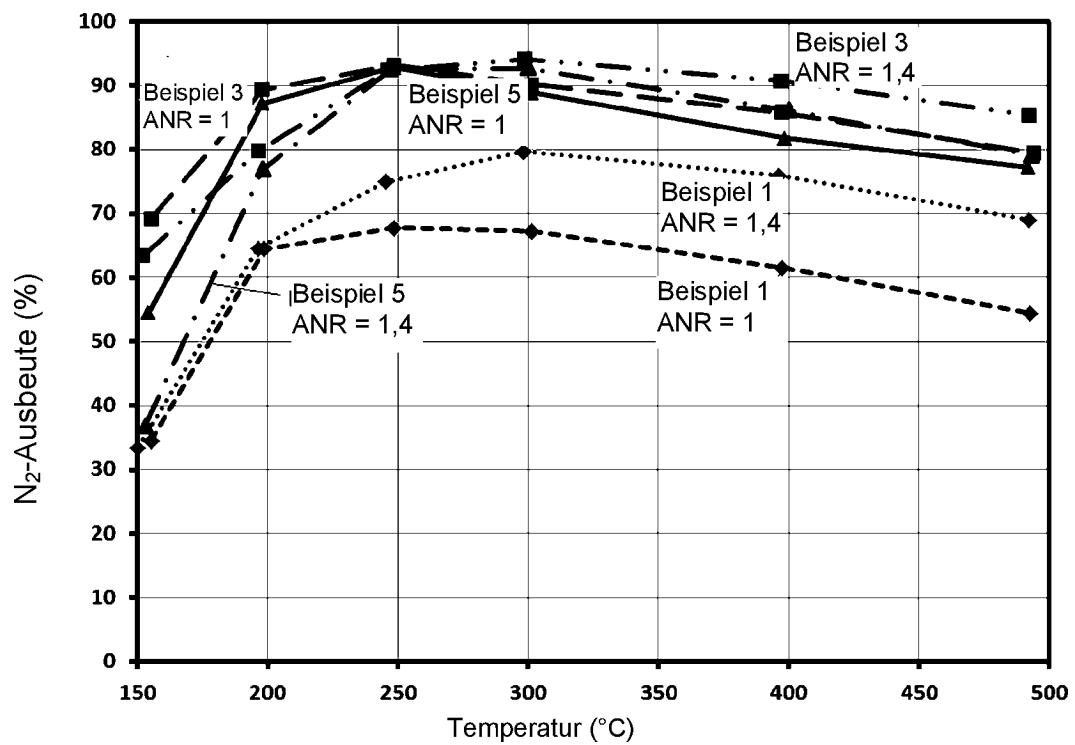
Figur 2 (B)



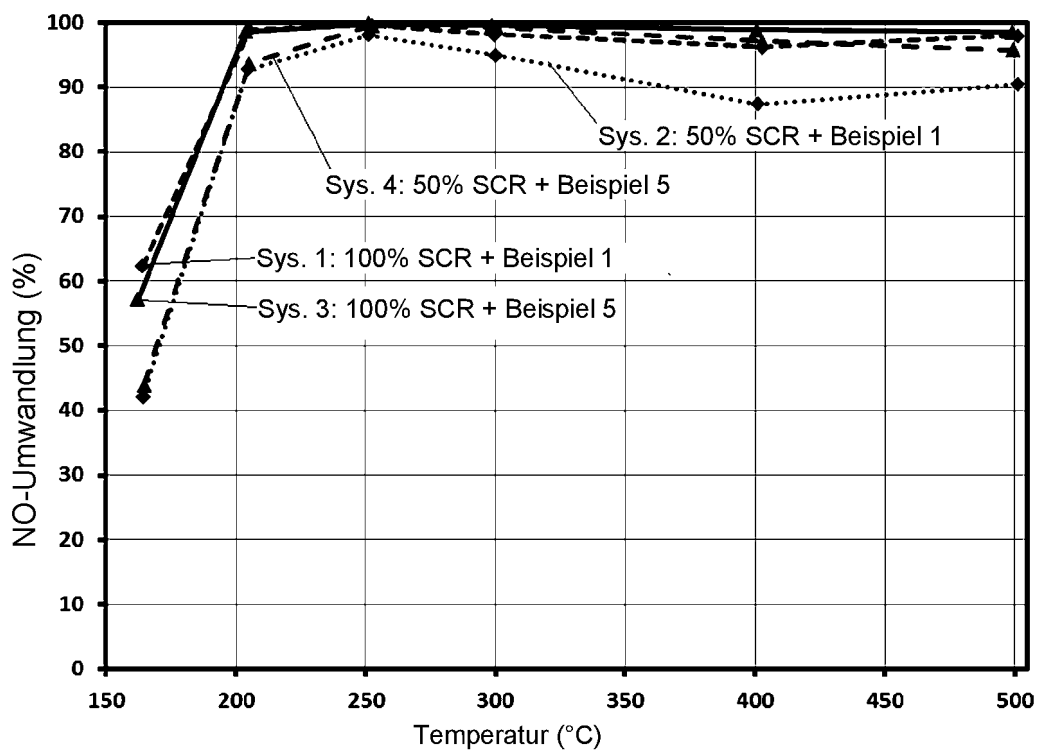
Figur 2 (C)



