



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.11.2003 Patentblatt 2003/48

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14**, F02D 41/02,
F01N 3/08

(21) Anmeldenummer: **03090075.7**

(22) Anmeldetag: **20.03.2003**

(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 RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(72) Erfinder:
• **Hahn, Hermann**
30175 Hannover (DE)
• **Hinze, Soren**
38102 Braunschweig (DE)

(30) Priorität: **08.05.2002 DE 10221568**

(74) Vertreter: **Schneider, Henry, Dipl.-Ing. et al**
Anwaltskanzlei
Gulde Hengelhaupt Ziebig & Schneider
Schützenstrasse 15-17
10117 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38436 Wolfsburg (DE)

(54) **Verfahren zur Steuerung eines NO_x-Speicherkatalysators**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines NO_x-Speicherkatalysators (18) einer Brennkraftmaschine mit einer stromab des NO_x-Speicherkatalysators (18) angeordneten NO_x-sensitiven Messeinrichtung sowie mit einer Motorsteuerungseinheit.

Es ist vorgesehen, dass

(a) zu Beginn (t_A) der Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators (18) das aktuelle Katalysatorverhalten hinsichtlich einer Sauerstoffausspeicherung der sauerstoffhaltigen Komponenten in der Katalysatorbeschichtung auf der Basis der Katalysatortemperatur bewertet wird, wobei das zur Regeneration der Verbrennungskraftmaschine (10) zugeführte Luft-Kraftstoff-Gemisch (Verbrennungslamb-

da) in Abhängigkeit dieser Bewertung grundsätzlich festgelegt wird, und/oder

(b) bei Erreichen eines vorgegebenen Schwellwertes (NO_{xSE}) für den Sättigungszustand des NO_x-Speicherkatalysators (18) die Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators (18) eingeleitet wird oder

(c) bei Überschreiten des vorgegebenen Schwellwertes (NO_{xSE}) für den Sättigungszustand des NO_x-Speicherkatalysators (18) mindestens die sich anschließende Regeneration unter Vernachlässigung eines Reduktionsmitteldurchbruchs verlängert wird.

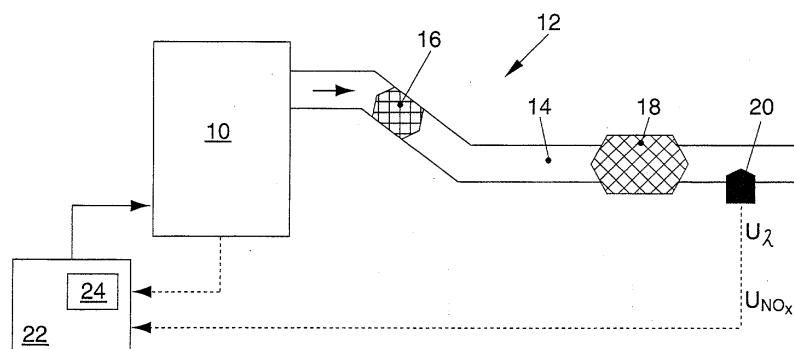


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines NO_x -Speicherkatalysators mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

[0002] Zur Nachbehandlung von Abgasen von Verbrennungskraftmaschinen ist es allgemein üblich, das Abgas katalytisch zu reinigen. Dazu wird das Abgas über mindestens einen Katalysator geleitet, der eine Konvertierung einer oder mehrerer Schadstoffkomponenten des Abgases vornimmt. Es sind unterschiedliche Arten von Katalysatoren bekannt. Oxidationskatalysatoren fördern die Oxidation von unverbrannten Kohlenwasserstoffen (HC) und Kohlenmonoxid (CO), während Reduktionskatalysatoren eine Reduzierung von Stickoxiden (NO_x) des Abgases unterstützen. Ferner werden 3-Wege-Katalysatoren verwendet, um die Konvertierung der drei vorgenannten Komponenten (HC, CO, NO_x) gleichzeitig zu katalysieren. Die Verwendung eines 3-Wege-Katalysators ist jedoch nur möglich, wenn ein streng stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis bei $\lambda = 1$ vorliegt.

[0003] Zur Optimierung des Verbrauchs von Kraftfahrzeugen werden unter anderem magerlauffähige Verbrennungskraftmaschinen eingesetzt. In einem verbrauchsgünstigen Magerbetrieb, bei dem die Verbrennungskraftmaschine mit Sauerstoffüberschuss, das heißt mit $\lambda > 1$, gefahren wird, ist eine vollständige 3-wege-katalytische Umsetzung von NO_x nicht möglich. Bei derartigen Verbrennungskraftmaschinen werden daher NO_x -Speicherkatalysatoren eingesetzt, die neben einer katalytischen Komponente einen NO_x -Speicher enthalten, der in den mageren Betriebsphasen NO_x in Form von Nitrat speichert. In zwischengeschalteten fetten Regenerationsphasen bei $\lambda < 1$, bei denen HC und CO gebildet werden, die als Reduktionsmittel wirken, werden die Nitrate zu Stickstoff N_2 reduziert. Häufig ist dem NO_x -Speicherkatalysator noch ein Katalysator, beispielsweise ein 3-Wege-Katalysator, vorgeschaltet.

