



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.06.2004 Patentblatt 2004/24

(51) Int Cl.7: **F01N 11/00**, F01N 3/02,
F01N 3/08, F02D 41/14,
F02D 41/02, G01M 15/00,
F01N 9/00

(21) Anmeldenummer: **03027579.6**

(22) Anmeldetag: **01.12.2003**

(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:
• **Lang, Axel**
38304 Wolfenbüttel (DE)
• **Hahn, Hermann**
30175 Hannover (DE)

(30) Priorität: **06.12.2002 DE 10258876**

(74) Vertreter: **Pohlmann, Bernd Michael et al**
Reinhardt & Pohlmann
Patentanwälte
Günthersburgallee 40
60316 Frankfurt am Main (DE)

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

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Diagnose eines NOx-Speicher-Katalysators bei stehendem Fahrzeug**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose eines in einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors eines Fahrzeugs angeordneten NOx-Speicher-Katalysators bei stehendem Fahrzeug.

Es sind folgende Schritte vorgesehen:

- Einstellung der Katalysatortemperatur auf einen Wert in einem für eine NOx-Speicherung repräsentativen Bereich
- Einstellung eines NOx-Referenzzustandes des Speicher-Katalysators zur Messung einer NOx-Magerkonvertierung
- Beaufschlagung des NOx-Speicher-Katalysators mit Abgas mit einem NOx-Massenstrom größer als ein vorgegebener Schwellwert
- Durchführung einer Magerbetriebsphase
- Messung einer für die NOx-Konvertierung charakteristischen Abgaskenngröße mittels eines stromab des Speicher-Katalysators angeordneten Sensors
- Ermittlung eines Speicher-Katalysator-Zustandswertes in Abhängigkeit von den Messwerten der Abgaskenngröße
- Ausgabe des Zustandswertes über Diagnose-schnittstelle
- Ausgabe des Zustandswertes

Ferner wird eine Vorrichtung zur Durchführung einer Diagnose eines in einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors eines Fahrzeugs angeordneten NOx-Speicher-Katalysators bei stehendem Fahrzeug angegeben, bei der eine Testeinrichtung vorgesehen ist, mittels der die oben genannten Verfahrensschritte durchführbar sind.

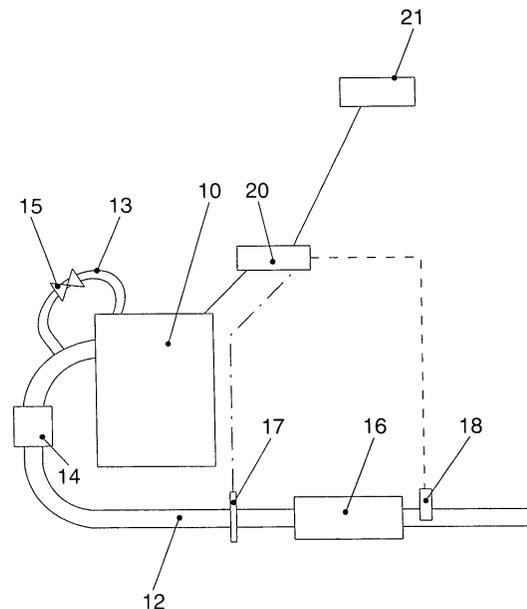


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Diagnose eines in einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors eines Fahrzeugs angeordneten NO_x-Speicher-Katalysators bei stehendem Fahrzeug zur Prüfung der Konvertierung im Produktionsbereichbandende oder im Kundendienstbereich.

[0002] Stickoxyd (NO_x)-Katalysatoren sind ein bevorzugtes Konzept, um bei einem Otto-Motor mit Direkteinspritzung eine sichere Einhaltung von Abgasgrenzwerten zu erreichen. Bei derartigen Speicherkatalysatoren wird durch thermische Alterung und Schwefelvergiftung die NO_x-Speicherfähigkeit und das aktive Temperaturfenster verringert, so dass bei dem praktischen Einsatz in den Kraftfahrzeugen eine mehr oder weniger häufige Diagnose der Funktionsfähigkeit des Katalysators als erforderlich angesehen wird. Aus der DE19808382A1 ist bekannt ein Sensorsignal, das dem Zeitpunkt einer Beendigung einer Regeneration des NO_x-Katalysators entspricht, zur Bestimmung des Alterungszustandes des Katalysators zu verwenden, wobei die tatsächliche Regenerationsdauer mit der in einer Motormanagementeinheit abgelegten Soll-Generationsdauer verglichen wird. Hierbei wird verwendet, dass ein NO_x-Speicher-Katalysator nur eine begrenzte Menge an NO_x aufnehmen kann und daher von Zeit zu Zeit regeneriert werden muss. In diesem Zusammenhang ist aus der DE10051012A1 bekannt, während der Speicherphase eines NO_x-Katalysators eine Ist-Speicherzeitdauer zu ermitteln, wenigstens einen während der Ist-Speicherzeitdauer vorliegende Motorbetriebszustand zu erfassen und die Ist-Speicherzeitdauer mit einer Referenz-Speicherzeitdauer zu vergleichen. Aus dem Verhältnis der beiden Zeitdauern wird die aktuelle Speicherfähigkeit relativ zum ursprünglichen Zustand des Speicherkatalysators abgeleitet. Als Motorbetriebszustände werden bevorzugt, die Drehzahl sowie die relative Kraftstoffmasse und/oder die dem Verbrennungsmotor zugeführte Luftmenge oder -masse erfasst. Mit einem Sensor wird der Beginn von Beschleunigungsphasen ermittelt, wobei unabhängig von dem Speicherzustand des NO_x-Katalysators der Beginn jeder Beschleunigungsphase zur Regeneration des NO_x-Speicher-Katalysators genutzt wird.

