



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.02.2005 Patentblatt 2005/08

(51) Int Cl.7: **F02D 41/02**, F02D 41/14,
F02D 41/24, F01N 3/08

(21) Anmeldenummer: **04103569.2**

(22) Anmeldetag: **26.07.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder:
• **HINZE, Sören**
38102, Braunschweig (DE)
• **HAHN, Hermann**
30175, Hannover (DE)
• **BRUNS, Gerrit**
33619, Bielefeld (DE)

(30) Priorität: **18.08.2003 DE 10337873**

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

(74) Vertreter: **Kandlbinder, Markus Christian et al**
Zeitler, Dickel, Kandlbinder,
Herrnstrasse 44
80539 München (DE)

(54) **Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer magerlauffähigen Brennkraftmaschine mit einem in einem Abgastrakt der Brennkraftmaschine angeordneten NO_x-Speicherkatalysator. Hierbei wird ein Zustand einer NO_x-Speicherfähigkeit und einer O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators adaptiert und mit dem adaptierten Zustand auf der Basis eines Modells für den NO_x-Speicherkatalysator in fri-

schem Zustand ermittelt, wann die NO_x-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators erschöpft ist und in diesem Fall eine Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators angefordert, wobei eine Reduktionsmittelmenge zur Umsetzung der im NO_x-Speicherkatalysator gespeicherten NO_x- und O₂-Menge berechnet und auf der Basis der berechneten Reduktionsmittelmenge die Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators gesteuert durchgeführt wird.