[0004] In einfachen Verfahren zur Steuerung des NO_x -Speicherkatalysators wird eine Regenerationsdauer mittels einer fetten Abgasatmosphäre fest vorgegeben. Dabei kann nachteilhafterweise der tatsächliche Beladungszustand des NO_x -Speicherkatalysators und eine aktuelle Regenerationsrate desselben nicht berücksichtigt werden. Eine solche Vorgehensweise birgt daher die Gefahr, dass die Regenerationsdauer zu kurz oder zu lang gewählt wird, wobei im ersten Fall eine unvollständige Regeneration des Speichers und im zweiten Fall ein unnötiger Kraftstoffmehrverbrauch sowie eine Emission umweltschädlicher Reduktionsmittel (HC und CO) in Kauf genommen wird.

[0005] Weiterhin sind Verfahren bekannt, bei denen mit Hilfe einer stromab des NO_x -Speicherkatalysators angeordneten Sensorik in Form eines NO_x -Sensors oder einer Lambda-Sonde, die einen Sauerstoffanteil des Abgases misst, der Regenerationsverlauf überwacht wird. Dabei zeigt ein sinkender Sauerstoffanteil im Abgas einen verminderten Reduktionsmittelumsatz am NO_x -Speicher und somit steigende Anteile der Reduktionsmittel im Abgas an. Um Reduktionsmitteldurchbrüche zu vermeiden, wird die NO_x -Regeneration abgebrochen, das heißt die Verbrennungskraftmaschine wieder in einen mageren Betriebsmodus umgeschaltet, sobald der gemessene Sauerstoffanteil einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet beziehungsweise eine Sensorspannung eine entsprechende Grenzspannung überschreitet. Dieses Verfahren ist mit dem Nachteil verbunden, dass der Sensor erst reagieren kann, wenn bereits ein gewisser Reduktionsmitteldurchbruch auftritt. Zudem ist bei diesen Verfahren das Rohr zwischen Motor und Katalysator am Ende der Regeneration, wenn der Motor den Regenerationsbetrieb verlässt, noch mit fettem Abgas gefüllt. Dies trägt deutlich zu einer Erhöhung des Reduktionsmitteldurchbruches am Regenerationsende bei.

[0006] Zur Einleitung der Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators sind verschiedene Verfahren bekannt, die üblicherweise auf abgelegten Verhaltensmodellen des NO_x -Speicherkatalysators oder auf zum Beispiel mittels eines NO_x -Sensors gemessenen Emissionsverläufen beruhen. Besonders im letztgenannten Fall kann es sein, dass die Einleitung einer Regeneration ausschließlich bedarfsgerecht bei entsprechendem NO_x -Durchbruch durchgeführt wird. Wie bereits oben ausgeführt, werden die NO_x -Regenerationen so durchgeführt, dass die Regeneration beendet wird, sobald das Signal der nachgeschalteten sauerstoffsensitiven Sensorik einen gewissen Schwellwert erreicht oder ein Verhaltensmodell für den Katalysator den Zeitpunkt seiner kompletten Leerung ermittelt hat. Beide Verfahren werden üblicherweise so ausgelegt, dass es nur zu einem geringen Durchbruch von Reduktionsmittel bei Regenerationsende kommt. In Ausnahmefällen kann ein kleiner Überschuss an Reduktionsmittel aus verschiedenen Gründen toleriert werden.

[0007] Bei dieser Verfahrensweise kann jedoch ein Speicherkatalysator mit sehr hohem Sättigungsgrad nicht vollständig geleert werden. Es verbleibt ein gewisser Restanteil an gespeicherten Nitraten in der Beschichtung. Die der Regenerationsphase nachfolgende Einspeicherphase von Nitraten läuft dann mit verringerter Effektivität ab, wodurch sich der Kraftstoffverbrauch und die Emission an Schadstoffen erhöht.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung eines NO_x -Speicherkatalysators zur Verfügung zu stellen, welches hinsichtlich einer möglichst geringen Reduktionsmittelemission gegenüber dem Stand der Technik optimiert ist und welches eine zu hohe Sättigung und damit eine schlechtere Regenerierbarkeit des NO_x -Speicherkatalysators vermeidet.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung eines NO_x -Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine mit einer stromab des NO_x -Speicherkatalysators angeordneten NO_x -sensitiven Messeinrichtung sowie mit einer Mo-

torsteuerungseinheit sieht vor, dass

(a) zu Beginn der Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators das aktuelle Katalysatorverhalten hinsichtlich einer Sauerstoffausspeicherung der sauerstoffhaltigen Komponenten in der Katalysatorbeschichtung auf der Basis der Katalysatortemperatur bewertet wird, wobei das zur Regeneration der Verbrennungskraftmaschine zugeführte Luft-Kraftstoff-Gemisch (Verbrennungslambda) in Abhängigkeit dieser Bewertung grundsätzlich festgelegt wird, und/oder

(b) bei Erreichen eines vorgegebenen Schwellwertes für den Sättigungszustand des NO_x -Speicherkatalysators die Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators eingeleitet wird oder

(c) bei Überschreiten des vorgegebenen Schwellwertes für den Sättigungszustand des NO_x -Speicherkatalysators mindestens die sich anschließende Regeneration unter Vernachlässigung eines Reduktionsmitteldurchbruches verlängert wird.