[0003] Die Funktionsfähigkeit eines Speicher-Katalysators bildet sich in dem zeitlichen Verlauf, der hinter dem Katalysator messbaren NO_x-Konzentration ab, wie in der DE19843871A1 beschrieben ist. Es ist daher bekannt, aus dem Kurvenverlauf der NO_x-Konzentration hinter dem Katalysator Parameter des Speicher- und Regenerationsverhaltens eines Speicher-Katalysators, sowie den massenstrombezogenen Konvertierungsgrad zu ermitteln. Aus der DE19946628A1 ist ferner ein Diagnoseverfahren bekannt, bei dem der Speicher-Katalysator auf eine Mindesttemperatur aufgeheizt wird. Zur Einleitung des Aufheizens wird durch eine Sekundärluftpumpe der Sauerstoffanteil am Abgas durch Ein-

speisung eines zusätzlichen Luftvolumens unmittelbar nach der Verbrennungskraftmaschine erhöht. Befindet sich die Verbrennungskraftmaschine im Fettbetrieb, erfolgt damit eine vorgelagerte exotherme Oxidation der Reduktionsmittel direkt im oberen Abgaskanal oder gegebenenfalls an einem vorhandenen Vorkatalysator. Eine Diagnose erfolgt erst nach Abschalten der Sekundärluftpumpe.

[0004] Ferner ist aus der DE19928681A1 für die Wartung eines Kraftfahrzeugs eine Anordnung zur Messung und Auswertung von Wartungswerten bekannt, bei der ein Diagnosestecker mit einer Diagnosesteckdose des Kraftfahrzeugs gekoppelt wird. Über eine Sonde werden Abgaswerte des Kraftfahrzeugs gemessen. Hierzu wird die Sonde in den Auspuff des Kraftfahrzeugs eingeführt und dort befestigt. Ein Verfahren mit einem werkstattgerechten Ablauf zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit eines Abgaskatalysators ist auch aus der DE3935381A1 bekannt, bei der ein Abgaskatalysator auf eine Mindesttemperatur erwärmt wird. Aus einem Gasvorratsbehälter wird Stickoxyd dem heißen Abgas in der Abgasleitung zugesetzt. Eine Abgasmesssonde ist in dem Auspuffrohr der Abgasleitung angeordnet, die eine Gasprobe über eine Verbindungsleitung einem Gasanalysator zuführt.

[0005] Es ist darüber hinaus aus der DE3443649C2 bekannt die Katalysatorfunktion bei einem mit einer Lambdasonde ausgerüsteten Kraftfahrzeug mit Otto-Motor bei konstanten Betriebsbedingungen zu überprüfen und dabei die Prüfdrehzahl so hoch zu legen, dass die Betriebstemperatur des Katalysators sicher erreicht wird.

[0006] Ferner ist auf der DE19926146A1 eine Motorprüfstandsuntersuchung an einem NO_x-Speicher-Katalysator bekannt bei dem vor der jeweiligen Messung der NO_x-Konzentration beziehungsweise der NO_x-Emissionen die Verbrennungskraftmaschine zur Gewährleistung einer vollständigen NO_x-Regeneration 60 Sekunden lang in einem Arbeitsmodus mit Lambda = 0,9 bei einer Abgastemperatur vor dem NO_x-Speicher-Katalysator von ca. 350° C geschaltet wird. Nach der NO_x-Regeneration erfolgt ein Wechsel in einen Betriebspunkt mit magerem Arbeitsmodus mit Lambda = 2,2 wobei unmittelbar nach Beginn dieses Arbeitsmodus die NO_x-Konzentration beziehungsweise die NO_x-Emission erfasst wird. Die Verbrennungskraftmaschine ist dabei derart eingestellt, dass eine Konzentration des NO_x unmittelbar hinter der Verbrennungskraftmaschine bei ca. 1250 ppm liegt. Die gemessene NO_x-Konzentration wird mit einer NO_x-Sollkonzentration verglichen und daraus auf den Katalysatorzustand rückgeschlossen.

[0007] Mit dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Diagnose von NO_x-Katalysatoren ist es zwar in einem gewissen Umfang möglich, geschädigte Katalysatoren zu identifizieren. Jedoch hat sich herausgestellt, dass häufig auch geschädigte Katalysatoren als funktionsfähig diagnostiziert wurden.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher

die Schaffung eines Verfahrens und einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, mit der die Konvertierung von NOx-Speicher-Katalysatoren im Werkstatt- und im Fahrzeugproduktionsbereich geprüft und mit der die Genauigkeit und Sicherheit einer Diagnose von NOx-Speicher-Katalysatoren erhöht werden kann.

