(19) **Bundesrepublik Deutschland**
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 603 13 236 T2** 2007.12.27

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 342 887 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 13 236.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 250 770.9**
(96) Europäischer Anmeldetag: **06.02.2003**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.09.2003**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **18.04.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.12.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***F01N 3/20*** (2006.01)
***B01D 53/94*** (2006.01)
***F01N 3/36*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
**93199** **07.03.2002** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR**

(73) Patentinhaber:
**Southwest Research Institute, San Antonio, Tex., US**

(74) Vertreter:
**Dehmel & Bettenhausen Patent- und Rechtsanwälte, 80331 München**

(72) Erfinder:
**Bartley, Gordon James Johnston, Bexar County, Texas, US; Sharp, Christopher Alan, Bexar County, Texas, US**

(54) Bezeichnung: **NOx-Reduktionssystem für Dieselmotoren unter Verwendung einer durch Wasserstoff selektiven katalytischen Reduktion**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

### Technisches Gebiet der Erfindung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft Emissionsreduktionssysteme für Dieselmotoren und insbesondere Stickstoffoxidreduktion unter Verwendung eines Wasserstoff-selektiven katalytischen Reduktionskatalysators.

### Hintergrund der Erfindung

**[0002]** In einem Versuch die Außenniveaus der Luftverschmutzung in den Vereinigten Staaten zu reduzieren, hat die United States Environmental Protection Agency (EPA) eine Verschärfung der Emissionsstandards für Hochleistungsdieselmotoren vorgeschlagen. Dieser Vorschlag schließt Messungen für die Reduzierung des erlaubten Schwefelgehaltes des Dieselkraftstoffes ein. Der Vorschlag bezweckt, die Emissionen um etwa 95 % zu senken, mit Stickoxiden-($NO_x$) und Erosol-(PM)Emissionsstandards von 0,2 bzw. 0,01 g pro Bremsleistungsstunde.

**[0003]** Bestehende Nachbehandlungstechnologien zum Erreichen dieser Ziele schließen sowohl PM-Reduktionssysteme, als auch $NO_x$-Reduktionssysteme ein. Für PM-Reduktion schließen bestehende Technologien einen kontinuierlich regenerierenden Abscheider „CRT®" und katalysierte Abscheider ein. Der Begriff „CRT®" betrifft spezifisch den Partikelfilter hergestellt von Johnson Matthey aus London, Großbritannien, beschrieben in U.S.-Patentnr. 4,902,487. Für $NO_x$-Reduktion schließen bestehende Technologien selektive katalytische Reduktions(SCR)-Systeme ein, welche Harnstoff als Reduktionsmittel verwenden, und $NO_x$-Ablagerungskatalysatoren.

**[0004]** Verschiedene Faktoren bestimmen, welche Nachbehandlungstechnologie für Dieselmotorabgas die am besten geeignete ist. Ein Gesichtspunkt ist der Effekt des Schwefelgehaltes in dem Dieselkraftstoff. Schwefel erhöht die Regenerierungstemperatur eines CRTs, was seine Effizienz nachteilig beeinflusst. Schwefel ist auch ein Gift für $NO_x$-Abscheider. Aufgrund der negativen Effekte des Schwefels auf die Nachbehandlungseffizienz befürwortet die EPA eine Dieselkraftstoffschwefelkappe von 15 ppm.

**[0005]** Jedoch impliziert ein Anhaltspunkt, dass 15 ppm noch zu hoch für $NO_x$-Abscheider sein können, um wirksam zu sein. Als ein Ergebnis können Harnstoff-SCR-Systeme ein wirksameres Verfahren für eine geeignete $NO_x$-Reduktion sein.

**[0006]** Trotz ihrer Wirksamkeit besitzen Harnstoff-SCR-Systeme Schwächen. Harnstoff-SCR basiert auf Ammoniakreduktion, wobei Harnstoff das Reduktionsmittel der Wahl für Fahrzeuganwendungen aufgrund der Erkenntnis ist, dass durch eine Bereitstellung von Ammoniak im Fahrzeug ein Fahrzeug unsicher werden würde. Ammoniak wird als hochtoxisch betrachtet, wobei Harnstoff nur mitteltoxisch ist. Aber das Problem mit Harnstoff-SCR ist, dass ein separater Bezug des Harnstoffs im Fahrzeug benötigt wird. Nicht nur diese Voraussetzung verlangt nach einem separaten Lagerungstank, aber der Harnstoff muss periodisch aufgefüllt werden, und es gibt keine Infrastruktur, um einen landesweiten Bezug zur Verfügung zu stellen. Auch das System, welches benötigt wird, um Harnstoff in den Abgasstrom einzuführen, ist komplex. Als Summe gibt es viele Sachverhalte, welche die Anwendbarkeit der Verwendung von Harnstoff für SCR beeinflussen.