[0011] Durch den ersten erfindungsgemäßen Verfahrensschritt, der zu Beginn einer Regenerationsphase erfolgt, wird gewährleistet, dass die am Ende einer Regenerationsphase vor dem NO_x -Speicherkatalysator befindlichen fetten Abgase, aufgrund der Festlegung eines Verbrennungslambdas, das die Diffusionsgeschwindigkeit der sauerstoffhaltigen Komponenten der Katalysatorbeschichtung berücksichtigt, optimal zur

[0012] Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators genutzt werden, so dass ein Reduktionsmitteldurchbruch vorteilhafterweise verringert wird. Weiterhin können der Motorbetriebspunkt, der Abgasmassenstrom und/oder der Katalysatorzustand, der über bekannte Verfahren, zum Beispiel mittels eines Konvertierungsfaktors, ermittelbar ist, zur Festlegung des Verbrennungslambdas herangezogen werden. Zur Bestimmung des Beginns einer Regenerationsphase wird vorzugsweise das NO_x -Signal des NO_x -Sensors und kein Zeitschema verwendet.

[0013] Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird das zur Regeneration zugeführte Luft-Kraftstoff-Gemisch (Verbrennungslambda) nicht nur zu Beginn der Regeneration festgelegt, sondern auch während der Regeneration variiert, da die Bedingungen zur Festlegung des Verbrennungslambdas nach Beginn der Regeneration veränderlich sein können. Diese Variation kann mittels bekannter Verfahren durchgeführt werden.

[0014] Durch die beiden weiteren Verfahrensschritte des Hauptanspruchs, die alternativ durchgeführt werden, wird eine Sättigung des NO_x -Speicherkatalysators vermieden beziehungsweise werden deren Auswirkungen durch erfindersische Maßnahmen kompensiert. Daher kann in der Regel der NO_x -Speicherkatalysator während der Regenerationsphase vollständig entladen werden.

[0015] Der vorgegebene Schwellwert für den Sättigungszustand des NO_x -Speicherkatalysators wird vorab durch geeignete Versuche ermittelt. Dieser gibt Auskunft darüber, bis zu welcher Beladung des NO_x -Speicherkatalysators die NO_x -Regeneration mit normaler Durchführung noch zu einer hinreichenden Umsetzung aller gespeicherten Stickoxide führt.

[0016] Der aktuelle Wert für die Beladung des NO_x -Speicherkatalysators wird durch Bilanzierung der NO_x -Mengen vor und nach dem NO_x -Speicherkatalysator ermittelt. Dazu kann neben dem Signal der NO_x -sensitiven Messeinrichtung beispielsweise das Signal einer zweiten, vor dem NO_x -Speicherkatalysator befindlichen NO_x -sensitiven Messeinrichtung oder eine entsprechende Modellierung in der Motorsteuerungseinheit herangezogen werden. Der Schwellwert kann zusätzlich von weiteren Faktoren abhängig sein, zum Beispiel Katalysator-/Abgastemperatur, Abgasmassenstrom, NO_x -Rohmassenstrom, HC-Gehalt des mageren Abgases und dergleichen, die gegebenenfalls als Korrekturgrößen des Schwellwertes zu berücksichtigen sind.

[0017] Wird nun im Fahrbetrieb ein zu diesem Schwellwert in Relation stehender Wert erreicht, so kann als vorbeugende Maßnahme eine Regeneration eingeleitet werden, obwohl dies von der Konvertierungsleistung her noch nicht erforderlich wäre. Auf diese Weise wird eine Sättigung des NO_x -Speicherkatalysators verhindert.

[0018] Alternativ kann mindestens eine nächste NO_x -Regeneration explizit verlängert werden. Dabei wird ein erhöhter Reduktionsmitteldurchbruch aufgrund der intensiveren Regeneration in Kauf genommen.

[0019] Des Weiteren kann das Erreichen des Schwellwertes dazu genutzt werden, die Diagnose des Katalysators oder sonstige die aktuelle Speicherfähigkeit des Katalysators bewertende Funktionalitäten im folgenden Zeitraum zu deaktivieren. Die Rücknahme dieser Deaktivierung kann zum Beispiel abhängig gemacht werden von einer gewissen kumulierten Reduktionsmittelmenge oder einer vorgegebenen Mindestanzahl von Regenerationsvorgängen.

[0020] Vorteilhafterweise ist die NO_x -sensitive Messeinrichtung ein NO_x -Sensor, der auch ein sauerstoffabhängiges Signal liefert, das zur Überwachung der Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators verwendet werden kann. Ansonsten kann aber auch eine zusätzliche sauerstoffsensitive Messeinrichtung wie eine Lambda-Breitband- oder -Sprungsonde eingesetzt werden, um die Regenerationsphase zu überwachen.