[0009] Erfindungsgemäß wird die angegebene Aufgabe durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0010] Erfindungsgemäß wird durch die Erhöhung des NOx-Massenstroms des Abgases berücksichtigt, dass auch geschädigte Speicher-Katalysatoren bei sehr niedriger NOx-Beaufschlagung über längere Zeit NOx einlagern können, ohne dass es zu einem Durchbruch von NOx kommt. Umgekehrt wird mit einer höheren Beaufschlagung des Speicher-Katalysators mit NOx die Trennschärfe der Diagnose verbessert.

[0011] Da der NOx-Abgasmassenstrom von Last und Drehzahl des Motors abhängt, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung durch eine Last- und/oder Drehzahlerhöhung die Beaufschlagung des Katalysators mit NOx durch eine Lasterhöhung und/oder eine Drehzahlerhöhung vergrößert, bis ein vorgegebener Wert des NOx-Massenstroms erreicht ist.

[0012] Ein Vorteil der Erfindung ist eine einfache und genaue Prüfung der Konvertierungsleistung von NOx-Speicher-Katalysatoren im Werkstatt- und im Fahrzeugproduktionsbereich.

[0013] Erfindungsgemäß kann die erhöhte NOx-Beaufschlagung bis zum Ende der Magerbetriebsphase erhöht bleiben.

[0014] Wenn nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung der NOx-Referenzzustand durch Beaufschlagung des Katalysators mit Abgas eines vorgegebenen Lambdawertes von $\lambda < 1$ erfolgt, bevorzugt $\lambda < 0,9$ insbesondere $\lambda < 0,7$ bis $0,8$ ist eine erhöhte Reproduzierbarkeit der Messung erreichbar. Bevorzugt ist vorgesehen, die Beaufschlagung des Katalysators mit einem Abgas mit $\lambda < 1$ bei einer niedrigeren Abbruchstelle zu beenden als sie im üblichen Fahrbetrieb gewählt wird, um damit eine verbesserte Ausräumung des NOx aus dem NOx-Speicher zu gewährleisten.

[0015] Eine gegebenenfalls vorhandene Schwefelvergiftung des Katalysators wird berücksichtigt, wenn ein SOx-Referenzzustand durch eine Desulfatierung bei einem Wert $\lambda \leq 1$ und einer Desulfatierungstemperatur, vorzugsweise $T > 550^\circ \text{C}$ eingestellt wird.

[0016] Wenn die Maßnahme zur Erhöhung der NOx-Beaufschlagung des Katalysators vor Einstellung des NOx- oder SOx-Referenzzustandes des Katalysators erfolgt, kann damit das Regenerationsintervall relativ kurz gehalten werden. Es kann jedoch die Maßnahme zur Erhöhung der NOx-Beaufschlagung auch nach Einstellung des NOx- bzw. SOx-Referenzzustandes erfolgen.

[0017] Die Magerbetriebsphase erfolgt vorzugsweise

mit einem vorgegebenen Betriebsparameterprofil. Bevorzugt werden Betriebsparameter, die für einen Normalbetrieb typisch sind gewählt, da hiermit eine erhöhte Trennschärfe der Diagnose erreicht werden kann. Insbesondere werden die Werte einer Abgasrückführrate, die sich auf die NOx-Rohemission auswirken, wie im Normalbetrieb gewählt.

[0018] Die Magerbetriebsphase wird so lange beibehalten, bis ein verwertbares NOx-Beladungszeitintervall vorliegt. Das Beladungszeitintervall kann durch eine Mindestbeladungszeit, beispielsweise zwischen 40 und 60 Sekunden, gegeben sein. Das NOx-Beladungszeitintervall kann jedoch auch in Abhängigkeit von anderen Parametern, beispielsweise der nach dem NOx-Katalysator ermittelten NOx-Konzentration oder der akkumulierten NOx-Masse bestimmt werden.

[0019] Als Abgaskenngroße wird der Lambdawert des Abgases oder die NOx-Konzentration stromab des Speicher-Katalysators gemessen.

[0020] Zur Ermittlung des NOx-Katalysatorzustands in Abhängigkeit von der Abgaskenngroße wird das mittels des Sensors gemessene tatsächliche Verhalten mit einem modellierten Verhalten des Speicher-Katalysators verglichen. Bevorzugt wird eine modellierte oder gemessene NOx-Rohemission und die nach dem Speicher-Katalysator gemessene NOx-Konzentration oder der NOx-Massenstrom zur Bestimmung der in der Magerbetriebsphase im NOx-Katalysator eingelagerten NOx-Menge herangezogen.

[0021] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens beinhaltet eine Testeinrichtung, mittels der die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte durchgeführt werden. Die Testeinrichtung kann separat ausgebildet sein oder als Teilsystem der Motorsteuerung.

[0022] Zur Messung der Abgaskenngroße ist zumindest ein für den Normalbetrieb im Fahrzeug serienmäßig verbauter Sensor vorgesehen. Dies ermöglicht eine besonders einfache Durchführung der Diagnose.

[0023] Zur Messung der Abgaskenngroße ist gemäß einer weiteren Ausführungsform zumindest ein nicht für den Normalbetrieb im Fahrzeug serienmäßig verbauter Sensor vorgesehen, mit dem eine besondere Anpassung an die Testbedingungen möglich ist. Im Folgenden wird die Erfindung unter Verwendung von Zeichnungen anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, aus dem sich auch unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben.

