



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben eines zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine verwendeten Katalysators und einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

## Stand der Technik

**[0002]** In der DE 101 39 142 A1 ist ein Abgasbehandlungssystem einer Brennkraftmaschine beschrieben, bei dem zur Verringerung der NO<sub>x</sub>-Emissionen ein SCR-Katalysator (Selective-Catalytic-Reduction) eingesetzt ist, der die im Abgas enthaltenen Stickoxide mit dem Reagenzmittel Ammoniak zu Stickstoff reduziert. Das Ammoniak wird in einem stromaufwärts vor dem SCR-Katalysator angeordneten Hydrolyse-Katalysator aus einer Harnstoff-Wasser-Lösung gewonnen. Der Hydrolyse-Katalysator setzt den in der Harnstoff-Wasser-Lösung enthaltenen Harnstoff zu Ammoniak und Kohlendioxid um.

**[0003]** In der DE 197 39 848 A1 ist eine Vorgehensweise beschrieben, mit welcher die NO<sub>x</sub>-Rohemissionen der Brennkraftmaschine aus bekannten Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine wenigstens näherungsweise berechnet werden können. Ausgangspunkt ist ein Kennlinienfeld, das von der Last und der Drehzahl der Brennkraftmaschine aufgespannt wird. Zusätzlich können Korrekturen beispielsweise in Abhängigkeit von der Luftzahl Lambda vorgesehen sein.

**[0004]** Aus der EP 1 024 254 A2 ist ein Abgasbehandlungssystem einer Brennkraftmaschine bekannt geworden, bei dem zur Verringerung der NO<sub>x</sub>-Emissionen ebenfalls ein SCR-Katalysator eingesetzt ist. Als Reagenzmittel ist wieder Ammoniak vorgesehen, das im Abgaskanal aus einer Harnstoff-Wasser-Lösung gewonnen wird. Die Reagenzmittelrate wird anhand der Kraftstoff-Einspritzmenge und der Drehzahl der Brennkraftmaschine sowie wenigstens anhand einer Kenngröße des Abgases, beispielsweise der Abgastemperatur, festgelegt.

**[0005]** In der EP 697 062 B1 sind ein Verfahren und eine Einrichtung zur gesteuerten Einbringung eines Reagenzmittels in ein stickoxidhaltiges Abgas beschrieben. Vorgesehen ist ebenfalls ein SCR-Katalysator, der als Reagenzmittel Ammoniak benötigt, das aus einem stromaufwärts des SCR-Katalysators in den Abgaskanal eingebrachten Reagenzmittel gewonnen wird. Erfasst werden wenigstens ein betriebsrelevanter Parameter des Abgases, mindestens ein betriebsrelevanter Parameter eines Katalysators und gegebenenfalls ein betriebsrelevanter Parameter einer Brennkraftmaschine zur Bestimmung der NO<sub>x</sub>-Rohemissionen der Brennkraftmaschine. Entsprechend der ermittelten NO<sub>x</sub>-Rohemissionen

wird ein Zwischenwert für eine vorzugebende Reagenzmittelrate bestimmt, der um eine vom Katalysator desorbierte Reagenzmittelrate verringert wird oder um eine vom Katalysator adsorbierte Reagenzmittelrate erhöht wird.

## Aufgabenstellung

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine verwendeten Katalysators und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, die eine Über- und/oder Underdosierung des Reagenzmittels vermeiden.

**[0007]** Die Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Merkmale jeweils gelöst.

## Vorteile der Erfindung

**[0008]** Die erfindungsgemäße Vorgehensweise sieht eine Steuerung oder eine Regelung; des in einem Katalysator gespeicherten Reagenzmittels auf einen vorgegebenen Speichersollwert vor. Die gezielte Vorgabe des Speichersollwerts weist den Vorteil auf, dass in instationären Zuständen der Brennkraftmaschine einerseits eine ausreichende Menge an Reagenzmittel zur möglichst vollständigen Beseitigung wenigstens einer unerwünschten Abgaskomponente zur Verfügung steht und andererseits ein Reagenzmittelschlupf vermieden wird. Gleichbedeutend mit der Regelung oder zumindest Steuerung auf den vorgegebenen Speichersollwert ist die Regelung oder zumindest Steuerung des Sättigungsgrads des Katalysators mit dem Reagenzmittel. Der Sättigungsgrad entspricht dem Verhältnis aus aktueller adsorbierter Reagenzmittelmenge zum maximal möglichen Reagenzmittel-Füllstand des Katalysators.