[0021] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

[0022] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Prinzipdarstellung einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Abgasanlage;

Figur 2 zeitliche Verläufe verschiedener Abgasparameter während einer herkömmlichen NO_x -Regeneration;

Figur 3 zeitliche Verläufe verschiedener Abgasparameter während einer NO_x -Regeneration im Anschluss an eine erfindungsgemäße Einleitung der Regeneration zur Verhinderung der Sättigung des Katalysators und

Figur 4 zeitliche Verläufe verschiedener Abgasparameter während einer NO_x -Regeneration gemäß der vorliegenden Erfindung nach Festlegung eines Verbrennungslambdas zu Beginn der NO_x -Regeneration.

[0023] Der in Figur 1 dargestellten Verbrennungskraftmaschine 10 ist eine Abgasanlage 12 nachgeordnet. Die Abgasanlage 12 weist einen Abgaskanal 14 auf, in dem ein motornah angeordneter Vorkatalysator 16 sowie ein großvolumiger NO_x -Speicherkatalysator 18 befindlich sind. Neben dem Vorkatalysator 16 und dem NO_x -Speicherkatalysator 18 weist der Abgaskanal 14 üblicherweise verschiedene, hier jedoch nicht dargestellte Gas- und/oder Temperatursensoren zur Regelung der Verbrennungskraftmaschine 10 auf. Dargestellt ist in Figur 1 lediglich ein NO_x -Sensor 20, der stromab des NO_x -Speicherkatalysators 18 angeordnet ist und der ein Signal U_{NO_x} für den Anteil von NO_x im Abgas liefert. Der NO_x -Sensor 20 ist mit einer Lambdamessfunktion ausgestattet, so dass zusätzlich ein von einem Sauerstoffanteil des Abgases abhängiges Signal U_λ bereitgestellt wird. Die Signale U_{NO_x} und U_λ werden an ein Motorsteuergerät 22 übermittelt, in welchem diese digitalisiert und weiterverarbeitet werden. Weitere, den Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine 10 betreffende Informationen finden ebenfalls Eingang in das Motorsteuergerät 22. In dem Motorsteuergerät 22 ist zudem eine Steuereinheit 24 integriert. Mittels des Motorsteuergeräts 22 und der Steuereinheit 24 wird mindestens ein Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine 10, insbesondere ein zuzuführendes Luft-Kraftstoff-Gemisch (Verbrennungslambda), in Abhängigkeit der Signale U_{NO_x} und U_λ des NO_x -Sensors 20 beeinflusst.

[0024] Figur 2 zeigt den zeitlichen Verlauf verschiedener Parameter der Verbrennungskraftmaschine 10 sowie der Abgasanlage 12 während einer NO_x -Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators 18, die nach dem Stand der Technik erfolgt. Zunächst befindet sich die Verbrennungskraftmaschine 10 in einem mageren Betriebsmodus, in dem ihr ein sauerstoffreiches Luft-Kraftstoff-Gemisch mit $\lambda_M \gg 1$ zugeführt wird (Graph 100). In dieser Phase enthält das Abgas einen Überschuss an Stickoxiden NO_x , die durch den Vorkatalysator 16 nicht vollständig konvertiert werden können. NO_x wird daher in den NO_x -Speicherkatalysator 18 eingelagert, dessen NO_x -Beladung dabei kontinuierlich bis zur Sättigung $\text{NO}_{x\text{MAX}}$ zunimmt (Graph 102). Anhand eines geeigneten Kriteriums wird zu einem Zeitpunkt t_A eine NO_x -Regenerationsnotwendigkeit erkannt. Dies kann beispielsweise ein, durch den NO_x -Sensor 20 detektierter NO_x -Durchbruch sein. Infolgedessen wird die Verbrennungskraftmaschine 10 durch Einflussnahme des Motorsteuergeräts 22 in einen fetten Betriebsmodus umgeschaltet mit $\lambda_F < 1$. Infolge des nunmehr erhöhten Massenstroms der Reduktionsmittel CO und HC im Abgas wird das im NO_x -Speicherkatalysator 18 eingelagerte NO_x desorbiert und zu Stickstoff reduziert. Eine Abnahme der NO_x -Beladung des Speicherkatalysators 18 (Graph 102) ist jedoch erst nach einer gewissen zeitlichen Verzögerung nach Umschaltung der Verbrennungskraftmaschine 10 zu verzeichnen, da zum Zeitpunkt t_A der Abgaskanal 14 noch mit magerem Abgas gefüllt ist, welches zunächst noch den Speicherkatalysator 18 passieren muss, ehe die Reduktionsmittel diesen erreichen. Der Verlauf der NO_x -Regeneration wird währenddessen mit Hilfe des von dem NO_x -Sensor 20 bereitgestellten Signals U_λ verfolgt. Das Signal U_λ (Graph 104) verhält sich umgekehrt proportional zu einer Sauerstoffkonzentration des Abgases stromab des Speicherkatalysators 18. Da mit fortschreitender Regeneration die Reduktionsmittel in immer geringerem Ausmaß verbraucht werden, steigt das Signal U_λ des NO_x -Sensors 20 langsam an. Zu einem Zeitpunkt t_E erreicht das Signal U_λ einen vorgegebenen Schwellwert U_{SE} , woraufhin die Verbrennungskraftmaschine 10 üblicherweise wieder in einen mageren Betriebsmodus mit $\lambda_M \gg 1$ umgeschaltet wird. Zum Zeitpunkt des Regenerationsendes t_E befindet sich jedoch noch Abgas mit einem hohen Reduktionsmittelanteil in dem Abgaskanal 14 zwischen der Verbrennungskraftmaschine 10 und dem Speicherkatalysator 18. Dieses durchströmt den Speicherkatalysator 18, der bis auf einen gewissen Restanteil gespeicherter Nitrate geleert ist, und gelangt unkonvertiert in die Umwelt. Der Verlauf der stromab des Katalysators gemessenen Konzentration von Kohlenmonoxid CO und unverbrannten Kohlenwasserstoffen HC (Graph 106) zeigt daher nach Regenerationsende t_E noch einen unerwünscht hohen Anstieg. Der Graph 102 zeigt, dass nach der Regeneration im NO_x -Speicherkatalysator 18 ein Rest an Nitraten verbleibt, so dass der Wert $\text{NO}_{x\text{MIN}}$ für die vollständige Entladung des NO_x -Speicherkatalysators 18 nicht erreicht wird. Dies führt zu einer Verringerung der Effektivität der nachfolgenden Einlagerung von NO_x , was wiederum einen erhöhten Kraftstoffverbrauch beziehungsweise eine höhere Emission von Schadstoffen bedingt.

