



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 045 263 A1** 2009.04.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 045 263.4**

(22) Anmeldetag: **21.09.2007**

(43) Offenlegungstag: **02.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F01N 9/00** (2006.01)

F01N 3/10 (2006.01)

(71) Anmelder:

Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover, DE

(72) Erfinder:

Fokkelman, Joris, 93105 Tegernheim, DE; Koops, Ingo, 93051 Regensburg, DE; Langenfelder, Johannes, 93053 Regensburg, DE; Leinfelder, Robert, 93047 Regensburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

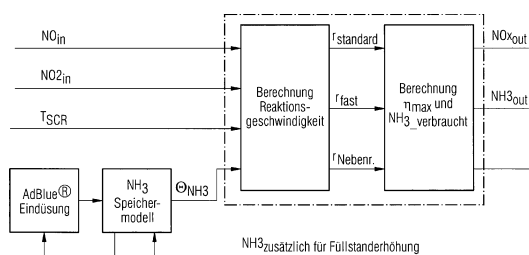
EP 16 72 192 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Steuerung der Reduktionsmittelzufuhr in ein Abgasnachbehandlungssystem mit einem SCR-Katalysator**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Reduktionsmittelzufuhr in ein Abgasnachbehandlungssystem eines Verbrennungsmotors, mindestens enthaltend einen SCR-Katalysator zum Entfernen von Stickoxiden aus dem Abgas, und eine Dosiereinrichtung für Reduktionsmittel sowie ein Steuergerät, wobei ein Regelungssignal vom Steuergerät zur Dosiereinrichtung übergeben wird, das unter Berücksichtigung mindestens der Messgrößen Temperatur, Speicherfüllstand des SCR-Katalysators an Reduktionsmittel und Stickoxid-Rohemission in einer modelbasierten Funktion aus formalkinetischen Ansätzen im Steuergerät berechenbar ist. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Steuerung, die zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens ausgestaltet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Reduktionsmittelzufuhr in ein Abgasnachbehandlungssystem mit einem SCR-Katalysator zum Entfernen von Stickoxiden aus dem Abgas eines Verbrennungsmotors gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Steuerung zur Ausführung dieses Verfahrens.

Stand der Technik

[0002] Zur Reduktion von Schadstoffen, insbesondere zur Reduktion von Stickoxiden, haben sich verschiedene Verfahren etabliert, bei denen reduzierende Fluide (Gase oder Flüssigkeiten) in das Abgassystem eines Verbrennungsmotors eingeleitet werden.

[0003] Zur Verminderung der Stickoxide hat sich besonders die SCR-Technologie bewährt, bei der im sauerstoffreichen Abgas enthaltene Stickoxide (NO_x) mit Hilfe von Ammoniak oder einer entsprechenden zu Ammoniak umsetzbaren Vorläufersubstanz selektiv zu Stickstoff und Wasser reduziert werden. Bevorzugt wird hierbei auf wässrige Harnstofflösungen zurückgegriffen. Die Harnstofflösung wird mittels Hydrolysekatalysatoren oder direkt auf dem SCR-Katalysator zu Ammoniak und Kohlendioxid hydrolysiert. Dazu wird die Harnstofflösung mittels spezieller Dosiersysteme vor dem Hydrolysekatalysator oder dem SCR-Katalysator in den Abgasstrom eingespritzt. Abgasreinigungsanlagen mit einem SCR-Katalysator zeichnen sich durch einen hohen Konvertierungsgrad der Stickoxid-Emissionen aus.

[0004] Um eine maximal hohe Konvertierungsrate der Stickoxide (NO_x) und damit eine effiziente Entfernung der Stickoxide aus den Abgasen zu erreichen ist generell eine exakte und bedarfsgerechte Dosierung des verwendeten Reduktionsmittels notwendig. Eine Unterdosierung führt zu einer unerwünschten Stickoxidemission. Eine Überdosierung von Reduktionsmittel kann andererseits eine unerwünschte Emission, einen so genannten Reduktionsmitteldurchbruch, zur Folge haben. Ein solcher Reduktionsmitteldurchbruch, insbesondere bei giftigen Substanzen wie Ammoniak, ist unbedingt zu vermeiden. Im SCR-Katalysator können diverse Reduktionsvorgänge, abhängig von den Eingangskonzentrationen der Abgaskomponenten und der Reduktionsmittel, ablaufen, die jeweils zu unterschiedlichen Konvertierungsraten führen können. Darüber hinaus ist auch die Temperatur im SCR-Katalysator eine wesentliche Einflussgröße in Bezug auf die Stickoxid-Reduktion.