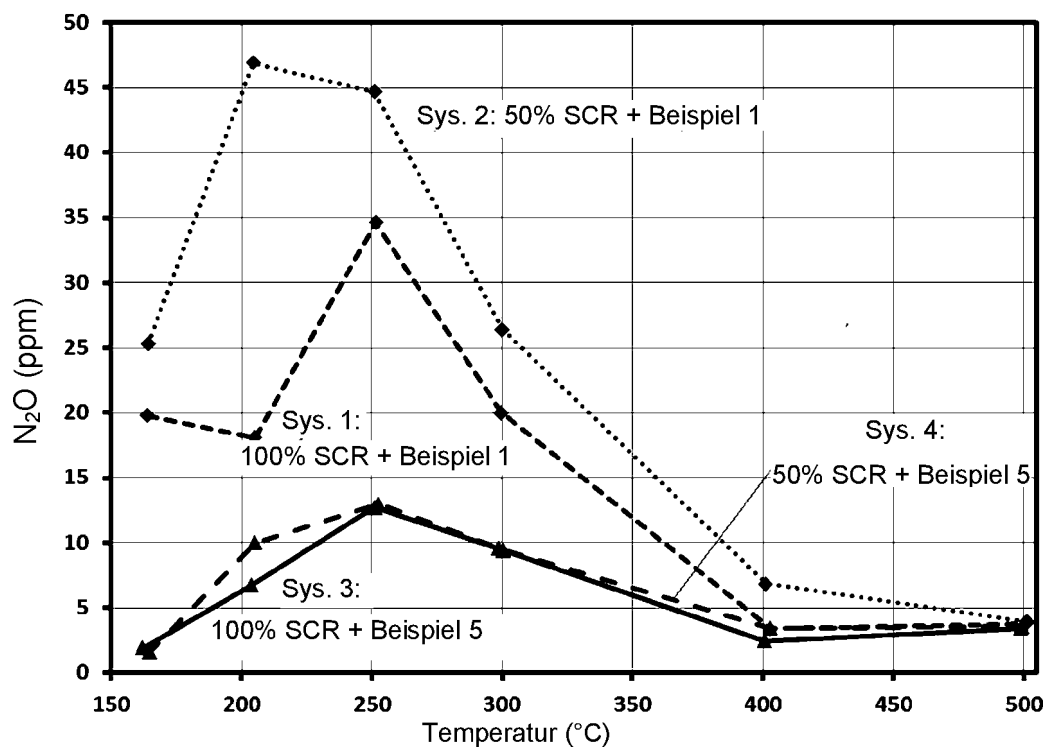
Figur 2 (D)



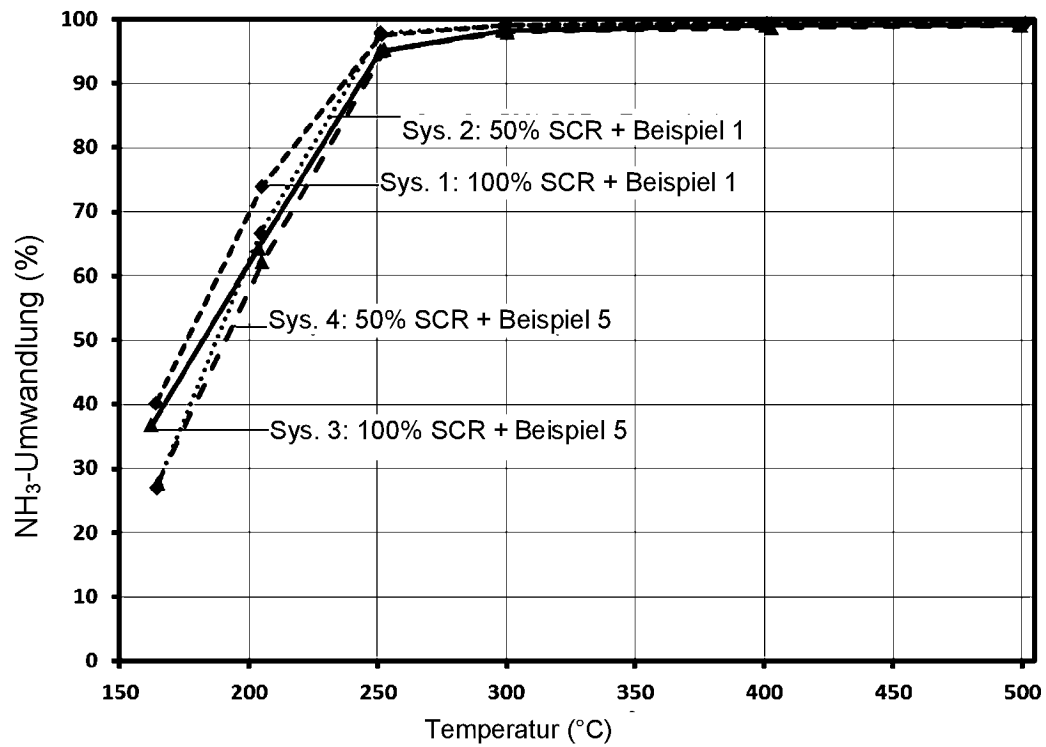
Figur 3 (A)



Figur 3 (B)



Figur 3 (C)



Figur 3 (D)