[0025] Um die Sättigung des NO_x -Speicherkatalysators und die damit verbundene unvollständige Auslagerung der

Nitrate in der Regenerationsphase zu verhindern, wird erfindungsgemäß der in Figur 3 dargestellte Ansatz verfolgt, wobei der zeitliche Verlauf der gleichen Parameter wie in Figur 2 und zusätzlich der Verlauf des Signals U_{NOX} (Graph 108) des NO_X -Sensors 20 für die NO_X -Emission dargestellt ist. Die NO_X -Emission steigt mit zunehmender Beladung des NO_X -Speicherkatalysators 18 steil an, wobei zum Zeitpunkt t_A bei Erreichen eines vorgegebenen Schwellwertes NO_{XSE} , der durch Bilanzierung der NO_X -Mengen vor und nach dem NO_X -Speicherkatalysator 18 ermittelt wird und der in Relation zur Sättigung des NO_X -Speicherkatalysators 18 steht, die Regeneration des NO_X -Speicherkatalysators 18 eingeleitet wird. Der Schwellwert NO_{XSE} wird vorab experimentell ermittelt und gibt den Punkt bei der NO_X -Speicherbeladung an, bei dem bei einer nachfolgenden Regenerationsphase eine vollständige Entleerung des NO_X -Speicherkatalysators noch möglich ist. Nach Einleitung der Regeneration fällt die NO_X -Emission steil ab und verbleibt währenddessen auf konstant niedrigem Niveau. Der Verlauf der NO_X -Beladung des NO_X -Speicherkatalysators 18 - dargestellt durch Graph 102 - entspricht im Wesentlichen dem Verlauf gemäß Figur 2, da die Beladung und die Entleerung den gleichen Mechanismen unterliegen. Allerdings liegt der Graph 102 auf einem niedrigeren Niveau, da die Entleerung bei einem niedrigeren Beladungszustand beginnt und erst bei der vollständigen Entleerung endet.

[0026] Auch in Figur 4 werden zur Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens die gleichen Parameter berücksichtigt wie bei der Figur 2. Zur Einleitung der Regeneration des NO_X -Speicherkatalysators 18 wird zum Zeitpunkt t_A die Temperatur des Speicherkatalysators 18 ermittelt und an das Motorsteuergerät 22 übermittelt, das anschließend die Verbrennungskraftmaschine 10 von einem mageren Betriebsmodus mit $\lambda_M \gg 1$ in einen fetten Modus mit $\lambda_F < 1$ umgeschaltet, wobei die ermittelte Katalysatortemperatur zur Festlegung eines optimierten Verbrennungslambdas herangezogen wird. In Abhängigkeit von der ermittelten Temperatur des NO_X -Speicherkatalysators 18 wird ein Verbrennungslambda λ_F eingestellt, das höher (λ_{FT1}), niedriger (λ_{FT2}) oder gleich mit dem Verbrennungslambda λ_{FT0} sein kann, das ohne die Bewertung der Temperatur des NO_X -Speicherkatalysators 18 eingestellt worden wäre. Durch die Einstellung eines Verbrennungslambdas λ_F , das zumindest die Temperatur des NO_X -Speicherkatalysators 18 als einen maßgeblichen Faktor berücksichtigt, wird gewährleistet, dass die zum Zeitpunkt t_E am Ende einer Regenerationsphase vor dem NO_X -Speicherkatalysator 18 befindlichen fetten Abgase noch zur Regeneration des NO_X -Speicherkatalysators 18 genutzt werden können. Ein Reduktionsmitteldurchbruch kann somit deutlich verringert werden. Der Vergleich des Verlaufs des Graphen 106 mit dem in Figur 2, die die Konzentrationen von Kohlenmonoxid CO und unverbrannten Kohlenwasserstoffen HC stromab des NO_X -Speicherkatalysators 18 darstellen, zeigt eine starke Verringerung der regenerationsbedingten Schadstoffemission.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0027]