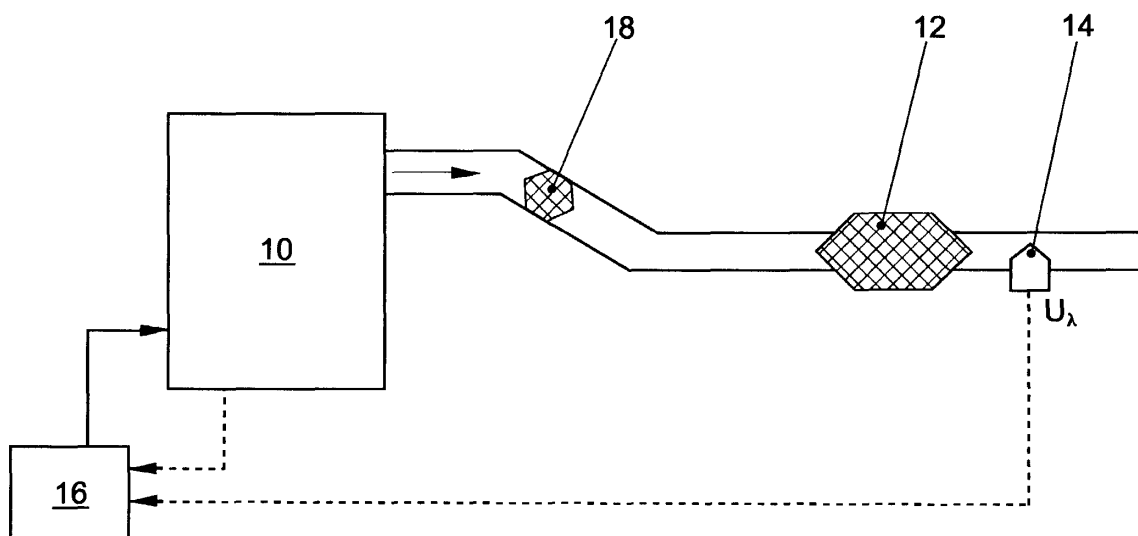


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer magerlauffähigen Brennkraftmaschine mit einem in einem Abgastrakt der Brennkraftmaschine angeordneten NO_x-Speicherkatalysator, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Heutige NO_x-Sensoren und Lambdasonden müssen beheizt werden, um Betriebsbereitschaft zu erreichen. Werden diese Abgassensoren hinter einem NO_x-Speicherkatalysator eingesetzt, können sie aus Gründen der Dauerhaltbarkeit und insbesondere wegen der Gefahr eines Kermaikbruchs aufgrund eines Wasserschlags nicht beheizt werden, bevor kein flüssiges Wasser mehr in der Abgasanlage vorliegt. Daher muß zumindest eine Temperaturschwelle oder der Taupunkt hinter dem NO_x-Speicherkatalysator überschritten werden, bevor die Beheizung der Abgassensoren einsetzen darf. Sind während des verbrauchsgünstigen Magerbetriebs die Abgassensoren signale hinter dem NO_x-Speicherkatalysator für die Einleitung und/oder Beendigung einer NO_x-Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators notwendig, kann bis zu dem Zeitpunkt, zu dem kein flüssiges Wasser hinter dem NO_x-Speicherkatalysator mehr vorliegt, der Magerbetrieb nicht freigegeben werden. Statt dessen muß der Motor solange mit Lambda gleich 1 betrieben werden, um die Emissionssicherheit zu gewährleisten.

[0003] Aus der DE 100 23 079 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer NO_x-Regeneration eines im Abgasstrang einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten NO_x-Speicherkatalysators bekannt, bei dem über eine vordere und hintere Messeinrichtung ein Lambdawert vor und nach dem NO_x-Speicherkatalysator erfaßbar ist. Es ist vorgesehen, daß die Regenerationsparameter in Abhängigkeit von einem Katalysatorzustand und einem Verhältnis der Lambdawerte vor und nach dem NO_x-Speicherkatalysator am Ende der NO_x-Regeneration (Lambdaverhältnis) festgelegt werden (Adaption der Regenerationsparameter).

[0004] Aus der DE 199 51 544 C1 ist es bekannt, auf Basis der insgesamt in dem NO_x-Speicherkatalysator gespeicherten NO_x- und O₂-Menge eine Modellierung der Regenerationsphase des NO_x-Speicherkatalysators vorzusehen. Dabei wird die Speicherkapazität des NO_x-Speicherkatalysators durch ein Modell berechnet. Die Steuerung des Betriebs mittels Berücksichtigung der Speicherkapazität des NO_x-Speicherkatalysators hat den Vorteil, daß eine Verschlechterung des NO_x-Speicherkatalysators, beispielsweise durch Alterung, im Betrieb erkannt werden kann und man mit der Steuerung geeignet darauf reagieren kann. Allerdings sind die erforderlichen Modellrechnungen relativ aufwendig und ungenau.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Abgasnachbehandlung auch in solchen Betriebsphasen zu optimieren, in denen Abgassensoren und insbesondere ein dem NO_x-Speicherkatalysator nachgeord-

neter NO_x-Sensor nicht oder noch nicht betriebsbereit sind.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, daß ein Zustand einer NO_x-Speicherfähigkeit und einer O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators adaptiert und mit dem adaptierten Zustand auf der Basis eines Modells für den NO_x-Speicherkatalysator in frischem Zustand ermittelt wird, wann die NO_x-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators erschöpft ist und in diesem Fall eine Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators angefordert wird, wobei eine Reduktionsmittelmenge zur Umsetzung der im NO_x-Speicherkatalysator gespeicherten NO_x- und O₂-Menge berechnet und auf der Basis der berechneten Reduktionsmittelmenge die Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators gesteuert durchgeführt wird.

[0008] Dies hat den Vorteil, daß auch bei noch nicht betriebsbarem NO_x-Sensor stromab des NO_x-Speicherkatalysators ein Magerbetrieb mit etwaiger NO_x-Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators zugelassen werden kann, so daß sich ein noch höherer Anteil von kraftstoffsparenden Magerbetriebsphasen während des Betriebs der Brennkraftmaschine erzielen läßt. Zusätzlich wird auf einfache Weise eine genaue Adaption des Alterungszustandes des NO_x-Speicherkatalysator bei vollständig geregelter Abgasnachbehandlung erzielt.