[0024] In den Zeichnungen zeigen in schematischer Darstellung:

Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit zugeordneter Abgasanlage

Figur 2 ein Ablaufdiagramm für ein erfindungsgemäßes Verfahren

[0025] Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine

Verbrennungsmaschine 10, beispielsweise ein magerlauffähiger Otto-Motor oder eine Dieselmotorkraftmaschine, mit einer Abgasanlage 12 und einem Motorsteuergerät 20, vorzugsweise zum Betrieb eines Kraftfahrzeugs. Die Abgasanlage 12 weist stromab des Verbrennungsmotors 10 einen optionalen Vorkatalysator 14 und einen NOx-Speicher-Katalysator 16 zur Konvertierung von schädlichen oder unerwünschten Komponenten des Abgases in andere Komponenten auf. Ferner ist eine äußere Abgas-Rückführeinrichtung 13 mit einem Abgas-Rückführventil 15 vorgesehen. Stromab des Vorkatalysators 14 und stromaufwärts des NOx-Speicher-Katalysators 16 ist eine Lambdasonde 17 im Abgaskanal 12 angeordnet. Hierbei handelt es sich bevorzugt um eine stetige Lambdasonde, jedoch kann auch eine binäre Lambdasonde vorgesehen sein. Stromab des Speicher-Katalysators 16 ist ein Sensor 18 angeordnet. Der Sensor 18 ist bevorzugt als NOx-Sensor oder als binäre Lambdasonde ausgeführt.

[0026] Das Motorsteuergerät 20 erfasst in an sich bekannter Weise auch über nicht dargestellte weitere Sensoren Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine 10, wie beispielsweise die Drosselklappenstellung, Abgasrückführrate, zum Zeitpunkt Einspritzzeitpunkt vom Vor-Haupt-Nacheinspritzungen, Einspritzdruck gegebenenfalls Tumble-Klappenstellung, Ladedruck, Phasensteller der Nockenwelle, Fahrpedalstellung, Fahrgeschwindigkeit sowie Motorlast und Drehzahl. Über nicht dargestellte Stellglieder können Betriebsparameter des Verbrennungsmotors 10 gegebenenfalls von dem Motorsteuergerät 20 beeinflusst werden. Ferner ist eine Testeinrichtung 21 vorgesehen, über die Betriebsparameter des Verbrennungsmotors zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingestellt werden. Die Testeinrichtung 21 kann auch Bestandteil des Motorsteuergeräts 20 sein. Wie an sich bereits aus dem Stand der Technik bekannt ist, kann die Testeinrichtung 21 beispielsweise über einen Diagnosetester als Schnittstelle mit dem Motorsteuergerät 20 verbunden sein.

[0027] Wenn der Verbrennungsmotor 10 über ein On-Board-Diagnose-System für den NOx-Speicher-Katalysator 16 im Normalbetrieb verfügt, werden üblicherweise Fehlereinträge in einen Speicher im Motorsteuergerät 20 vorgenommen, die während des Betriebs des Verbrennungsmotors 10 identifiziert wurden. In einem solchen Fall kann erfindungsgemäß beispielsweise im Werkstattbereich/Kundendienst eine On-Board-Diagnose bei stehendem Fahrzeug in der Werkstatt zur Verifikation erfolgen.

[0028] Ferner besteht nach einer Reparatur und anschließender Löschung von gegebenenfalls gespeicherten Fehlereinträgen Bedarf einen sogenannten Readynesscode zu erzeugen, der über eine geeignete Schnittstelle ausgegeben wird. Der Readynesscode beinhaltet die Prüfergebnisse von wesentlichen Komponenten des Motormanagements wie beispielsweise Katalysator, Abgasrückführung, Lambdasonde, Sekundär-

luftzuführung. Hierbei werden mit Anreizen Prüfprozeduren für die einzelnen Komponenten erzeugt und somit angezeigt, ob das Gesamtsystem korrekt arbeitet.

[0029] Bei der Herstellung eines Fahrzeugs besteht spätestens am Bandende Bedarf zur Anwendung von Prüfroutrinen, um sämtliche Komponenten des Verbrennungsmotors und der Motorperipherie zu testen und damit sicherzustellen, dass ein Motorsystem mit vorgeschriebener Qualitätscharakteristik die Produktion verlässt.

[0030] Bei der Durchführung von derartigen Diagnosen wird bei einem stehenden Fahrzeug bevorzugt ein definierter Betriebspunkt eingestellt. Über das Motorsteuergerät 20 werden Betriebsparameter entsprechend vorgegebener Prüfprofile eingestellt.

[0031] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass die Trennschärfe einer Diagnose eines NOx-Speicher-Katalysators erhöht werden kann, wenn während der Diagnose eine Mindest-NOx-Beaufschlagung des Speicher-Katalysators gewährleistet ist. Hiermit wird vermieden, dass geschädigte Speicherkatalysatoren, die unter Umständen bei niedriger NOx-Beaufschlagung über längere Zeit NOx ohne Durchbruch einlagern können, als ungeschädigt diagnostiziert werden.