10	Verbrennungskraftmaschine
12	Abgasanlage
14	Abgaskanal
16	Vorkatalysator
18	NO_X -Speicherkatalysator
20	NO_X -Sensor
22	Motorsteuergerät
24	Steuereinheit
100	Verbrennungslambda
102	NO_X -Beladung des NO_X -Speicherkatalysators
104	Signalverlauf (U_λ) der Lambdafunktion des NO_X -Sensors
106	Reduktionsmittelgehalt im Abgas
108	Signalverlauf (U_{NOX}) der Lambdafunktion des NO_X -Sensors

NO_{XMAX}	Sättigungswert der NO_X -Beladung des NO_X -Speicherkatalysators
NO_{XMIN}	Wert für vollständige Entladung des NO_X -Speicherkatalysators
NO_{XSE}	Schwellwert zur Einleitung der NO_X -Regeneration
t_A	Regenerationsbeginn
t_E	Regenerationsende
U_{NOX}	Signal des NO_X -Sensors
U_λ	Signal der Lambdamessfunktion des NO_X -Sensors
$U_{\lambda SE}$	Schwellwert zur Beendigung der NO_X -Regeneration
λ_M	Lambdamagerwert
$\lambda_F, \lambda_{FT0}, \lambda_{FT1}, \lambda_{FT2}$	Lambdafettwert

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines NO_x -Speicherkatalysators (18) einer Brennkraftmaschine mit einer stromab des NO_x -Speicherkatalysators (18) angeordneten NO_x -sensitiven Messeinrichtung sowie mit einer Motorsteuerungseinheit, **dadurch gekennzeichnet, dass**

(a) zu Beginn (t_A) der Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators (18) das aktuelle Katalysatorverhalten hinsichtlich einer Sauerstoffausspeicherung der sauerstoffhaltigen Komponenten in der Katalysatorbeschichtung auf der Basis der Katalysatortemperatur bewertet wird, wobei das zur Regeneration der Verbrennungskraftmaschine (10) zugeführte Luft-Kraftstoff-Gemisch (Verbrennungslambda) in Abhängigkeit dieser Bewertung grundsätzlich festgelegt wird, und/oder

(b) bei Erreichen eines vorgegebenen Schwellwertes (NO_{xSE}) für den Sättigungszustand des NO_x -Speicherkatalysators (18) die Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators (18) eingeleitet wird oder

(c) bei Überschreiten des vorgegebenen Schwellwertes (NO_{xSE}) für den Sättigungszustand des NO_x -Speicherkatalysators (18) mindestens die sich anschließende Regeneration unter Vernachlässigung eines Reduktionsmitteldurchbruchs verlängert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zu Beginn (t_A) der Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators (18) zusätzlich der Abgasmassenstrom, der Motorbetriebspunkt und/oder der Katalysatorzustand bewertet werden und dass in Abhängigkeit dieser Bewertung das Verbrennungslambda festgelegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zur Regeneration zugeführte Luft-Kraftstoff-Gemisch (Verbrennungslambda) zusätzlich während der Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators (18) variiert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als NO_x -sensitive Messeinrichtung ein NO_x -Sensor (20) verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** neben der NO_x -sensitiven Messeinrichtung auch eine sauerstoffsensitive Messeinrichtung verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als sauerstoffsensitive Messeinrichtung eine Lambda-Breitband- oder -Sprungsonde verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Katalysator-/Abgastemperatur, Abgasmassenstrom, NO_x -Rohmassenstrom, HC-Gehalt des mageren Abgases als Korrekturgrößen des Schwellwertes (NO_{xSE}) berücksichtigt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erreichen des Schwellwertes (NO_{xSE}) zur Deaktivierung der die aktuelle Speicherfähigkeit des NO_x -Speicherkatalysators (18) bewertenden Funktionalitäten führt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rücknahme der Deaktivierung abhängig ist von einer definierten Reduktionsmittelmenge und/oder einer definierten Mindestanzahl von Regenerationsvorgängen.