[0005] Zusätzlich kann bei hohen Temperaturen im Abgasstrang der NO_x Umsatz aufgrund von unerwünschten Nebeneffekten, beispielsweise der Isomerisierung des Reduktionsmittels sinken. Diese Einflüsse stellen daher eine Limitierung der maximal

möglichen Umsatzrate dar.

[0006] Eine Methode in der SCR-Technologie um Reduktionsmitteldurchbrüche zu vermeiden sieht eine konservative Bedatung der Eindüsung und eine permanente Unterdosierung an Reduktionsmittel vor. Eine maximal mögliche Umsatzrate der Stickoxide wird bei dieser Methode nicht berücksichtigt sondern als konstant angesehen. Die Stickoxidentfernung kann mit dieser Vorgehensweise nicht an die diversen Einflussfaktoren im Abgassystem angepasst werden. Die Stickoxidentfernung kann in Folge dessen nicht mit der maximal möglichen Effizienz und nur mit einem deutlich verminderten Wirkungsgrad erfolgen.

[0007] Die DE 103 08 287 B4 offenbart ein Verfahren zur Entfernung von Stickoxiden aus dem mageren Abgas eines Verbrennungsmotors, bei dem die im Abgas enthaltenen Stickoxide bei niedrigen Abgastemperaturen nach einem Kaltstart oder im Leerlauf eines Verbrennungsmotors zuerst auf einem Stickoxid-Speicherkatalysator adsorbiert und bei erhöhter Abgastemperatur wieder desorbiert werden. An einem im Abgasstrang nachgeschalteten SCR-Katalysator werden die Stickoxide dann mit Reduktionsmittel umgesetzt, wobei zwischen dem Stickoxid-Speicherkatalysator und dem SCR-Katalysator eine zu Ammoniak zersetzbare Verbindung zugeführt wird. Um einen Ammoniakdurchbruch im Falle einer Überdosierung zu vermeiden wird in diesem System ein zusätzlicher dem SCR-Katalysator nachgeschalteter Oxidationskatalysator als Ammoniak-Sperrkatalysator eingesetzt. Dies ist zum einen apparativ sehr aufwendig und nachteilig im Hinblick auf den Reduktionsmittelverbrauch und den Wirkungsgrad bei der Stickoxidentfernung.

[0008] In der DE 101 00 420 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung eines Abgasnachbehandlungssystems für eine Brennkraftmaschine beschrieben, bei dem die Menge an zugeführtem Reduktionsmittel ausgehend von Messgrößen adaptiert wird, die die Wirkung des Abgasnachbehandlungssystems charakterisieren. Die Messgrößen werden beispielsweise von Sensoren für die Stickoxid- oder Ammoniakemission geliefert. Die Sensoren werden dabei im Abgastrakt nach dem Abgasnachbehandlungssystem eingesetzt. Die gemessenen Werte werden dann mit erwarteten Werten verglichen und ausgehend von dem Vergleich wird die Menge an Reduktionsmittel korrigiert. Nachteilig an dieser Methode ist, dass die Adaption der Reduktionsmittelmenge entweder erst nach Auftreten eines durch die Sensoren angezeigten Reduktionsmitteldurchbruchs oder erst bei aufgetretenem unbefriedigendem Ergebnis der Stickoxidentfernung aus dem Abgas erfolgen kann. Eine Einstellung erfolgt daher immer nur in Reaktion auf ein schon aufgetretenes Missverhältnis von Stickoxidemission und Reduktionsmittel. Dieses System erfordert zusätzlich

zur Einstellung einer optimalen Reduktionsmittelmenge zur Stickoxidentfernung und zur sicheren Vermeidung von Reduktionsmitteldurchbrüchen mehrere Adaptionszyklen und ist langsam und wenig effizient.

Aufgabe

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher ein Verfahren zur Steuerung der Reduktionsmittelzufuhr in ein Abgasnachbehandlungssystem mit einem SCR-Katalysator bereitzustellen, das eine zuverlässige und hochwirksame Stickoxid-Entfernung aus den Abgasen eines Verbrennungsmotors gewährleistet und eine Optimierung der zugeführten Reduktionsmittelmenge unabhängig von ausschließlich nach der Reduktionsreaktion bestimmbar messbaren Messgrößen ermöglicht.