**[0007]** EP 0537 968 offenbart die Verwendung eines abgemagerten $NO_x$-Reduktionskatalysators in einem stromabwärts gelegenen Teil eines Abgasrohres. Der $NO_x$-Reduktionskatalysator kann einen PT/Zellolit-Katalysator umfassen.

**[0008]** Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein System zur Behandlung von $NO_x$-Emission aus einem Dieselmotor gemäß Anspruch 1 zur Verfügung gestellt.

**[0009]** Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein System der Behandlung von $NO_x$-Emissionen aus einem Dieselmotor gemäß Anspruch 11 zur Verfügung gestellt.

**[0010]** Gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Behandlung der $NO_x$-Emissionen aus einem Dieselmotor gemäß Anspruch 25 zur Verfügung gestellt.

**[0011]** Gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Behandlung der $NO_x$-Emissionen aus einem Dieselmotor gemäß Anspruch 27 zur Verfügung gestellt.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

**[0012]** Fig. 1 ist ein Blockdiagramm einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

**[0013]** Fig. 2 ist ein Blockdiagramm einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0014]** Das Verfahren, welches hierin beschrieben wird, ist auf ein SCR-System gerichtet, welches nicht Harnstoff als Reduktionsmittel benötigt. Das System verwendet Dieselkraftstoff anstelle von Harnstoff, was die Voraussetzung für einen zweiten Bezugstank und die Notwendigkeit für eine Harnstoffbezugsinfrastruktur vermeidet.

**[0015]** Fig. 1 und Fig. 2 beschreiben zwei verschie-

dene Ausführungsformen der Erfindung. Beide verwenden eine Oxidationseinheit **10a** und eine Wasserstoff-selektive katalytische Reduktionseinheit **10b** (H-SCR), aber in verschiedenen Konfigurationen. Beide Ausführungsformen werden mit Dieselmotoren verwendet, welche nicht ergiebig laufen. Die Oxidationseinheit **10a** agiert als ein Wasserstoffgenerator und läuft „nicht angeschlossen" an dem Hauptabgasstrom so, dass sie in einer ergiebigen Kraftstoffumwelt arbeiten kann. Der Wasserstoff aus der Oxidationseinheit **10a** wird zu dem H-SCR-Katalysator **10b** gefördert, welcher kontinuierlich $NO_x$ in $N_2$ und $H_2O$ umwandelt. Ein optionaler Wasser-Gas-Umschaltungs(WGS)-Katalysator **10c** kann zwischen die Teiloxidationseinheit **10a** und den H-SCR-Katalysator **10b** geschaltet werden, um zusätzlich Wasserstoff zu erzeugen.

**[0016]** Wie unten erklärt wird, wird Dieselkraftstoff teilweise durch die Oxidationseinheit **10b** oxidiert, um eine Kombination von Wasserstoff ($H_2$) und Kohlenstoffmonoxid (CO) herzustellen, mit Spuren von Kohlenstoffdioxid ($CO_2$) und Wasser ($H_2O$), welche als Nebenprodukte entstehen. Der Wasserstoff wird dann von einem H-SCR-Katalysator **10b** verwendet, um das $NO_x$ in dem Abgasstrom in Stickstoff umzuwandeln. Der H-SCR-Katalysator **10b** wird spezifisch ausgewählt, um Wasserstoff zu verwenden, um Abgas-übertragene $NO_x$-Emissionen zu reduzieren und unter reinen Oxidationsbedingungen zu arbeiten (lambda > 1).

**[0017]** Fig. 1 stellt eine Ausführungsform eines H-SCR(Wasserstoff-SCR)-Systems **10** gemäß der Erfindung dar. Teiloxidationseinheit **10a** erhält eine Fraktion des Dieselkraftstoffs bezüglich zu dem Kraftstoffffluss zum Motor **12** aus dem Tank **11**. Teiloxidationseinheit **10a** kann jeglicher Typ von Katalysator oder nicht-stöichometrischer Verbrenner sein, welcher für die Teiloxidation von Kohlenwasserstoffen geeignet ist. Im Allgemeinen arbeitet Teiloxidationseinheit **10a** durch Umwandlung des Dieselkraftstoffs in ein Gasgemisch, welches Wasserstoff als eines seiner Hauptbestandteile enthält. In der Ausführungsform der Fig. 1 erhält die Teiloxidationseinheit **10a** Dieselkraftstoff aus einer Hilfskraftstoffleitung **15**, nicht angeschlossen an die Hauptkraftstoffleitung **13**, und Luft durch eine Luftaufnahmeleitung **16**. Eine Ausgangsleitung **17** liefert das Gasgemisch an die Hauptabgasleitung **14**.