[0009] Zweckmäßigerweise wird die Adaption des Zustands von NO_x-Speicherfähigkeit und O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators auf der Basis von Sensorsignalen von Abgassensoren im Abgastrakt der Brennkraftmaschine durchgeführt.

[0010] Zur weiteren Optimierung der Adaption und gesteuerten NO_x-Regeneration wird bei der gesteuerten NO_x-Regeneration ein Reduktionsmitteldurchsatz in Abhängigkeit von einem Abgasmassenstrom und einer Temperatur des NO_x-Speicherkatalysators mit dem Modell und/oder einem Kennfeld für den NO_x-Speicherkatalysator im frischen Zustand adaptiert und daraus ein Ende der gesteuerten NO_x-Regeneration bestimmt.

[0011] Das Modell für den NO_x-Speicherkatalysator in frischem Zustand beschreibt bevorzugt ein Speicher- und/oder Regenerationsverhalten des NO_x-Speicherkatalysators.

[0012] Zweckmäßigerweise wird bei der Adaption des Zustands von NO_x-Speicherfähigkeit und O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators wenigstens ein Adaptionswert für die NO_x-Speicherfähigkeit im Magerbetrieb und wenigstens ein Wert für die O₂-Speicherfähigkeit ermittelt.

[0013] Eine jederzeit aktuelle Bewertung der NO_x-Speicherfähigkeit sowie der notwendigen Regenerationsdauer erzielt man dadurch, daß die bei der Adaption

des Zustands von NO_x -Speicherfähigkeit und O_2 -Speicherfähigkeit des NO_x -Speicherkatalysators ermittelten Adaptionswerte im geregelten Betrieb für den Magerbetrieb und die NO_x -Regeneration aktualisiert werden.

[0014] Um eine gute Auflösung des Alterungszustandes des NO_x -Speicherkatalysators zu erzielen, wird die Adaption des Zustands von NO_x -Speicherfähigkeit und O_2 -Speicherfähigkeit des NO_x -Speicherkatalysators nur in solchen Betriebsphasen der Brennkraftmaschine durchgeführt, in denen ein Abgasmassenstrom, eine Last, eine Temperatur des NO_x -Speicherkatalysator und/oder eine Abgastemperatur innerhalb vorbestimmter Grenzwerte liegt.

[0015] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung werden die bei der Adaption des Zustands von NO_x -Speicherfähigkeit und O_2 -Speicherfähigkeit des NO_x -Speicherkatalysators ermittelten Adaptionswerte über additive und/oder multiplikative Parameter in Abhängigkeit von einem Abgasmassenstrom, einer Last, einer Temperatur des NO_x -Speicherkatalysators, einer Abgastemperatur und/oder einem NO_x -Füllstand korrigiert.

[0016] Für die Steuerung der Einleitung einer NO_x -Regeneration werden NO_x -Kennwerte im und/oder hinter dem NO_x -Speicherkatalysator unter Berücksichtigung des zuvor ermittelten Zustands der NO_x -Speicherfähigkeit berechnet.

[0017] Zweckmäßigerweise wird die Steuerung der NO_x -Regeneration nur in solchen Betriebsphasen der Brennkraftmaschine durchgeführt, in denen Abgassensoren, insbesondere ein NO_x -Sensor stromab des NO_x -Speicherkatalysators, nicht betriebsbereit sind.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird von der Adaption des Zustands von NO_x -Speicherfähigkeit und O_2 -Speicherfähigkeit des NO_x -Speicherkatalysators sowie der Steuerung der NO_x -Regeneration auf einen geregelten Betrieb für den NO_x -Speicherkatalysator nur am Beginn einer Speicher- und/oder einer Regenerationsphase umgeschaltet.