[0010] Dies wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren zur Steuerung der Reduktionsmittelzufuhr in ein Abgasnachbehandlungssystem entsprechend des Patentanspruchs 1 und einer Steuerung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 5 erreicht. In den abhängigen Ansprüchen sind jeweils bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

[0011] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Steuerung der Reduktionsmittelzufuhr in ein Abgasnachbehandlungssystem eines Verbrennungsmotors mindestens enthaltend einen SCR-Katalysator zum Entfernen von Stickoxiden aus dem Abgas und eine Dosiereinrichtung für Reduktionsmittel sowie ein Steuergerät vorgeschlagen, bei dem ein Regelsignal vom Steuergerät zur Dosiereinrichtung übergeben wird, das unter Berücksichtigung mindestens der Messgrößen Temperatur, Speicherfüllstand des SCR-Katalysators an Reduktionsmittel und Stickoxid-Rohemission in einer modelbasierten Funktion aus formalkinetischen Ansätzen im Steuergerät berechenbar ist.

[0012] Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Regelsignal im Steuergerät berechenbar ist. Hierunter wird erfindungsgemäß verstanden, dass im Steuergerät für die verschiedenen möglichen Betriebszustände- und parameter des Verbrennungsmotors und/oder des Abgasnachbehandlungssystems die jeweils erforderlichen Daten hinterlegt sind und ein Regelsignal für eine angepasste und optimierte Reduktionsmittelzuführung an die Dosiereinrichtung übergeben werden kann. Das Regelsignal wird dabei in einer modelbasierten Funktion aus formalkinetischen Ansätzen unter Berücksichtigung mindestens der Messgrößen Temperatur, Speicherfüllstand des SCR-Katalysators an Reduktionsmittel und Stickoxid-Rohemission berechnet.

[0013] Unter Temperatur wird erfindungsgemäß die Abgas- und oder die SCR-Katalysatortemperatur ver-

standen. Diese haben direkten Einfluss darauf ob und welche Menge der vom Verbrennungsmotor erzeugten Stickoxide am SCR-Katalysator umgesetzt werden können. Bei einem Kaltstart eines Verbrennungsmotors hat beispielsweise ein SCR-Katalysator in der Regel noch nicht seine Anspringtemperatur erreicht, so dass keine oder nur unter 50% der Stickoxide vom Katalysator umgesetzt werden können. Entsprechend gering kann daher direkt die dem Abgasnachbehandlungssystem Menge an Reduktionsmittel dosiert und zugeführt werden.

[0014] Unter Stickoxid-Rohemission wird die Emission verstanden, die hinter dem Abgassauslass des Verbrennungsmotors, beispielsweise durch einen entsprechenden NO_x-Sensor, gemessen und an das Steuergerät übermittelt werden kann.

[0015] Unter Speicherfüllstand des SCR-Katalysators an Reduktionsmittel wird vor allem der Oberflächenbedeckungsgrad Θ_{NH_3} verstanden, der Werte zwischen 0, was keiner Oberflächenbedeckung entspricht, und 1, was einer vollständigen Bedeckung der Katalysatorfläche mit Reduktionsmittel entspricht, annehmen kann. Diese Größe kann aus dem Füllstand des Reduktionsmittel-Speichermodells bestimmt werden.

[0016] Vorteilhafterweise werden die Messgrößen, auf deren Grundlage die Berechnung des Regelsignals an die Dosiereinrichtung für die Zuführung des Reduktionsmittels erfolgt, vor und/oder im Abgasnachbehandlungssystem durch entsprechende Sensoren ermittelt. Daher kann durch das erfindungsgemäße Verfahren für unterschiedliche Betriebszustände- und bedingungen des Verbrennungsmotors und/oder des Abgasnachbehandlungssystems die bedarfsgerechte Menge an Reduktionsmittel im Voraus, das heißt vor der katalytischen Reduktionsreaktion, bestimmt und zugeführt werden, um eine möglichst effiziente Beseitigung der Stickoxide aus dem Abgas zu gewährleisten. Gleichzeitig kann eine Überdosierung des Reduktionsmittels sowie eine Überschreitung des maximalen Speicherfüllstands des SCR-Katalysators und damit ein Reduktionsmitteldurchbruch sicher vermieden werden. Der Wirkungsgrad von Abgasnachbehandlungssystemen mit SCR-Katalysator für Verbrennungsmotoren kann durch das erfindungsgemäße Verfahren deutlich verbessert werden.