**[0018]** Teiloxidationskatalysatoren existieren, welche Kohlenstoffwasserstoffe mit einer Umwandlungseffizienz größer als 90 % und Selektivität zu Wasserstoff in einem Überschuss von 90 % umwandeln. Für bestimmte Katalysatoren ist bereits bewiesen worden, dass sie wirksam bei der Umwandlung von natürlichem Gas zu Wasserstoff sind, nämlich Nickel-basierte und Rhodium-basierte Formulierungen. Diese schließen $Ni/Al_2O_3$, $Ni/La/Al_2O_3$ und $Rh/Al_2O_3$ ein. Obwohl Nickel-basierte Katalysatoren Kohlenstoff herstellen können, sind sie weniger teuer als Rhodium-basierte Katalysatoren.

**[0019]** Katalytische Teiloxidation ist ein Hochraumgeschwindigkeitsprozess (zum Beispiel 500.000 pro Stunde) mit Verweilzeiten typischerweise in dem Bereich von 10 bis 1000 Mikrosekunden. Deshalb müssen die Katalysatoren nicht groß sein, um eine hohe Wirksamkeit und Selektivität zu besitzen. Teiloxidationskatalysatoren arbeiten unter reduzierenden Gasbedingungen, und lambda in dem Teiloxidationsmittel kann etwa 0,3 bis 0,6 sein.

**[0020]** In der Ausführungsform von Fig. 1 ist ein optionaler WGS-Katalysator **10c** direkt stromabwärts zwischen der Teiloxidationseinheit **10a** und stromaufwärts des H-SCR-Katalysators **10b** geschaltet. WGS-Katalysator **10c** verwendet Kohlenstoffmonoxid (CO), welches durch die Teiloxidationseinheit **10a** erzeugt wurde, um zusätzlichen Wasserstoff zu bilden. Um diese Reaktion zu ermöglichen, kann zusätzliches Wasser zu dem Gasgemisch zugefügt werden, welches in dem WGS-Katalysator **10c** eintritt. Ein Vorteil der Verwendung des WGS-Katalysators **10c** ist der, dass mehr Wasserstoff aus derselben Menge an Kraftstoff hergestellt werden kann. Mit anderen Worten, es wird weniger Kraftstoff benötigt, um dieselbe Menge an Wasserstoff zu erzeugen.

**[0021]** Das Gasgemisch aus dem WGS-Katalysator **10c** wird in die Hauptdieselabgasleitung **14**, stromaufwärts des H-SCR-Katalysators **10b**, injiziert. In Ausführungsformen, welche keinen WGS-Katalysator **10c** haben, würde das Gasgemisch aus der Teiloxidationseinheit **10a** in die Hauptabgasleitung **14** an demselben Punkt injiziert werden. In allen Ausführungsformen verwendet der H-SCR-Katalysator **10b** dann den Wasserstoff in dem Gasgemisch, um $NO_x$ in Stickstoff und Wasser umzuwandeln.

**[0022]** Fig. 2 stellt eine zweite Ausführungsform der Erfindung, ein H-SCR-System **20**, dar, dessen Teiloxidationseinheit **10a** an einer Abzweigleitung **22**, welche nicht an die Hauptabgasleitung angeschlossen ist, positioniert ist. Die Teiloxidationseinheit **10a** erhält einen Teil des Abgases, welches aus der Abgasleitung abgelenkt wird, genauso wie Dieselkraftstoff aus einer Hilfskraftstoffleitung **21**. Unter reinen Reduktionsbedingungen wird Dieselkraftstoff in Wasserstoff, Kohlenstoffmonoxid und Spuren von Kohlenstoffdioxid und Wasser umgewandelt. Wie System **10**, kann System **20** einen optionalen WGS-Katalysator **10c** stromabwärts der Teiloxidationseinheit **10a** besitzen. Das Wasserstoff-verbesserte Gasgemisch fließt zurück in die Hauptabgasleitung durch eine Ausgangsabzweigleitung **23**, stromaufwärts eines H-SCR-Katalysators **10b**, welcher den Wasserstoff verwendet, um $NO_x$ in Stickstoff und Wasser umzuwandeln.