[0019] Zweckmäßigerweise wird während einer geregelten NO_x -Regeneration ein kumulierter Reduktionsmitteldurchsatz ohne Trennung von NO_x - und O_2 -Speichermengen adaptiert und die gesteuerte Regeneration unter Berücksichtigung des ermittelten Adaptionswertes in Abhängigkeit vom kumulierten Reduktionsmitteldurchsatz beendet. Hierbei wird bevorzugt der Reduktionsmittelstrom aus einem Abgasmassenstrom und einem Verbrennungsluftverhältnis berechnet, wobei aus dem berechneten Reduktionsmittelstrom ein Modell und/oder ein Kennfeld des kumulierten Reduktionsmitteldurchsatzes während der Regeneration in Abhängigkeit vom Abgasmassenstrom und einer Temperatur des NO_x -Speicherkatalysators für einen frischen NO_x -Speicherkatalysator erstellt wird. In einem geregelten Betrieb der Abgasnachbehandlung wird ein Adaptionswert für den kumulierten Reduktionsmitteldurchsatz durch Vergleich des aktuellen Wertes für den kumulierten Reduktionsmitteldurchsatz mit einem in dem Modell und/

oder Kennfeld abgelegten Wert für den kumulierten Reduktionsmitteldurchsatz an diesem Betriebspunkt bestimmt.

[0020] Um eine gute Auflösung des kumulierten Reduktionsmitteldurchsatzes zu erzielen, wird die Adaption des kumulierten Reduktionsmitteldurchsatzes nur in solchen Betriebsphasen der Brennkraftmaschine durchgeführt, in denen ein Abgasmassenstrom, eine Last, eine Temperatur des NO_x -Speicherkatalysators und/oder eine Abgastemperatur innerhalb vorbestimmter Grenzwerte liegt.

[0021] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung werden die bei der Adaption des kumulierten Reduktionsmitteldurchsatzes ermittelten Adaptionswerte über additive und/oder multiplikative Parameter in Abhängigkeit von einem Abgasmassenstrom, einer Last, einer Temperatur des NO_x -Speicherkatalysator, einer Abgastemperatur und/oder einem NO_x -Füllstand korrigiert.

[0022] Zur Emissionsminderung wird mit einem vorbestimmten Sicherheitsfaktor die gesteuerte Regeneration zusätzlich verlängert oder verkürzt.

[0023] Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung. Diese zeigt in der einzigen Fig. eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren bezieht sich auf eine zumindest zeitweise magerlaufende Brennkraftmaschine, wie sie schematisch in der einzigen Fig. dargestellt ist. In einem Abgastrakt der Brennkraftmaschine 10 ist ein Vorkatalysator 18 und ein NO_x -Speicherkatalysator 12 angeordnet. Stromab von diesem NO_x -Speicherkatalysator 12 befindet sich eine Meßeinrichtung 14, die in der Lage ist, das Luftverhältnis des Abgases zu bestimmen. Die Meßeinrichtung 14 ist beispielsweise eine Sprung- oder Breitband-Lambdasonde oder ein NO_x -Sensor, der ein oder beide Lambdasignale U_λ abgibt, sowie eine Meßeinrichtung 14, die in der Lage ist, die NO_x -Konzentration im Abgas zu bestimmen, beispielsweise ein NO_x -Sensor. Weiter ist eine Motorsteuereinheit 16 vorgesehen, welche das Lambdasignal U_λ sowie das NO_x -Signal verarbeitet. In dieser Motorsteuereinheit 16 ist ferner eine Funktionalität implementiert, die in der Lage ist, den Zustand des NO_x -Speicherkatalysators 12 während einer Einspeicherphase, d.h. beispielsweise eines Magerbetriebs der Brennkraftmaschine, zu bestimmen.