[0032] Da die Diagnose bei stehendem Fahrzeug erfolgt, ist eine derartige höhere NOx-Beaufschlagung des Katalysators im Unterschied zu einer Diagnose bei Fahrbetrieb relativ einfach möglich. Ein Maß für die NOx-Beaufschlagung des Katalysators ist der NOx-Massenstrom. Der NOx-Massenstrom ist proportional der Raumgeschwindigkeit des Abgases sowie der NOx-Konzentration im Abgas. Bei konstanter Motorlast kann durch Anhebung der Drehzahl der Massenstrom erhöht werden. Bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Kennfeld verwendet bei dem in Abhängigkeit von Motorlast und Drehzahl, der in den NOx-Katalysator eingehende NOx-Massenstrom abgelegt wird. Ferner kann der NOx-Massenstrom auch aus Motormodellen abgeleitet oder mittels eines stromaufwärts des NOx-Katalysators angeordneten NOx-Sensors sowie aus Informationen über den Abgas-Massenstrom bestimmt werden. Die Betriebsparameter des Verbrennungsmotors, insbesondere Motorlast und Drehzahl werden erfindungsgemäß derart gewählt, dass der NOx-Massenstrom einen vorgegebenen Wert überschreitet oder in einem vorgegebenen Intervall liegt, bei dem eine ausreichend hohe Trennschärfe der Diagnose sichergestellt ist.

[0033] In dem Ablaufdiagramm Figur 2 ist der prinzipielle Ablauf einer erfindungsgemäßen Diagnose dargestellt. Zur Vereinfachung sind an Entscheidungspunkten (Rauten) jeweils nur die bei einer Ja-Entscheidung zu verfolgenden Abläufe dargestellt. Im Entscheidungspunkt R0 erfolgt eine Anforderung einer Prüfprozedur für die NOx-Speicheraktivität, vorzugsweise über eine Diagnoseschnittstelle zwischen der Testeinrichtung 21 und der Motorsteuerung 20. Im Schritt R1 wird der Katalysator auf eine Temperatur in einem für die

NOx-Speicherwirkung repräsentativen Bereich gebracht. Beispielsweise zwischen 200 und 600°C, bevorzugt 300 bis 450°C je nach Katalysatortyp und Temperatur. Ein noch nicht auf eine ausreichende Temperatur erwärmter Katalysator kann beispielsweise durch sogenanntes Katalysatorheizen mit einer erhöhten Motordrehzahl und einem späten Zündwinkel aufgeheizt werden. Im Schritt R2 wird die NOx-Beaufschlagung des Katalysators auf einen vorgegebenen Schwellwert oder in ein vorgegebenes Testintervall eingestellt. Vorzugsweise geschieht das durch Anhebung der Drehzahl zur Erhöhung des NOx-Massenstroms beziehungsweise der Raumgeschwindigkeit bei definierter Motorlast. Im Schritt R3 wird ein NOx-Referenzzustand des NOx-Speicher-Katalysators zur Messung der NOx-Konvertierung eingestellt. Hierzu wird der NOx-Katalysator mit Abgas eines vorgegebenen Lambdawerts < 1 beaufschlagt. Bevorzugt ist hierbei ein Lambdawert von 0,7 bis 0,8. Dabei wird gegebenenfalls eingelagertes NOx aus dem Katalysator entfernt. Die Regeneration wird beendet wenn ein Durchbruch von Abgas mit einem Lambdawert < 1 hinter dem NOx-Speicher-Katalysator durch die stromabwärts des Katalysators 16 angeordnete Lambdasonde 18 ermittelt wird. Ein Durchbruch wird dann festgestellt, wenn das Abgas stromab des Katalysators 16 einen Lambdawert kleiner als ein Lambdасhwellwert aufweist. Bevorzugt wird hier ein Schwellwert gewählt, der mehr im Fetten liegt als im üblichen Fahrbetrieb, beispielsweise Lambda 0,9, um eine vollständige Entfernung von NOx aus dem Katalysator 16 zu gewährleisten. Für den Fall, dass eine Desulfatierung des Katalysators 16 erfolgen soll, also ein SOx-Referenzzustand eingestellt werden soll, wird bei einem Lambdawert < = 1 und einer Temperatur T > 550°C gearbeitet. Die Entscheidung für eine Beendigung der Regenerationsmaßnahme erfolgt im Schritt R4.

[0034] Im Schritt R5 erfolgt in einer Magerbetriebsphase eine Zurverfügungstellung von NOx aus dem Verbrennungsprozess des Verbrennungsmotors für ein vorgegebenes NOx-Beladungszeitintervall. Während der Magerbetriebsphase wird der Verbrennungsmotor vorzugsweise mit einem vorgegebenen Betriebsparameterprofil ähnlich denen des normalen Fahrbetriebs betrieben. Insbesondere werden Werte dabei von Betriebsparametern, die sich stark auf die NOx-Rohemission auswirken, überwacht. Das NOx-Beladungszeitintervall kann eine Mindestbeladungszeit sein, beispielsweise 40 bis 60 Sekunden. Ferner kann das NOx-Beladungszeitintervall in Abhängigkeit von einer vorgegebenen kumulierten Masse NOx stromab des Katalysators 16 oder einer NOx-Konzentration stromab des Katalysators 16 gewählt werden. Ziel dieser Magerbetriebsphase ist die Ermittlung von genügend Daten um einen NOx-Katalysatorzustandswert in Abhängigkeit von den Messwerten zu berechnen. Im Schritt R6 wird das Vorliegen eines verwertbaren NOx-Beladungszeitintervalls festgestellt, wonach im Schritt R7 der NOx-Katalysatorzustandswert berechnet wird. Bevorzugt wird dabei die