**[0023]** Für System **20** wird eine wirksame Teiloxidation durch Kontrolle der Dieselinjektionsrate erreicht. Wenn kein zusätzlicher Dieselkraftstoff in den Abgasstrom injiziert wird, wie zum Beispiel wenn $NO_x$-Emissionen aus dem Motor **12** niedrig sind, agiert die Teiloxidationseinheit **10a** als ein Volloxidationskatalysator, welcher urverbrannte Kohlenstoffwasserstoffe und Kohlenstoffmonoxid in Wasser und Kohlenstoffdioxid umwandelt. Mit der Teiloxidationseinheit **10a**, welche in einem Abzweig lokalisiert ist, nicht angeschlossen an dem Hauptabgasstrom, fließt ein Teil des Abgases durch den Teiloxidationskatalysator. Als ein Ergebnis wird weniger Dieselkraftstoff benötigt, um das Gas anzureichern, welches in den Teiloxidationskatalysator eintritt. Auch der Teiloxidationskatalysator kann kleiner sein. Zur selben Zeit muss ausreichend Wasserstoff erzeugt werden, um eine wirksame Reduktion von $NO_x$ in den H-SCR-Katalysator **10b** zu erzeugen. Dieser Aufbau hat die Vorteile, dass die Hitze, welche für die Aktivierung des Teiloxidationskatalysators benötigt wird, durch das Abgas anstelle durch eine externe Hitzequelle zur Verfügung gestellt werden kann, und es möglich werden kann, die Hitze, welche durch die Teiloxidationsreaktion erzeugt wurde, zu verwenden, um die Erhitzung des H-SCR-Katalysators **10b** während des Kaltstartablaufes zu beschleunigen.

**[0024]** Sowohl für System **10**, als auch für System **20** werden die Produkte der Teiloxidationseinheit **10a** in das Dieselabgas, stromaufwärts des H-SCR-Katalysators **10b**, dosiert. Die Menge des injizierten Gases sollte idealerweise proportional zu der Menge des $NO_x$ in dem Abgas sein. Ein 1:1 molares Verhältnis von $H_2$:NO wird für eine wirksame Umwandlung von NO zu $N_2$ gemäß der Gleichung (1), unten, erwartet. Jedoch existiert $NO_2$ in dem Dieselabgas gleichzeitig mit NO entweder aus dem Verbrennungsprozess (etwa 15 %), oder aus der Oxidation in einer passiven Partikelfalle, wie einem CRT (etwa 40 %). Ein 2:1 Verhältnis von $H_2$:$NO_2$ wird für eine wirksame Umwandlung von $NO_2$ zu $N_2$ gemäß Gleichung (2), unten, erwartet.

$$2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O \qquad \text{Gleichung (1)}$$

$$2NO_2 + 4H_2 \rightarrow N_2 + 4H_2O \qquad \text{Gleichung (2)}$$

**[0025]** Ergebnisse des Experimentierens mit Ruthenium-basierten H-SCR-Katalysatoren unter Verwendung von Ru/MgO und $Ru/Al_2O_3$ wurden von Hornung, et al. in einer Veröffentlichung mit dem Titel „On the mechanism of the selective catalytic reduction of NO to $N_2$ by $H_2$ over Ru/MgO und $Ru/Al_2O_3$ catalysts", in Topics in Catalysis, 2000, 11/12 (1–4), 263-70, berichtet. Die Berichte sind von 100%iger Selektivität zu $N_2$. Ein anderer möglicher Kandidat für H-SCR-Katalysator **10b** ist ein Platintitan-Zirkonoxid-Katalysator, $Pt/TiO_2$-$ZrO_2$.

**[0026]** Mögliche Kraftstoffnachteile können basierend auf dem NO:$NO_2$-Verhältnis in dem Abgas berechnet werden. Wenn ein Bereich des $NO_2$-Gehaltes von 15–100 % betrachtet wird, wird der Kraftstoff-ökonomische Nachteil so berechnet, in einem Bereich von 2–4 % zu sein. Um einen realistischen Kraftstoff-ökonomischen Nachteil abzuschätzen, wird der schlimmste Fall angenommen mit einem System, welches einen passiven PM-Abscheider enthält, wie zum Beispiel ein CRT, welcher hohe Niveaus von $NO_2$ erzeugt. Basierend auf einen 60:40 NO:$NO_2$-Abgasgemisch und unter Verwendung der Gleichungen (1) und (2) werden etwa 1,4 Mole von $H_2$ pro Mol $NO_x$ benötigt. Unter Annahme idealer Bedingungen einer 100 % wirksamen Teiloxidation, 100 % Selektivität zu $H_2$ und 100 % $NO_x$ Umwandlungseffizienz des H-SCR-Katalysators wurde berechnet, dass die Kraftstoffökonomie um 2,5 % reduziert werden würde.

**[0027]** Ein Vorteil der Erfindung ist, dass die Erfindung wirksam Abgasendrohr-Oxide der Stickstoffemissionen ohne den Bedarf eines Reduktionsmittels außer Dieselkraftstoff reduziert. Sie wandelt kontinuierlich durch zunächst Erzeugung von Wasserstoff aus dem Dieselkraftstoff und dann unter Verwendung des Wasserstoffs in einem Wasserstoff-basierten SCR-Katalysator $NO_x$ zu Stickstoff um. Das System benötigt nicht die Justierung des Motorluft/Kraftstoffverhältnisses, der Motorverbrennung oder jeder anderen Motorfunktionalität.