**[0009]** Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ergeben sich aus abhängigen Ansprüchen.

**[0010]** Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Speichersollwert von einem Maß für die Temperatur des Katalysators abhängt. Diese Ausgestaltung berücksichtigt die Temperaturabhängigkeit der Speicherkapazität des Katalysators. Eine Weiterbildung sieht vor, dass der temperaturabhängige Speichersollwert unterhalb eines Betriebstemperaturbereichs des Katalysators zu niedrigeren Temperaturen hin abgesenkt wird. Diese Weiterbildung berücksichtigt die Tatsache, dass die katalytische Aktivität im Katalysator zu niedrigeren Temperaturen hin abfällt. Eine andere Weiterbildung sieht vor, dass der temperaturabhängige Speichersollwert nach einem innerhalb des Betriebstemperaturbereichs des Katalysators liegenden Maximum zu höheren Temperaturen hin abgesenkt wird. Diese Weiterbildung stellt sicher, dass

das Maximum für den Reagenzmittel-Füllstand innerhalb des Betriebstemperaturbereichs des Katalysators liegt und dass die abnehmende Reagenzmittel-Speicherkapazität des Katalysators zu höheren Temperaturen hin berücksichtigt wird.

**[0011]** Eine Ausgestaltung sieht vor, dass ein den Reagenzmittel-Füllstand des Katalysators widerspiegelnder Speicheristwert wenigstens auf der Grundlage des in den Katalysator einströmenden NO<sub>x</sub>-Massenstroms ermittelt wird. Eine andere Ausgestaltung sieht vor, dass ein den Füllstand des Reagenzmittels widerspiegelnder Speicheristwert wenigstens auf der Grundlage eines den Katalysator verlassenden NO<sub>x</sub>-Massenstroms ermittelt wird. Die Berücksichtigung des einströmenden und/oder des den Katalysator verlassenden NO<sub>x</sub>-Massenstroms ermöglicht eine vergleichsweise einfache Ermittlung des Reagenzmittel-Füllstands des Katalysators, da die NO<sub>x</sub>-Massenströme anhand von bekannten Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine und/oder des Abgases und/oder des Katalysators berechnet werden können.

**[0012]** Eine Weiterbildung sieht eine Berechnung eines den Reagenzmittel-Füllstand widerspiegelnden Speicheristwerts vor. Die Berechnung erfolgt anhand des in den Katalysator einströmenden Reagenzmittel-Massenstroms, vermindert um die Differenz zwischen dem in den Katalysator einströmenden und dem den Katalysator verlassenden NO<sub>x</sub>-Massenstrom, weiterhin vermindert um den Reagenzmittelschlupf.

**[0013]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung betrifft einen Datenträger, auf dem das erfindungsgemäße Verfahren als Software gespeichert ist. Weiterhin betrifft die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Steuerung einer Brennkraftmaschine, in der das erfindungsgemäße Verfahren hinterlegt ist. Die Software kann unmittelbar oder über eine Datenfernübertragung (Internet) auf den Datenträger gebracht werden.

#### Ausführungsbeispiel

**[0014]** Weitere vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ergeben sich aus weiteren abhängigen Ansprüchen und aus der folgenden Beschreibung.

#### Zeichnung

**[0015]** [Fig. 1](#) zeigt ein technisches Umfeld, in welchem ein erfindungsgemäßes Verfahren abläuft, [Fig. 2](#) zeigt eine Struktur eines Regelkreises, [Fig. 3](#) zeigt einen Reagenzmittel-Füllstand in Abhängigkeit von der Temperatur und [Fig. 4](#) zeigt ein Modell eines Katalysators.

**[0016]** [Fig. 1](#) zeigt eine Brennkraftmaschine **10** in deren Ansaugbereich ein Luftsensor **11** und in deren Abgasbereich ein erster NO<sub>x</sub>-Sensor **12**, eine Reagenzmittel-Einbringungs Vorrichtung **13**, ein Katalysator **14** sowie ein zweiter NO<sub>x</sub>-Sensor **15** angeordnet sind. Der Brennkraftmaschine **10** ist eine Kraftstoff-Zumessvorrichtung **20** und dem Katalysator **14** ein Temperatursensor **21** zugeordnet.

**[0017]** Der Luftsensor stellt einer Steuerung **30** ein Luftsignal d<sub>mL</sub> zur Verfügung. Die Brennkraftmaschine **10** gibt eine Drehzahl N an die Steuerung **30** ab. Der erste NO<sub>x</sub>-Sensor **12** stellt der Steuerung **30** ein erstes NO<sub>x</sub>-Signal NO<sub>xvK</sub> und der zweite NO<sub>x</sub>-Sensor **15** ein zweites NO<sub>x</sub>-Signal NO<sub>xhK</sub> zur Verfügung. Der Temperatursensor **21** stellt ein Temperatursignal T<sub>p</sub> bereit. Der Steuerung **30** wird weiterhin ein von einem nicht näher gezeigten Fahrpedal eines ebenfalls nicht näher gezeigten Kraftfahrzeugs abgeleiteter Drehmoment-Sollwert MF<sub>a</sub> zugeleitet.

**[0018]** Die Steuerung **30** gibt ein Kraftstoffsignal mE an die Kraftstoff-Zumessvorrichtung **20** ab. Die Steuerung **30** steuert ein Reagenzmittel-Dosierventil **31** mit einem Dosiersignal q<sub>Rea</sub> an.