stromab des NOx-Katalysators 16 gemessene NOx-Konzentration integriert und mit einer für einen ungeschädigten NOx-Speicher-Katalysator modellierten Sollkenngröße verglichen. Vorzugsweise kann das Verhältnis der beiden Größen berechnet werden. Daneben bestehen weitere an sich aus dem Stand der Technik bereits bekannten Möglichkeiten, einen Zustandswert des NOx-Katalysators im Schritt R7 zu berechnen, wobei vorzugsweise entweder von einem NOx-Schlupf stromab des NOx-Katalysators oder von Desorptionsverhalten während einer Regenerationsphase ausgegangen werden kann.

[0035] Nach Berechnung des NOx-Zustandswerts in Schritt R7 erfolgt eine Ausgabe des ermittelten Werts in R8. Falls sich dabei aus den ermittelten Werten oder aus bereits vorher vorliegenden Daten Hinweise auf eine Schwefelvergiftung des Katalysators ergeben, kann gegebenenfalls in einem zweiten Durchlauf noch eine Desulfatierung in Schritt R3 erfolgen.

[0036] Im Unterschied zu der oben angegebenen Reihenfolge der Schritte R2 und R3 ist bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, zunächst einen definierten NOxbeziehungsweise SOx-Referenzzustand des Katalysators einzustellen und anschließend die NOx-Beaufschlagung des Katalysators zu erhöhen, das heißt die Schritte R2 und R3 zu vertauschen. Allerdings ist in diesem Fall von Nachteil, dass die Einstellung des Referenzzustandes bei niedrigerer Drehzahl aufgrund des niedrigeren Absatzdurchsatzes länger in Anspruch nimmt als bei einer höheren Drehzahl.

[0037] Für eine noch genauere Diagnose ist es vorteilhaft, wenn der NOx-Massenstrom entsprechend einem vorgegebenen zeitlichen Profil während der Schritte R2 bis R6 variiert wird. Zur Vereinfachung kann jedoch auch mit einer im Wesentlichen konstanten Raumgeschwindigkeit gearbeitet werden.

[0038] Die Testeinrichtung kann als Teilsystem der Motorsteuerung ausgebildet oder als separate Baugruppe vorgesehen sein. Zur Messung der Abgaskenngrößen kann zumindest ein für den Normalbetrieb serienmäßig im Fahrzeug vorhandener Sensor vorgesehen sein. Bei einer weiteren Ausbildungsform der Erfindung ist zur Messung der Abgaskenngrößen zumindest ein nicht für den Normalbetrieb serienmäßig im Fahrzeug verbauter Sensor vorgesehen.

[0039] Die Erfindung ermöglicht insbesondere eine einfache und genaue Prüfung der Konvertierungsleistung eines NOx-Speicher-Katalysators im Produktionsbereich oder im Kundendienstbereich.

- 10 Verbrennungsmotor
- 12 Abgaskanal
- 13 AGR
- 14 Vorkatalysator
- 55 15 AGR-Ventil
- 16 NOx-Speicher-Katalysator
- 17 Lambdasonde
- 18 Sensor, NOx-Sensor, Lambdasonde

- 20 Motorsteuerung
21 Testeinrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose eines in einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors eines Fahrzeugs angeordneten NOx-Speicher-Katalysators bei stehendem Fahrzeug, wobei folgende Schritte vorgesehen sind:

- Einstellung der Katalysatortemperatur auf einen Wert in einem für eine NOx-Speicherung repräsentativen Bereich
- Einstellung eines NOx-Referenzzustandes des Speicher-Katalysators zur Messung einer NOx-Magerkonvertierung
- Beaufschlagung des NOx-Speicher-Katalysators mit Abgas mit einem NOx-Massenstrom größer als ein vorgegebener Schwellwert
- Durchführung einer Magerbetriebsphase
- Messung einer für die NOx-Konvertierung charakteristischen Abgaskenngröße mittels eines stromab des Speicher-Katalysators angeordneten Sensors
- Ermittlung eines Speicher-Katalysator-Zustandswertes in Abhängigkeit von den Messwerten der Abgaskenngröße
- Ausgabe des Zustandswertes über Diagnose-schnittstelle
- Ausgabe des Zustandswertes

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert der NOx-Beaufschlagung des Speicher-Katalysators aus einem Kennfeld mit der Motordrehzahl und der Motorlast als Eingangsgrößen bestimmt wird.

3. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einstellung des NOx-Referenzzustands der Speicher-Katalysator zumindest temporär mit Abgas eines vorgegebenen Lambdawerts < 1 , bevorzugt $\lambda < 0,9$, besonders bevorzugt zwischen $0,7$ und $0,8$ beaufschlagt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beaufschlagung des Speicher-Katalysators mit einem Lambdawert < 1 spätestens bei einem NOx-Durchbruch stromab des Speicher-

Katalysators abgebrochen wird.