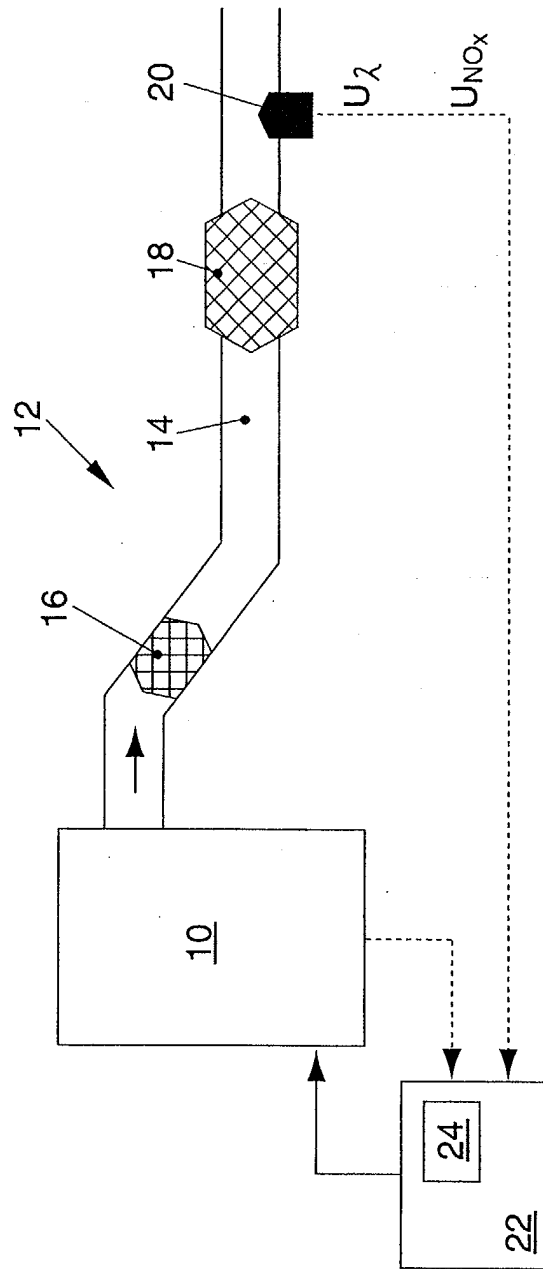


FIG. 1

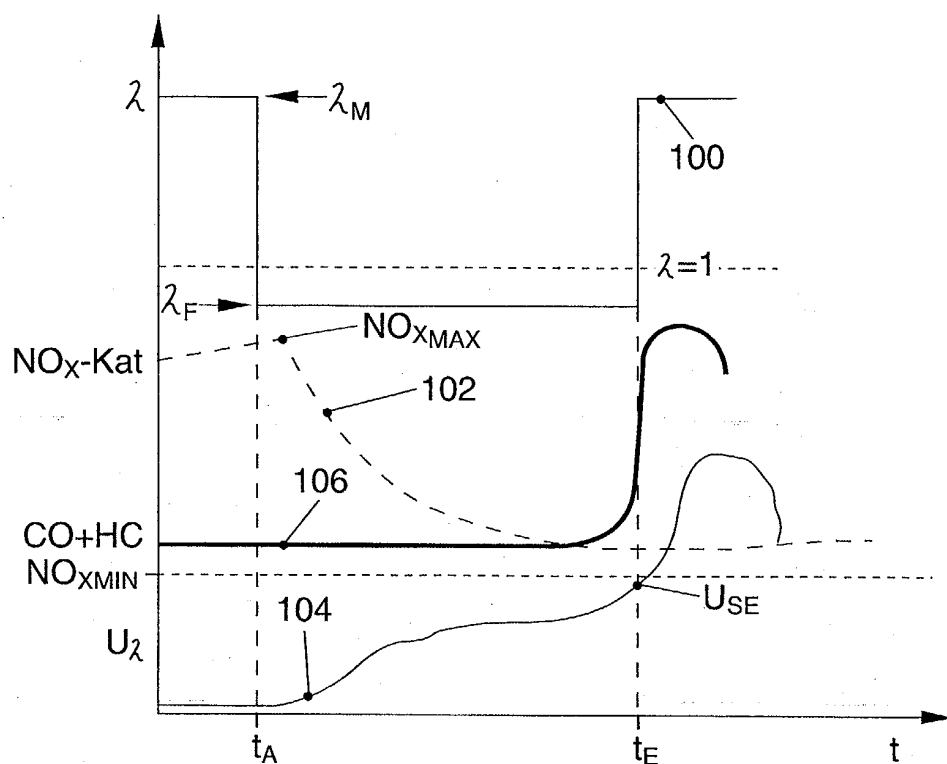


FIG. 2