[0017] In einem SCR-Katalysatorsystem laufen bei Einsatz von Ammoniak als Reduktionsmittel verschiedene Reaktionen ab, deren Stöchiometrie abhängig ist von der Art der Reaktanden. Als Hauptreaktionen werden dabei die folgenden angesehen:

- 1.) $4 \text{NO} + 4\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ mit einem Verhältnis $\text{NO}:\text{NH}_3 = 1:1$,
- 2.) $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ mit einem Verhältnis $\text{NO}_x:\text{NH}_3 = 1:1$, und

3.) $6\text{NO}_2 + 8\text{NH}_3 \rightarrow 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ mit einem Verhältnis $\text{NO}_x:\text{NH}_3 = 3:4$.

[0018] Es konnte ermittelt werden, dass die Reaktion 2.) im Vergleich zu den beiden anderen besonders schnell abläuft. Allerdings setzt dies das Vorliegen der gleichen Mengen von NO und NO_2 in der Rohemission voraus, was im generellen Betrieb nicht der Fall ist. Umgekehrt zeigt die Reaktion 3.) ein ungünstiges Verhältnis von Reduktionsmittel zu Stickoxid, das zu einem Mehrverbrauch von ca. 25 an Reduktionsmittel führen würde.

[0019] Daher ist es bereits von der Betrachtung der Hauptreaktionen her vorteilhaft, ein Verhältnis der Stickoxide in der Rohemission von NO zu NO_2 nahe 1 zu erreichen, jedoch keinen Überschuss an NO_2 in der Rohemission zu haben. Die positive Beeinflussung des Verhältnisses der Stickoxide wird unter anderem mit dem bevorzugten Einsatz eines Oxidationskatalysators vor dem eigentlichen SCR-Katalysator erreicht, wobei die vorgenannten Vorgaben angestrebt werden.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens kann als modelbasierte Funktion eine Funktion für die maximal mögliche Konvertierungsrate der Stickoxide eingesetzt werden. Unter der maximal möglichen Konvertierungsrate wird der Anteil an Stickoxiden im Abgasstrom verstanden, der durch das Abgasnachbehandlungssystem, insbesondere durch den SCR-Katalysator und einem bevorzugt vorgeschalteten Oxidationskatalysator, in jedem erfassbaren Betriebszustand maximal umgesetzt werden kann. Die maximal mögliche Konvertierungsrate limitiert die zur NO_x -Reduktion notwendige Menge an Reduktionsmittel. Überschüssig zugeführtes Reduktionsmittel kann dann beispielsweise zur Erhöhung der eingespeicherten Menge im SCR-Katalysator dienen.

[0021] Die modelbasierte Funktion kann rein theoretisch aus formalkinetischen Ansätzen aufgestellt werden. Alternativ oder kumulativ kann die modelbasierte Funktion aus formalkinetischen Ansätzen zusammen mit empirisch ermittelten Kennlinien aufgestellt werden. Beispielsweise können die empirischen Kennlinien auf einem externen Motorprüfstand ermittelt werden.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Verfahrensvariante kann daher mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch gezielt ein Überschuss oder Unterschuss an Reduktionsmittel eingesetzt und damit eine Erhöhung oder Minderung der im Katalysator gespeicherten Reduktionsmittelmenge herbeigeführt werden. Gleichermaßen kann auch ein konstanter Speicherfüllstand kontrolliert gehalten werden. Außerdem kann bestimmt werden, welcher Anteil des vorhandenen und/oder zugeführten Reduktionsmit-

tels zur Stickoxidreduktion eingesetzt wird und welcher Anteil zu einer Änderung des SCR-Speicherfüllstands dienen kann.

[0023] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann durch das Regelsignal des Steuergeräts der Speicherfüllstand des SCR-Katalysators variiert oder konstant gehalten werden. Somit kann in der Folge im Betrieb je nach Bedarf gezielt eine Erhöhung, Minderung oder ein konstanter Wert der im SCR-Katalysator gespeicherten Reduktionsmittelmenge herbeigeführt werden.