5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung des NOx-Referenzzustands zeitlich vor Beaufschlagung des Speicher-Katalysators mit dem vorgegebenen NOx-Massenstrom erfolgt.

6. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung des NOx-Referenzzustandes zeitlich nach Beaufschlagung des Speicher-Katalysators mit dem vorgegebenen NOx-Massenstrom erfolgt.

7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsmotor während der Magerbetriebsphase mit einem vorgegebenen Betriebsparameter-Profil betrieben wird, wobei die Betriebsparameter zumindest einen der folgenden Parameter umfassen: Drosselklappenstellung, Abgasrückführungsrate, zum Zeitpunkt, Einspritzzeitpunkt von Vor-Haupt-Nacheinspritzungen, Einspritzdruck, gegebenenfalls Tumble-Klappenstellung, Ladedruck, Phasensteller der Nockenwelle, Drehzahl, Fahrpedalstellung, Last, Fahrgeschwindigkeit.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werte des vorgegebenen Betriebsparameterprofils im wesentlichen denen eines Normalbetriebs des Fahrzeugs entsprechen.

9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Magerbetriebsphase nach Beendigung eines NOx-Ladungszeitintervalls des Speicher-Katalysators beendet wird.

10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Beladungszeitintervall durch eine vorgegebene feste Beladungszeit gegeben ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das NOx-Beladungszeitintervall in Abhängigkeit von dem Wert einer NOx-Konzentration stromab des Speicher-Katalysators gewählt wird.

12. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Abgaskenngröße ein Lambdawert oder eine NOx-Konzentration stromab des Speicher-Katalysators gewählt ist.

13. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der NOx-Zustandswert in Abhängigkeit von einer

NO_x-Rohemission und einer in den Speicher-Katalysator eingelagerten NO_x-Menge bestimmt wird.

14. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Berücksichtigung einer Schwefelvergiftung des Katalysators ein SO_x-Referenzzustand bei einem Lambdawert < 1 und einer Desulfatierungstemperatur, vorzugsweise T > 550 Grad Celsius eingestellt wird. 5
10
15. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchführung der Diagnoseschritte als On-Board-Diagnose mittels in einem Motorsteuergerät abgespeicherter Prozeduren erfolgt. 15
16. Vorrichtung zur Durchführung einer Diagnose eines in einem Abgaskanal eines Verbrennungsmotors eines Fahrzeugs angeordneten NO_x-Speicher-Katalysators bei stehendem Fahrzeug, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Testeinrichtung vorgesehen ist, mittels der die Verfahrensschritte gemäß Anspruch 1 durchführbar sind. 20
25
17. Vorrichtung nach Anspruch 16 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Testeinrichtung ein Teilsystem einer Motorsteuerung des Verbrennungsmotors ist. 25
18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Messung der Abgasgrößen zumindest ein für den Normalbetrieb im Fahrzeug serienmäßig verbauter Sensor vorgesehen ist. 30
35
19. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Messung der Abgasgrößen zumindest ein nicht für den Normalbetrieb im Fahrzeug serienmäßig verbauter Sensor vorgesehen ist. 40
20. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Messung eines Lambdawertes des Abgases zumindest ein stromaufwärts des Speicher-Katalysators verbaute Lambdasonde, vorzugsweise eine binäre oder eine Breitband-Lambdasonde vorgesehen ist. 45
21. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Messung der NO_x-Konzentration stromabwärts des Speicher-Katalysators ein NO_x-Sensor vorgesehen ist. 50
55