Andere Ausführungsformen

**[0028]** Obwohl die vorliegende Erfindung im Detail beschrieben worden ist, sollte verstanden werden, dass verschiedene Änderungen, Substitutionen und Neuerungen hierzu gemacht werden können, ohne von dem Geist und dem Bereich der Erfindung, wie er durch die anhängigen Ansprüche definiert ist, abzuweichen.

**Patentansprüche**

1. Ein System für die Behandlung von $NO_x$-Emissionen aus einem Dieselmotor (**12**), welcher eine Hauptkraftstoffleitung (**13**) hat, welche Dieselkraftstoff zu dem Motor (**12**) leitet, und welche mindestens eine interne Verbrennungskammer zur Verbrennung von Dieselkraftstoff hat und eine Hauptabgasleitung (**14**) hat, welche das Abgas aus dem Motor (**12**) leitet, wobei das System umfasst:
eine Hilfskraftstoffleitung (**15**) aus der Dieselkraftstoffbezugsquelle (**11**) des Motors separat von einer Hauptkraftstoffbezugsleitung zu dem Motor (**12**);
eine Teiloxidationseinheit (**10a**) lokalisiert an der Hilfskraftstoffleitung (**15**) extern zu dem internen Verbrennungsmotor (**12**) und nicht an die Hauptabgasleitung (**14**) angeschlossen;
eine Luftaufnahmeleitung (**16**) für die Zufuhr von Luft

zu der Teiloxidationseinheit (**10a**);
eine Ausgangsleitung (**17**) für die Zufuhr eines mit Wasserstoff-verbesserten Gasgemisches aus der Teiloxidationseinheit (**10a**) zu der Hauptabgasleitung (**14**), wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) betriebsfähig ist, um Luft durch die Lufteingangsleitung (**16**) zu erhalten, um Dieselkraftstoff durch die Hilfskraftstoffleitung (**15**) zu erhalten, und um mindestens teilweise den Kraftstoff zu oxidieren, um ein mit Wasserstoff-verbessertes Gasgemisch herzustellen;
eine Wasserstoff-selektive katalytische Reduktionseinheit (**10b**), welche an die Hauptabgasleitung (**14**) angeschlossen lokalisiert ist, welche betriebsfähig ist, um das mit Wasserstoff-verbesserte Gasgemisch aus der Teiloxidationseinheit zu erhalten, und um Wasserstoff in dem mit Wasserstoff-verbesserten Gasgemisch zu verwenden, um kontinuierlich $NO_x$-Emissionen in der Abgasleitung (**14**) zu Stickstoff zu reduzieren,
dadurch charakterisiert, dass die katalytische Reduktionseinheit eine Ruthenium-basierte Wasserstoffselektive (H-SCR)-Einheit ist.

2. Das System nach Anspruch 1, wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) ein nicht-stöchiometrischer Brenner ist.

3. Das System nach Anspruch 1, wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) ein Katalysator ist.

4. Das System nach Anspruch 3, wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) ein Nickel-basierter Katalysator ist.

5. Das System nach Anspruch 3, wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) ein Rhodium-basierter Katalysator ist.

6. Das System nach Anspruch 1, wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) eine Kombination aus einem nicht-stöchiometrischen Brenner und einem Katalysator ist.

7. Das System nach Anspruch 1, zudem umfassend einen Wassergaswechselkatalysator (**10c**) stromabwärts zu der Teiloxidationseinheit (**10a**) und stromaufwärts zu der Katalysatoreinheit (**10b**), betriebsfähig, um weiteren Wasserstoff aus dem Gasgemisch zu erzeugen.

8. Das System nach Anspruch 7, wobei der Wassergaswechselkatalysator (**10c**) an der Ausgangsleitung (**17**) und nicht an der Abgasleitung (**14**) angeschlossen lokalisiert ist.