[0024] Beispielsweise ist die Speicherkapazität eines SCR-Katalysators für Reduktionsmittel temperaturabhängig und kann mit steigender Temperatur abnehmen. Ebenso ist die katalytische Aktivität eines SCR-Katalysators temperaturabhängig. Demnach ist auch der optimale Speicherfüllstand eines SCR-Katalysators mit Reduktionsmittel von der Temperatur im SCR-Katalysator abhängig.

[0025] Die verschiedenen Messgrößen können mit entsprechenden bekannten Messeinrichtungen, beispielsweise Sensoren oder Sonden, ermittelt werden. So können zum Beispiel Temperatur- und Stickoxidsensoren eingesetzt werden. Je nach Position des Sensors und/oder der Sonde kann auch modellbasiert theoretisch in Abhängigkeit der bekannten Änderungen bezüglich des Messortes ein Wert für eine andere Position bestimmt werden können. So kann zum Beispiel auf Basis eines gemessenen Temperatur-Wertes vor dem Katalysator-System ein entsprechender Wert für eine Position innerhalb des Katalysator-Systems modellbasiert extrapoliert werden.

[0026] Eine bevorzugte Verfahrensvariante sieht vor, dass als Reduktionsmittel Ammoniak oder eine Vorläuferverbindung von Ammoniak eingesetzt werden. Als Reduktionsmittel für Stickoxide können aber auch die im Kraftstoff vorhandenen Reduktionsmittel, wie Kohlenwasserstoffe oder Kohlenmonoxid eingesetzt werden. Vorteilhafterweise kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Überdosierung des Reduktionsmittels vermieden werden, die im Falle der Kohlenwasserstoffe zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch führen kann.

[0027] Die maximal mögliche Konvertierungsrate der Reaktion von Stickoxiden mit Ammoniak kann nach der folgenden Formel I berechnet werden

$$\eta_{\text{max}} = \frac{r}{\dot{m}_{\text{NO}_x}} \cdot V_{\text{kat}} \quad (\text{I})$$

$m\text{NO}_x$ = Stickoxid-Massenstrom [mg/s]
 V_{kat} = Katalysatorvolumen [l]

wobei die Reaktionsgeschwindigkeit der möglichen

Konzentrationsänderung an NO_x pro Zeiteinheit und pro Liter Katalysatorvolumen entspricht und sich nach der Formel II berechnet

$$r = k \cdot c_{NO_x} \cdot \Theta_{NH_3} \cdot e^{\frac{-E_A}{RT}} \left[\frac{g}{l \cdot s} \right] \quad (II)$$

wobei

Θ_{NH_3}	den Oberflächenbedeckungsgrad des SCR-Katalysators
R	die allgemeine Gaskonstante,
k	die Geschwindigkeitskonstante,
E_A	die Aktivierungsenergie,
c_{NO_x}	die Gesamt-Konzentration an NO _x und
T	die Temperatur innerhalb des SCR-Katalysators bedeuten.

[0028] Die Stickoxid-Massenströme können beispielsweise aus dem Volumenfluss des Abgases berechnet werden, welcher sich aus Luftmassenfluss und eingespritzter Kraftstoffmenge sowie der Dichte der jeweiligen Molekülverbindung n Abhängigkeit der Temperatur ergibt.

[0029] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung kann die Berechnung der Konvertierungsrate und die Bestimmung der Sollzufuhrmenge an Reduktionsmittel in einer elektronischen Steuereinheit erfolgen. Dabei kann die Steuereinheit eine zum Betrieb von modernen Verbrennungsmotoren ohnehin vorgesehene, übergeordnete Motorsteuerung sein, in der die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens notwendigen Messgrößen verarbeitet werden. Die Steuerungseinheit kann die ermittelte Sollzufuhrmenge an Reduktionsmittel als Regelsignal an die entsprechende Dosiervorrichtung übermitteln und so dem Abgasnachbehandlungssystem die jeweils optimale Menge an Reduktionsmittel zuführen. Liegt zum Beispiel die momentane Konvertierungsrate unterhalb der bestimmten maximal möglichen Konvertierungsrate, kann eine Unterdosierung des Reduktionsmittels im SCR-Katalysatorspeichers vorliegen, die nachfolgend durch eine erhöhte Zufuhr an Reduktionsmittel optimiert werden kann. Auch ein Defekt im Abgasnachbehandlungssystem kann auf diese Weise schnell festgestellt und beispielsweise an eine On-Board-Diagnostik-Einheit (OBD) übermittelt und angezeigt werden.