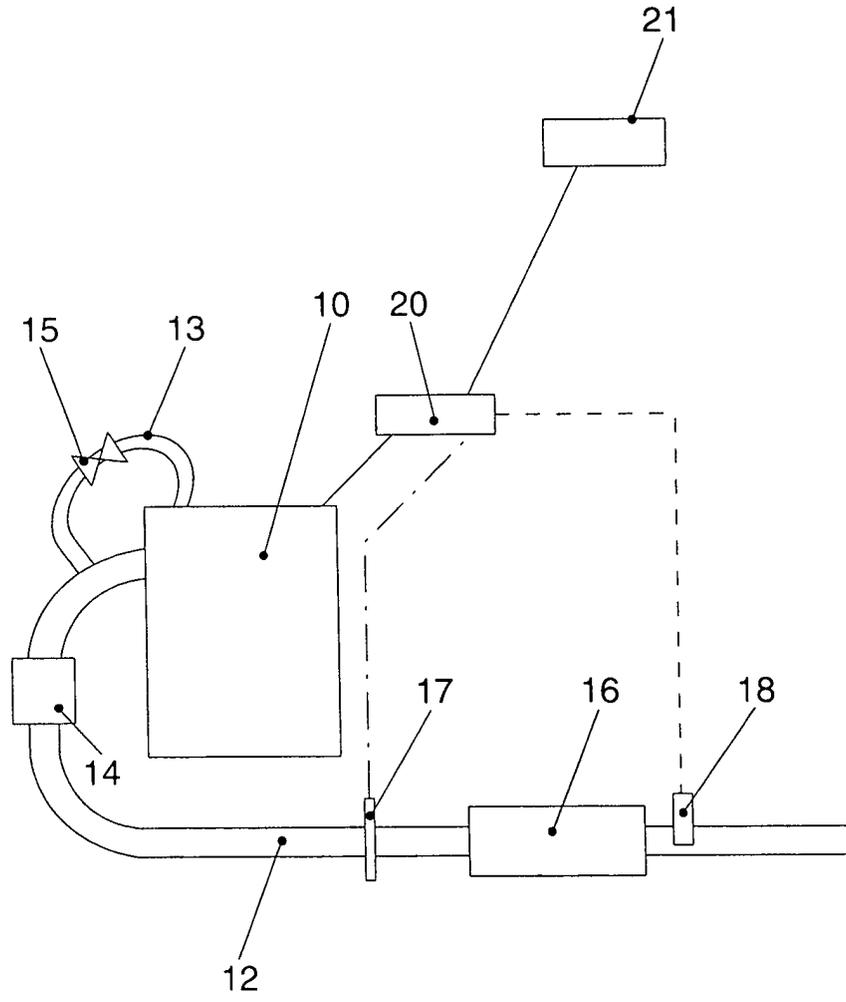


FIG. 1

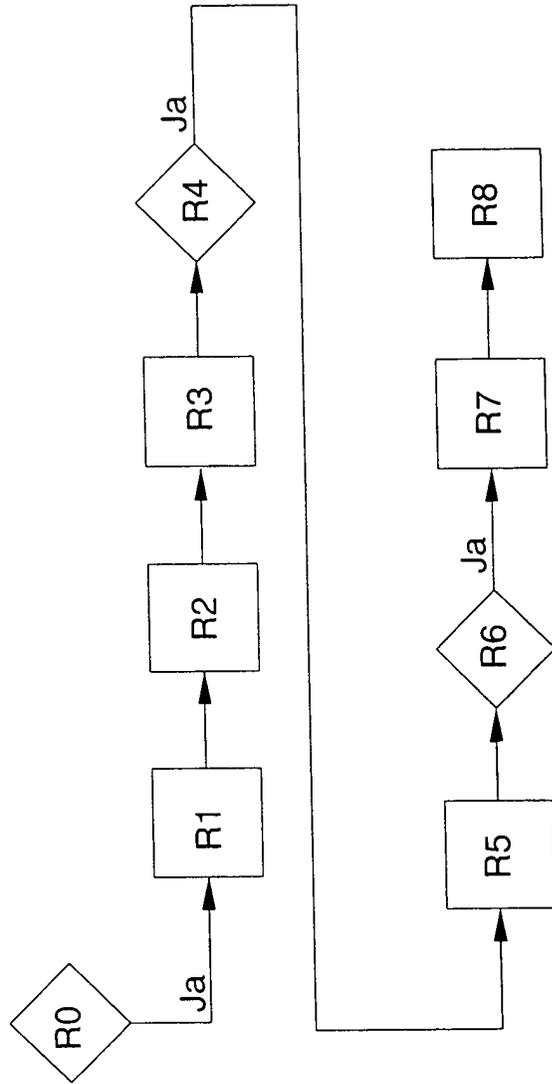


FIG. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 02 7579

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 199 26 146 A (VOLKSWAGENWERK AG) 14. Dezember 2000 (2000-12-14) * Spalte 7, Zeile 27 - Spalte 9, Zeile 7; Ansprüche 1,19; Abbildungen 1,4 *	1-21	F01N11/00 F01N3/02 F01N3/08 F02D41/14 F02D41/02
A	GB 2 342 597 A (BOSCH GMBH ROBERT) 19. April 2000 (2000-04-19) * Seite 4, Absatz 1 - Seite 6, Absatz 1; Abbildungen 1,2 *	1-21	G01M15/00 F01N9/00
A	DE 100 03 612 A (VOLKSWAGENWERK AG) 2. August 2001 (2001-08-02) * Seite 3, Zeile 26 - Seite 4, Zeile 4; Abbildungen 1-3 *	1-21	
A	EP 0 969 194 A (NISSAN MOTOR) 5. Januar 2000 (2000-01-05) * Spalte 3, Zeile 43 - Spalte 4, Zeile 31; Abbildung 1 *	1-21	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 07, 31. Juli 1997 (1997-07-31) & JP 09 088560 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 31. März 1997 (1997-03-31) * Zusammenfassung *	1-21	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F01N F02D G01M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	19. Februar 2004	Zebst, M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 02 7579

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-02-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19926146 A	14-12-2000	DE 19926146 A1	14-12-2000
		WO 0077372 A1	21-12-2000
		EP 1192343 A1	03-04-2002

GB 2342597 A	19-04-2000	DE 19843871 A1	02-08-2001
		GB 2360955 A ,B	10-10-2001
		GB 2360956 A ,B	10-10-2001
		JP 2000104536 A	11-04-2000

DE 10003612 A	02-08-2001	DE 10003612 A1	02-08-2001
		AU 2678601 A	07-08-2001
		WO 0155566 A1	02-08-2001
		EP 1254307 A1	06-11-2002
		JP 2003524101 T	12-08-2003

EP 0969194 A	05-01-2000	JP 2000018023 A	18-01-2000
		EP 0969194 A2	05-01-2000
		US 6145305 A	14-11-2000

JP 09088560 A	31-03-1997	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82