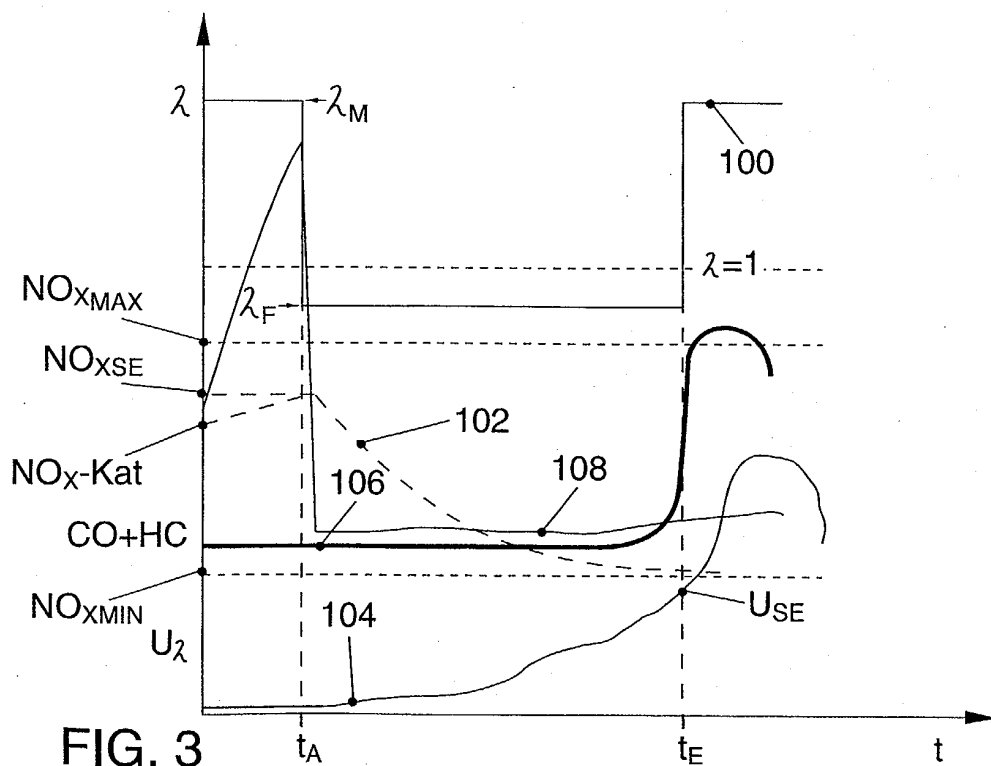


FIG. 3

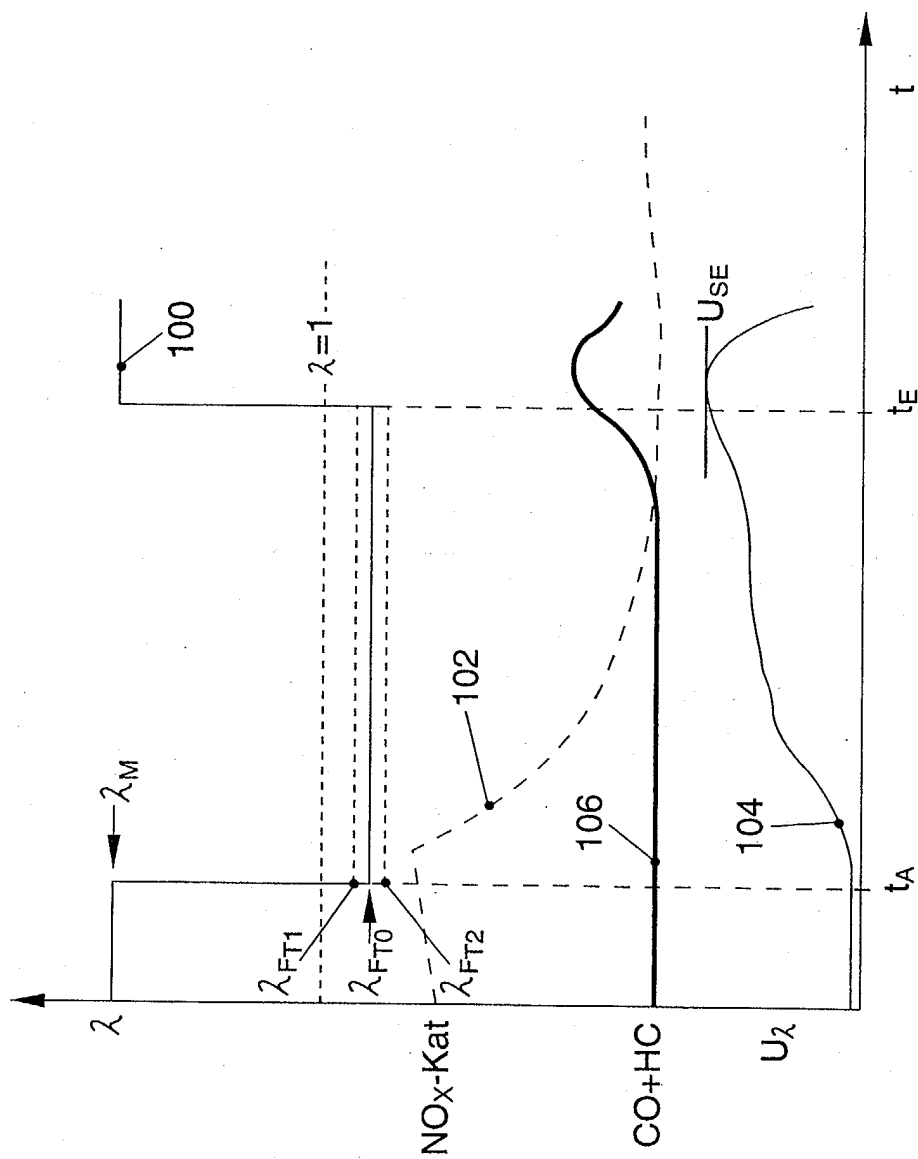


FIG. 4