[0025] Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, daß der Zustand einer NO_x -Speicherfähigkeit und einer O_2 -Speicherfähigkeit des NO_x -Speicherkatalysators 12 adaptiert wird, NO_x -Kennwerte im und/oder hinter dem NO_x -Speicherkatalysator 12 unter Berücksichtigung des ermittelten NO_x -Speicherzustandes berechnet und damit die Notwendigkeit einer NO_x -Regeneration des NO_x -Speicherkatalysator 12 bestimmt und diese eingeleitet wird. Die Dauer der NO_x -Regeneration wird ab-

hängig von der unter Berücksichtigung der ermittelten aktuell gespeicherten NO_x - und O_2 -Masse ermittelten, notwendigen Reduktionsmittelmasse gesteuert.

[0026] Das Speicher- bzw. Regenerationsverhalten des NO_x -Speicherkatalysators 12 wird für die Steuerung durch rechnerische Modelle beschrieben. Aufgrund von Streuungen der Modelleingangsgrößen ist eine genaue Modellierung unter Berücksichtigung der Alterung bzw. Schwefelvergiftung jedoch nicht möglich. Der Einfluß von Alterung bzw. Schwefelvergiftung des NO_x -Speicherkatalysators 12 auf das Speicher- bzw. Regenerationsverhalten des NO_x -Speicherkatalysators 12 wird daher erfindungsgemäß durch geeignete Methoden anhand von Meßsignalen von Sensoren ermittelt.

[0027] Desweiteren hat der von der NO_x -Speicherfähigkeit unabhängige Zustand der O_2 -Speicherfähigkeit großen Einfluß auf die Regenerationsdauer. Erfindungsgemäß werden die Zustände von NO_x -Speicherfähigkeit und O_2 -Speicherfähigkeit anhand physikalischer und/oder phänomenologischer Zusammenhänge im Vergleich zu einem Modell nur des frischen NO_x -Speicherkatalysators 12 adaptiert. Die Adaptionen erfolgen im mittels Abgassensoren geregelten Betrieb der Abgasnachbehandlung. Es werden jeweils zumindest ein Adaptionswert für die NO_x -Speicherfähigkeit im Magerbetrieb und der O_2 -Speicherfähigkeit unter Zuhilfenahme der Abgassensorsignale ermittelt.

[0028] Die Adaptionswerte werden im geregelten Betrieb der Abgasnachbehandlung aktualisiert, so daß zu jeder Zeit eine aktuelle Bewertung der NO_x -Speicherfähigkeit sowie der notwendigen Regenerationsdauer vorliegt. Die Adaptionvorgänge finden dabei bevorzugt unter Bedingungen statt, die eine gute Auflösung des Alterungszustandes des NO_x -Speicherkatalysators 12 ermöglichen. Dazu sind Grenzen für den Abgasmassenstrom, die Motorlast, die Katalysator- und/oder die Abgastemperatur vorgegeben. Optional erfolgt eine Korrektur der Adaptionswerte über additive und/oder multiplikative Parameter in Abhängigkeit vom Abgasmassenstrom, von der Motorlast, von der Temperatur des NO_x -Speicherkatalysators 12, von der Abgastemperatur und/oder von einem NO_x -Füllstandes des NO_x -Speicherkatalysators 12. Für die Steuerung der Einleitung der NO_x -Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators 12 werden NO_x -Kennwerte im und/oder hinter dem NO_x -Speicherkatalysator 12 unter Berücksichtigung des zuvor ermittelten Zustands der NO_x -Speicherfähigkeit berechnet. Desweiteren können multiplikative und/oder additive Korrekturparameter für die berechneten NO_x -Kennwerte zur emissionsgünstigen Auslegung verwendet werden.

[0029] Die Steuerung der Regenerationsdauer erfolgt abhängig von der ermittelten aktuell gespeicherten NO_x - und O_2 -Masse bzw. -Menge und der dafür erforderlichen Reduktionsmittelmasse bzw. -menge. Desweiteren werden multiplikative und/oder additive Korrekturparameter für die gespeicherte NO_x - und O_2 -Mas-

se bzw. -Menge und/oder die ermittelte Reduktionsmittelmasse bzw. -menge verwendet.