[0030] Die Erfindung betrifft daher weiterhin ein Steuergerät für ein Abgasnachbehandlungssystem, das zur Durchführung des Verfahrens ausgestaltet ist.

[0031] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung kann das Steuergerät Teil der übergeordneten Motorsteuerung sein.

[0032] Erfindungsgemäß wird außerdem ein Com-

puterprogramm bereitgestellt, das Programmcode-Mittel aufweist, um das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer, insbesondere in einem Steuergerät, für eine Abgasnachbehandlungssystem eines Kraftfahrzeugs ausgeführt wird. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein in dem Steuergerät abgespeichertes Programm realisiert, so dass diese mit dem Programm versehene Steuergerät in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist.

[0033] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen, wenn das Programmprodukt auf einem Computer, insbesondere auf einem Steuergerät für ein Abgasnachbehandlungssystem eines Kraftfahrzeugs ausgeführt wird. In diesem Fall wird die Erfindung derart durch einen Datenträger realisiert, dass das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt werden kann wenn das Programmprodukt bzw. der Datenträger in ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs integriert wird. Als Datenträger kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium, beispielsweise ein Read-only-Memory (ROM), ein EPROM oder auch ein elektrischer Permanentpeicher zum Beispiel eine CD-ROM oder DVD, zur Anwendung kommen.

[0034] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise anhand der Zeichnung erläutert. Die Erfindung ist jedoch nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt.

[0035] In dieser zeigt:

[0036] [Fig. 1](#) ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0037] [Fig. 1](#) zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei als Reduktionsmittel für die Stickoxide NO/NO₂ Ammoniak, bzw. die Vorläufersubstanz gemäß DIN 70070/AUS32 (Adblue) eingesetzt wird. Als aktuelle Messgrößen werden die Stickoxid-Rohemission und die Temperatur im SCR-Katalysator zugrunde gelegt. Zusätzlich fließt in dieser Verfahrensvariante auch der Oberflächenbedeckungsgrad des Katalysators Θ_{NH_3} in die Berechnung der maximal möglichen Konvertierungsrate ein.

[0038] Hierbei können auch die Reaktionsgeschwindigkeiten von Nebenreaktionen r_{Nebenr} berücksichtigt werden. Nebenreaktionen können zum Beispiel auch unerwünschte Isomerisierungen der eingesetzten Harnstofflösung sein, die dann Einfluss auf die zur Verfügung stehende Menge an Ammoniak als Reduktionsmittel hat.

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

- DE 10308287 B4 [\[0007\]](#)
- DE 10100420 A1 [\[0008\]](#)

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN 70070/AUS32 [\[0037\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Reduktionsmittelzufuhr in ein Abgasnachbehandlungssystem eines Verbrennungsmotors mindestens enthaltend einen SCR-Katalysator zum Entfernen von Stickoxiden aus dem Abgas und eine Dosiereinrichtung für Reduktionsmittel sowie ein Steuergerät **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Regelungssignal vom Steuergerät zur Dosiereinrichtung übergeben wird, das unter Berücksichtigung mindestens der Messgrößen Temperatur, Speicherfüllstand des SCR-Katalysators an Reduktionsmittel und Stickoxid-Rohemission in einer modelbasierten Funktion aus formalkinetischen Ansätzen im Steuergerät berechenbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass als modelbasierte Funktion eine Funktion für die maximal mögliche Konvertierungsrate der Stickoxide eingesetzt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2 dadurch gekennzeichnet, dass als Reduktionsmittel Ammoniak oder eine Vorläuferverbindung von Ammoniak eingesetzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Regelsignal des Steuergeräts der Speicherfüllstand des SCR-Katalysators variiert oder konstant gehalten wird.

5. Steuergerät für ein Abgasnachbehandlungssystem, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 ausgestaltet ist.

6. Steuergerät für ein Abgasnachbehandlungssystem nach Anspruch 5 dadurch gekennzeichnet, dass es Teil der übergeordneten Motorsteuerung ist.

7. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um das Verfahren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer, insbesondere einem Steuergerät für ein Abgasnachbehandlungssystem ausgeführt wird.

8. Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4 durchzuführen, wenn das Programmprodukt auf einem Computer, insbesondere einem Steuergerät für ein Abgasnachbehandlungssystem, ausgeführt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