9. Das System nach Anspruch 1, wobei die H-SCR-Einheit (**10b**) Ruthenium und Magnesium umfasst.

10. Das System nach Anspruch 1, wobei die H-SCR-Einheit (**10b**) Ruthenium und Aluminium umfasst.

11. Ein System für die Behandlung von $NO_x$-Emissionen aus einem Dieselmotor (**12**), welcher eine Hauptkraftstoffleitung (**13**) hat, welche Dieselkraftstoff zu dem Motor (**12**) leitet, und welche mindestens eine interne Verbrennungskammer zur Verbrennung von Dieselkraftstoff hat und eine Hauptabgasleitung (**14**) hat, welche Abgas aus dem Motor (**12**) leitet, wobei das System umfasst:
eine Hilfskraftstoffleitung (**21**) aus der Dieselkraftstoffbezugsquelle (**11**) des Motors separat von der Hauptzuleitung (**13**) zu dem Motor (**12**);
eine Teiloxidationseinheit (**10a**) lokalisiert an der Hilfskraftstoffleitung (**21**) extern zu der internen Verbrennungskammer und nicht an der Hauptabgasleitung (**14**) angeschlossen;
eine Abgasaufnahmeleitung (**22**) für die Zufuhr eines Überbrückungsteils des Motorabgases aus der Hauptabgasleitung (**14**) zu der Teiloxidationseinheit (**10a**);
eine Ausgangsleitung (**23**) für die Zufuhr eines mit Wasserstoff-verbesserten Gasgemisches aus der Teiloxidationseinheit (**10a**) zu der Hauptabgasleitung (**14**) stromabwärts zu der Abgasaufnahmeleitung (**22**);
wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) betriebsfähig ist, um den Teil des Motorabgases durch die Abgasaufnahmeleitung (**22**) zu erhalten, um Dieselkraftstoff durch die Hilfskraftstoffleitung (**21**) zu erhalten und um mindestens teilweise den Kraftstoff zu oxidieren, um mit Wasserstoff-verbessertes Gasgemisch herzustellen; und
eine Wasserstoff-selektive katalytische Reduktionseinheit (**10b**), welche an die Hauptabgasleitung (**14**) angeschlossen lokalisiert ist, welche betriebsfähig ist, um das mit Wasserstoff-verbesserte Gasgemisch aus der Teiloxidationseinheit (**10a**) zu erhalten und um Wasserstoff in dem mit Wasserstoff-verbesserten Gasgemisch zu verwenden, um kontinuierlich $NO_x$-Emissionen in der Abgasleitung (**14**) in Stickstoff umzuwandeln,
dadurch charakterisiert, dass die katalytische Reduktionseinheit eine Ruthenium-basierte Wasserstoff-selektive Einheit ist.

12. Das System nach Anspruch 11, wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) ein nicht-stöchiometrischer Brenner ist.

13. Das System nach Anspruch 11, wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) ein Katalysator ist.

14. Das System nach Anspruch 13, wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) ein Nickel-basierter Katalysator ist.

15. Das System nach Anspruch 13, wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) ein Rhodium-basierter Ka-

talysator ist.

16. Das System nach Anspruch 11, wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) eine Kombination aus einem nicht-stöchiometrischen Brenner und einem Katalysator ist.

17. Das System nach Anspruch 11, zudem umfassend einen Wassergaswechselkatalysator (**10c**) stromabwärts zu der Teiloxidationseinheit (**10a**) und stromaufwärts zu der Katalysatoreinheit (**10b**), betriebsfähig, um weiteren Wasserstoff aus dem Gasgemisch zu erzeugen.

18. Das System nach Anspruch 17, wobei der Wassergaswechselkatalysator (**10a**) auf der Ausgangsleitung (**23**) und nicht an der Abgasleitung angeschlossen lokalisiert ist.

19. Das System nach Anspruch 11, wobei die H-SCR-Einheit (**10b**) Ruthenium und Magnesium umfasst.

20. Das System nach Anspruch 11, wobei die H-SCR-Einheit (**10b**) Ruthenium und Aluminium umfasst.

21. Das System nach Anspruch 11, wobei die Abgasaufnahmeleitung (**22**) eine Überbrückungsleitung der Hauptabgasleitung (**14**) ist.

22. Das System nach Anspruch 1, wobei eine Dosiereinrichtung an der Ausgangsleitung (**17**) angepasst ist, um ein Verhältnis des Wasserstoffs zu $NO_2$ in der Hauptabgasleitung (**24**) auf der Basis des Verhältnisses von NO zu $NO_2$, einem im Wesentlichen 1:1 molarem Verhältnis des Wasserstoffs zu NO und einem im Wesentlichen 2:1 molarem Verhältnis von Wasserstoff zu $NO_2$, beizubehalten.

23. Das System nach Anspruch 1 oder Anspruch 11, wobei eine Dosiereinrichtung an der Ausgangsleitung (**17**, **23**) angepasst ist, um eine Wasserstoffmenge auf der Basis des gewünschten Verhältnisses von Wasserstoff zu NO in dem Abgas und einem gewünschten Verhältnis von Wasserstoff zu $NO_2$ in dem Abgas zur Verfügung zu stellen.

24. Das System nach Anspruch 1, wobei die H-SCR-Einheit (**10b**) betriebsfähig ist, um $NO_x$-Emissionen unter einem Bereich von Dieseltemperaturen zu reduzieren.