[0030] Sobald die für die geregelte Abgasnachbehandlung notwendigen Abgassensoren betriebsbereit sind, wird die Abgasnachbehandlung von den zuvor erläuterten Steuerungsfunktionalitäten an die Regelfunktionalitäten übergeben. Dies erfolgt vorzugsweise zu Beginn einer Speicher- und/oder Regenerationsphase.

[0031] Bei einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ohne eine explizite Trennung von NO_x - und O_2 -Speichermengen der kumulierte Reduktionsmitteldurchsatz während der geregelten Regeneration adaptiert und die gesteuerte Regeneration unter Berücksichtigung des ermittelten Adaptionswertes abhängig vom kumulierten Reduktionsmitteldurchsatz beendet. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, daß während einer Regeneration abhängig von der gespeicherten NO_x -Masse eine unterschiedlich große O_2 -Masse umgesetzt wird. Bei heutigen NO_x -Speicherkatalysatoren ergibt sich je nach Beschichtung eine Abhängigkeit der Regenerationsdauer vom Abgasmassenstrom, der Motorlast, der Temperatur des NO_x -Speicherkatalysators, der Abgastemperatur und/oder dem Verbrennungsluftverhältnis.

[0032] Der Reduktionsmittelstrom wird erfindungsgemäß aus dem Abgasmassenstrom und dem Verbrennungsluftverhältnis berechnet. Damit wird ein Modell und/oder Kennfeld des kumulierten Reduktionsmitteldurchsatzes während der Regeneration in Abhängigkeit vom Abgasmassenstrom und der Katalysatortemperatur für einen frischen NO_x -Speicherkatalysator erstellt. Im geregelten Betrieb der Abgasnachbehandlung wird ein Adaptionswert durch Vergleich des aktuellen zum im Modell/Kennfeld für einen frischen Katalysator abgelegten kumulierten Reduktionsmitteldurchsatz ermittelt. Der Adaptionvorgang erfolgt bevorzugt unter Bedingungen, die eine gute Auflösung der Regenerationsdauer ermöglichen. Dazu sind Grenzen für den Abgasmassenstrom, die Motorlast, die Katalysatortemperatur und/oder die Abgastemperatur vorgegeben. Optional erfolgt eine Korrektur der Adaptionswerte über additive und/oder multiplikative Parameter in Abhängigkeit von der gespeicherten NO_x -Menge, O_2 -Menge, vom dem Abgasmassenstrom, von der Motorlast, von der Katalysatortemperatur und/oder von der Abgastemperatur.

[0033] Im gesteuerten Betrieb der Abgasnachbehandlung wird während der Regeneration der Reduktionsmitteldurchsatz kumuliert und die Regeneration mit Erreichen eines Schwellwertes unter Berücksichtigung des Adaptionswertes beendet. Optional wird zur Emissionsminderung mit einem Sicherheitsfaktor die NO_x -Regeneration des NO_x -Speicherkatalysator verlängert bzw. verkürzt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer magerlauffähigen

Brennkraftmaschine mit einem in einem Abgastrakt der Brennkraftmaschine angeordneten NO_x-Speicherkatalysator,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Zustand einer NO_x-Speicherfähigkeit und einer O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators adaptiert und mit dem adaptierten Zustand auf der Basis eines Modells für den NO_x-Speicherkatalysator in frischem Zustand ermittelt wird, wann die NO_x-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators erschöpft ist und in diesem Fall eine Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators angefordert wird, wobei eine Reduktionsmittelmenge zur Umsetzung der im NO_x-Speicherkatalysator gespeicherten NO_x- und O₂-Menge berechnet und auf der Basis der berechneten Reduktionsmittelmenge die Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators gesteuert durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Adaption des Zustands von NO_x-Speicherfähigkeit und O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators auf der Basis von Sensorsignalen von Abgassensoren im Abgastrakt der Brennkraftmaschine durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei der gesteuerten NO_x-Regeneration ein Reduktionsmitteldurchsatz in Abhängigkeit von einem Abgasmassenstrom und einer Temperatur des NO_x-Speicherkatalysators mit dem Modell und/oder einem Kennfeld für den NO_x-Speicherkatalysator im frischen Zustand adaptiert wird und daraus ein Ende der gesteuerten NO_x-Regeneration bestimmt wird.

4. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Modell für den NO_x-Speicherkatalysator in frischem Zustand ein Speicher- und/oder Regenerationsverhalten des NO_x-Speicherkatalysators modelliert.

5. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei der Adaption des Zustands von NO_x-Speicherfähigkeit und O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators wenigstens ein Adaptionswert für die NO_x-Speicherfähigkeit im Magerbetrieb und wenigstens ein Wert für die O₂-Speicherfähigkeit ermittelt wird.

6. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die bei der Adaption des Zustands von NO_x-Speicherfähigkeit und O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators ermittelten Adaptionswerte im geregelten Betrieb für den Magerbetrieb

und die NO_x-Regeneration aktualisiert werden.

7. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Adaption des Zustands von NO_x-Speicherfähigkeit und O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators nur in solchen Betriebsphasen der Brennkraftmaschine durchgeführt wird, in denen ein Abgasmassenstrom, eine Last, eine Temperatur des NO_x-Speicherkatalysator und/oder eine Abgastemperatur innerhalb vorbestimmter Grenzwerte liegt.

8. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die bei der Adaption des Zustands von NO_x-Speicherfähigkeit und O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators ermittelten Adaptionswerte über additive und/oder multiplikative Parameter in Abhängigkeit von einem Abgasmassenstrom, einer Last, einer Temperatur des NO_x-Speicherkatalysators, einer Abgastemperatur und/oder einem NO_x-Füllstand korrigiert werden.

9. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** NO_x-Kennwerte im und/oder hinter dem NO_x-Speicherkatalysator unter Berücksichtigung des zuvor ermittelten Zustands der NO_x-Speicherfähigkeit berechnet werden.

10. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuerung der NO_x-Regeneration nur in solchen Betriebsphasen der Brennkraftmaschine durchgeführt wird, in denen Abgassensoren, insbesondere ein NO_x-Sensor stromab des NO_x-Speicherkatalysators, nicht betriebsbereit sind.

11. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** von der Adaption des Zustands von NO_x-Speicherfähigkeit und O₂-Speicherfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators sowie der Steuerung der NO_x-Regeneration auf einen geregelten Betrieb für den NO_x-Speicherkatalysator nur am Beginn einer Speicher- und/oder einer Regenerationsphase umgeschaltet wird.

12. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** während einer geregelten NO_x-Regeneration aus einem Reduktionsmittelstrom ein kumulierter Reduktionsmitteldurchsatz ohne Trennung von NO_x- und O₂-Speichermengen adaptiert und die gesteuerte Regeneration unter Berücksichtigung des ermittelten Adaptionswertes in Abhängigkeit vom kumulierten Reduktionsmitteldurchsatz been-

det wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Reduktionsmittelstrom aus einem Abgasmassenstrom und einem Verbrennungsluftverhältnis berechnet wird. 5

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** aus dem berechneten Reduktionsmittelstrom ein Modell und/oder ein Kennfeld des kumulierten Reduktionsmitteldurchsatzes während der Regeneration in Abhängigkeit vom Abgasmassenstrom und einer Temperatur des NO_x-Speicherkatalysators für einen frischen NO_x-Speicherkatalysator erstellt wird. 10
15

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** in einem geregelten Betrieb der Abgasnachbehandlung ein Adaptionswert für den kumulierten Reduktionsmitteldurchsatz durch Vergleich des aktuellen Wertes für den kumulierten Reduktionsmitteldurchsatz mit einem in dem Modell und/oder Kennfeld abgelegten Wert für den kumulierten Reduktionsmitteldurchsatz an diesem Betriebspunkt bestimmt wird. 20
25

16. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Adaption des kumulierten Reduktionsmitteldurchsatzes nur in solchen Betriebsphasen der Brennkraftmaschine durchgeführt wird, in denen ein Abgasmassenstrom, eine Last, eine Temperatur des NO_x-Speicherkatalysators und/oder eine Abgastemperatur innerhalb vorbestimmter Grenzwerte liegt. 30
35

17. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die bei der Adaption des kumulierten Reduktionsmitteldurchsatzes ermittelten Adaptionswerte über additive und/oder multiplikative Parameter in Abhängigkeit von einem Abgasmassenstrom, einer Last, einer Temperatur des NO_x-Speicherkatalysator, einer Abgastemperatur und/oder einem NO_x-Füllstand korrigiert werden. 40
45

18. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** mit einem vorbestimmten Sicherheitsfaktor die gesteuerte Regeneration zusätzlich verfangert oder verkürzt wird. 50

55

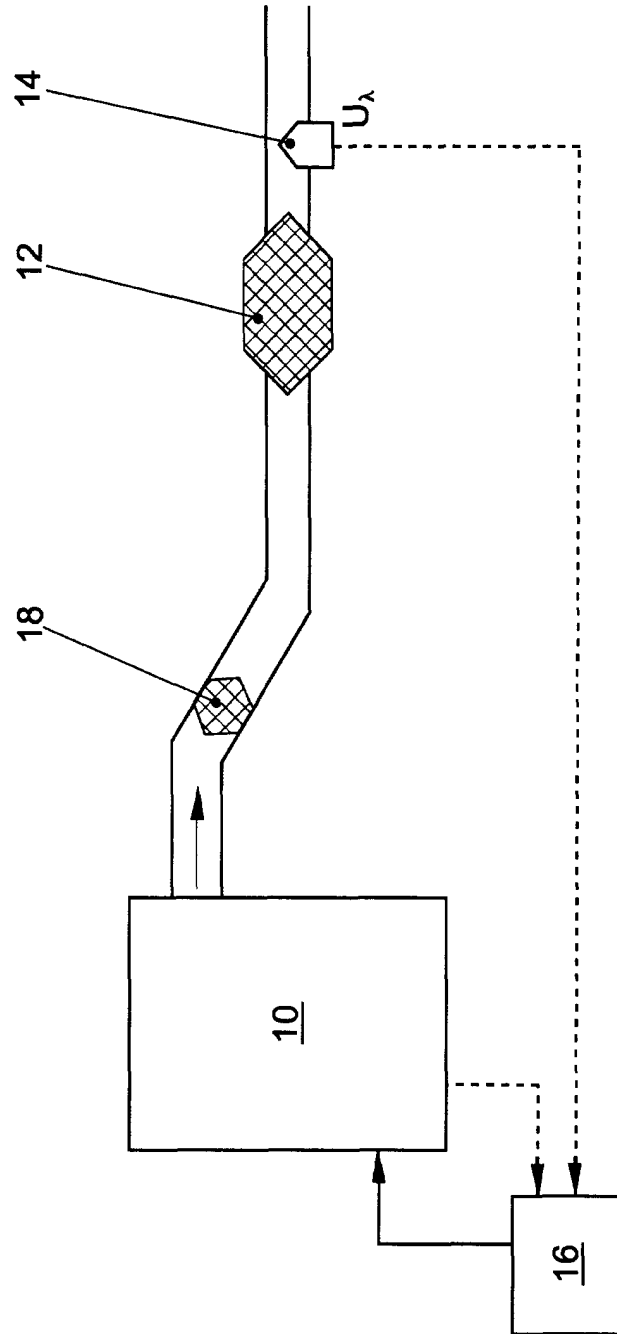


FIG. 1