25. Ein Verfahren zur Behandlung von $NO_x$-Emissionen aus einem Dieselmotor (**12**), welcher mindestens eine interne Verbrennungskammer für die Verbrennung von Dieselkraftstoff eine Hauptkraftstoffleitung (**13**), welche Dieselkraftstoff zu dem Motor (**12**) leitet und eine Hauptabgasleitung (**14**), welche Abgas aus dem Motor (**12**) leitet, hat, wobei das Abgas einen für einen Fahrzeugdieselmotor (**12**) typischen Bereich von Abgastemperaturen hat, wobei das Verfahren umfasst:
zur Verfügung-Stellung einer Hilfskraftstoffleitung (**15**) aus der Dieselkraftstoffbezugsquelle (**11**) des Motors, separat von der Hauptkraftstoffleitung (**13**);
Einführung von Luft durch eine Luftaufnahmeleitung (**16**) in die Hilfskraftstoffleitung (**15**), wodurch der Kraftstoff in der Hilfskraftstoffleitung mit Luft gemischt wird;
Erhalten des gemischten Teils des Dieselkraftstoffs und der Luft in einer Teiloxidationseinheit (**10a**), extern zu der internen Verbrennungskammer und nicht an der Haupthilfsleitung (**14**) angeschlossen lokalisiert;
wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) mindestens ein Hitze-erzeugendes Mittel hat;
Verwendung der Teiloxidationseinheit (**10a**), um Luft durch die Luftaufnahmeleitung (**16**) zu erhalten, um Dieselkraftstoff durch die Hilfskraftstoffleitung (**15**) zu erhalten, und um mindestens teilweise den Dieselkraftstoff in einem Gasgemisch zu oxidieren, welches Wasserstoff enthält;
Zufuhr des Gasgemisches zu der Hauptabgasleitung (**14**);
Platzieren und Anschließen einer Ruthenium-basierten Wasserstoff-selektiven katalytischen Reduktions (H-SCR)-Einheit (**10b**) an der Hauptabgasleitung (**14**), so dass die H-SCR-Einheit das Abgas und das Gasgemisch erhält; und
Verwendung der H-SCR-Einheit (**10b**), um $NO_x$-Emissionen kontinuierlich in Stickstoff umzuwandeln;
wobei die H-SCR-Einheit (**10b**) zudem betriebsfähig ist, um die $NO_x$-Emissionen zu Stickstoff zu reduzieren.

26. Das Verfahren nach Anspruch 25, zudem umfassend das Dosieren der Menge an Wasserstoff, welche zu der H-SCR-Einheit (**10b**) geliefert wird, um ein gewünschtes Verhältnis des Wasserstoffs zu $NO_x$ in der Hauptabgasleitung (**14**) auf der Basis des gewünschten Verhältnisses von Wasserstoff zu NO und einem gewünschten Verhältnis von Wasserstoff zu $NO_2$ zur Verfügung zu stellen.

27. Ein Verfahren zur Behandlung von $NO_x$-Emissionen aus einem Dieselmotor (**12**), welcher mindestens eine interne Verbrennungskammer für die Verbrennung von Dieselkraftstoff eine Hauptkraftstoffleitung (**13**), welche Dieselkraftstoff zu dem Motor (**12**) leitet, und eine Hauptabgasleitung (**14**), welche das Abgas aus dem Motor (**12**) leitet, hat, wobei das Abgas einen für einen Fahrzeugdieselmotor (**12**) typischen Bereich von Abgastemperaturen hat, wobei das Verfahren umfasst:
zur Verfügung-Stellung einer Hilfskraftstoffleitung (**21**) aus der Dieselkraftstoffbezugsquelle (**11**) des Motors, separat von der Hauptkraftstoffleitung (**13**);
Erhalten in der Teiloxidationseinheit (**10a**) einen Teil

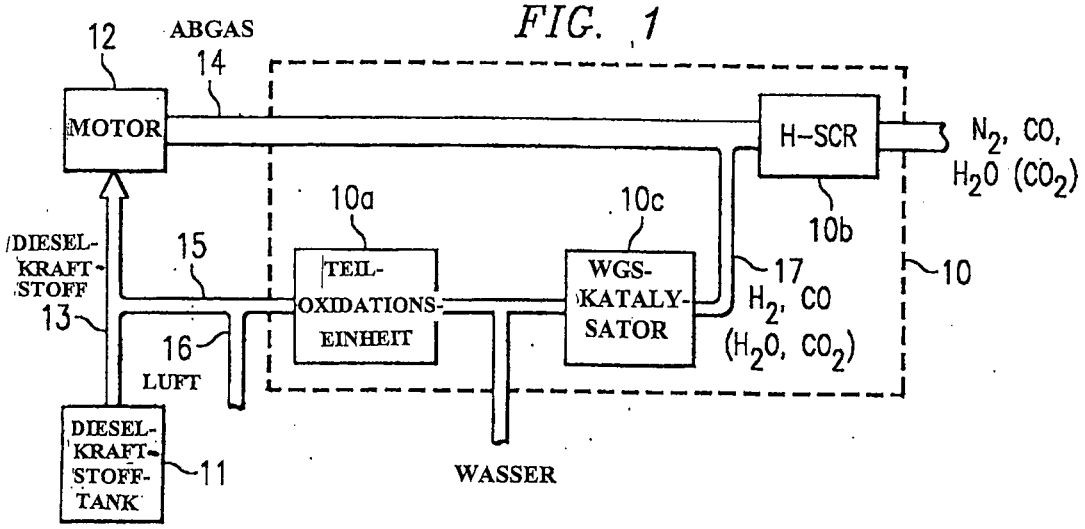
des Dieselkraftstoffs aus der Hauptkraftstoffleitung (**13**) über die Hilfskraftstoffleitung (**21**);
Erhalten in der Teiloxidationseinheit (**10a**) einen Teil des Abgases aus der Hauptabgasleitung (**14**) über eine Abgasaufnahmeleitung (**22**);
wobei die Teiloxidationseinheit (**10a**) extern zu der internen Verbrennungskammer und nicht an der Hauptabgasleitung (**14**) angeschlossen lokalisiert ist;
Verwendung der Teiloxidationseinheit (**10a**), um den Teil des Abgases durch die Abgasaufnahmeleitung (**22**) zu erhalten, um Dieselkraftstoff durch die Hilfskraftstoffleitung (**21**) zu erhalten, und um mindestens teilweise Dieselkraftstoff in ein Gasgemisch zu oxidieren, welches Wasserstoff enthält;
Zufuhr des Gasgemisches zu der Hauptabgasleitung (**14**);
Platzieren und Anschließen einer Ruthenium-basierten Wasserstoff-selektiven katalytischen Reduktions (H-SCR)-Einheit (**10b**) an der Hauptabgasleitung (**14**), so dass die H-SCR-Einheit das Abgas und das Gasgemisch erhält, und;
Verwendung der H-SCR-Einheit (**10b**), um die $NO_x$-Emissionen kontinuierlich in Stickstoff umzuwandeln;
wobei die H-SCR-Einheit (**10b**) zudem betriebsfähig ist, um die $NO_x$-Emissionen zu Stickstoff zu reduzieren.

28. Das Verfahren nach Anspruch 27, weiter umfassend das Dosieren der Menge an Wasserstoff, welche zu der H-SCR-Einheit (**10b**) geliefert wird, um ein gewünschtes Verhältnis des Wasserstoffs zu $NO_x$ in der Hauptabgasleitung (**14**) auf der Basis eines gewünschten Verhältnisses des Wasserstoffs zu NO und einem gewünschten Verhältnis von Wasserstoff zu $NO_2$ zur Verfügung zu stellen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

*FIG. 1*



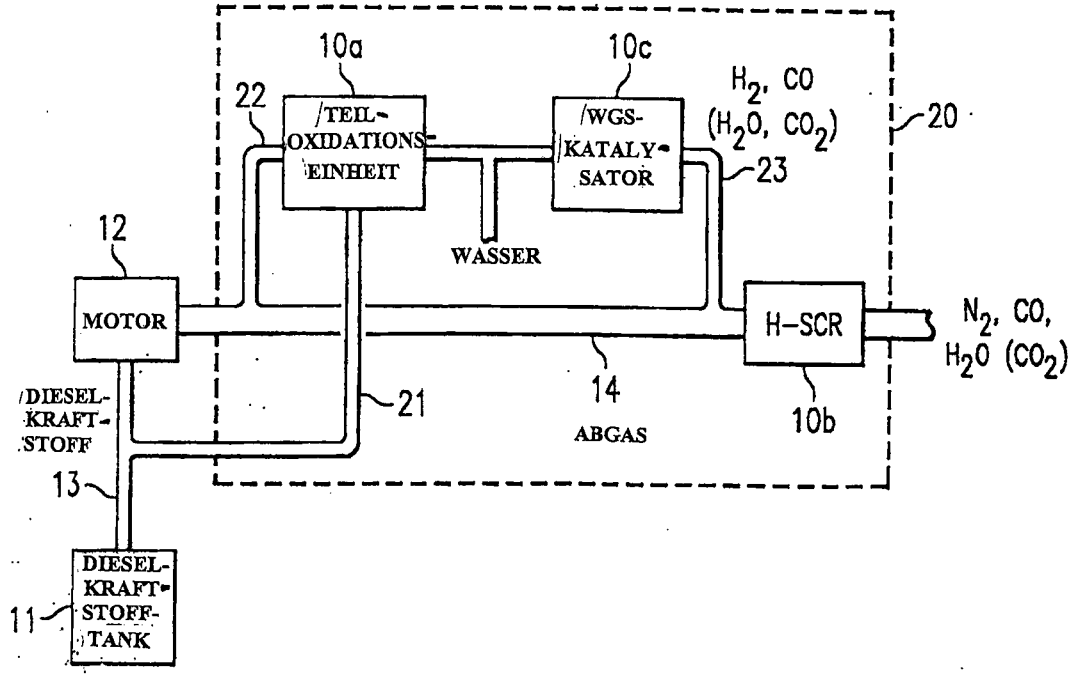


*FIG. 2*