**[0019]** [Fig. 2](#) zeigt eine Sollwertvorgabe **40**, die einen Speichersollwert NH<sub>3</sub>SpSW an einen ersten Summierer **41** abgibt, der die Differenz zwischen dem Speichersollwert NH<sub>3</sub>SpSW und einem Speicheristwert NH<sub>3</sub>Sp bildet. Die vom ersten Summierer **41** bereitgestellte Regeldifferenz **42** wird in einem Regler **43** zu einer Stellgröße **44** verarbeitet, die einem zweiten Summierer **45** zugeführt wird. Der zweite Summierer **45** addiert die Stellgröße **44** zu einer Vorsteuergröße **46** und stellt das Dosiersignal q<sub>Rea</sub> bereit, mit dem das Reagenzmittel-Dosierventil **31** beaufschlagt wird.

**[0020]** Das Dosierventil **31** gibt einen in den Katalysator **14** einströmenden Reagenzmittelstrom NH<sub>3</sub>dmE frei, der eine Eingangsgröße eines Katalysatormodells **47** ist, welches den Speicheristwert NH<sub>3</sub>Sp bereitstellt.

**[0021]** Das Temperatursignal T<sub>p</sub> wird der Sollwertvorgabe **40**, dem Regler **43** und dem Katalysatormodell **47** zur Verfügung gestellt.

**[0022]** [Fig. 3](#) zeigt einen maximal möglichen Reagenzmittel-Füllstand **50** sowie den Speichersollwert NH<sub>3</sub>SpSW in Abhängigkeit von der Temperatur.

**[0023]** [Fig. 4](#) zeigt das Katalysatormodell **47**, dem der einströmende Reagenzmittelstrom NH<sub>3</sub>dmE, ein in den Katalysator **14** einströmender, auf das Reagenzmittel bezogener NO<sub>x</sub>-Massenstrom NO<sub>x</sub>dmE, ein den Katalysator **14** verlassender, auf das Reagenzmittel bezogener NO<sub>x</sub>-Massenstrom NO<sub>x</sub>dmA sowie ein Reagenzmittelschlupf NH<sub>3</sub>msAus zuge-

führt wird. Das Katalysatormodell **47** stellt den Speicherwert NH3Sp bereit. Weiterhin kann dem Katalysatormodell **47** das Temperatursignal Tp und/oder der abgeschätzte Wirkungsgrad des Katalysators **14** zugeführt werden.

**[0024]** Das erfindungsgemäße Verfahren arbeitet folgendermaßen:

Die in [Fig. 1](#) gezeigte Steuerung **30** legt in Abhängigkeit zumindest vom Drehmoment-Sollwert MFa und/oder in Abhängigkeit von der Drehzahl N und/oder in Abhängigkeit vom Luftsignal dmL das Kraftstoffsignal mE fest, welches die der Brennkraftmaschine **10** von der Kraftstoff-Zumessvorrichtung **20** zugemessene Kraftstoffmenge bestimmt. Der im Abgasbereich der Brennkraftmaschine **10** angeordnete wenigstens eine Katalysator **14** ist zur Beseitigung wenigstens einer Abgaskomponente der Brennkraftmaschine **10** vorgesehen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Katalysator als SCR-Katalysator ausgebildet, der die von der Brennkraftmaschine **10** emittierten NOx-Rohemissionen möglichst vollständig beseitigen soll. Der SCR-Katalysator **14** benötigt gemäß derzeit erhältlichen Ausführungsformen ein Reagenzmittel, das stromaufwärts des Katalysators **14** als solches oder in Form einer Vorstufe in den Abgasstrom eingebracht werden kann. Hierzu ist die Reagenzmittel-Einbringvorrichtung **13** vorgesehen, die gegebenenfalls identisch sein kann mit dem Dosierventil **31**. Als Vorstufe für das Reagenzmittel ist beispielsweise eine Harnstoff-Wasser-Lösung vorgesehen, die stromaufwärts des Katalysators **14** oder im Katalysator **14** durch Thermolyse und Hydrolyse in Ammoniak umgesetzt wird. Als Reagenzmittel kann alternativ unmittelbar Ammoniak vorgesehen sein. Das Ammoniak kann auch aus Ammoniumcarbamat gewonnen werden.

**[0025]** Das Reagenzmittel Ammoniak reagiert im SCR-Katalysator **14** mit Stickoxiden zu Stickstoff und Wasser. Das Dosierventil qRea kann beispielsweise zumindest in Abhängigkeit vom Lastzustand der Brennkraftmaschine **10** und/oder in Abhängigkeit von der Drehzahl N festgelegt werden. Ein Maß für den Lastzustand der Brennkraftmaschine **10** ist beispielsweise der Drehmoment-Sollwert MFa oder das Kraftstoffsignal mE. Eine zu geringe Dosierung des Reagenzmittels hätte zur Folge, dass die NOx-Rohemissionen der Brennkraftmaschine nur unvollständig beseitigt werden. Eine Überdosierung ist zu vermeiden, da ein Reagenzmittel-Durchbruch hinter dem Katalysator **14** auftritt.

**[0026]** Der Katalysator **14** weist eine Speicherkapazität gegenüber dem Reagenzmittel auf. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, den Reagenzmittel-Füllstand des Katalysators **14** auf den vorgegebenen Speichersollwert NH3SpSW zu regeln oder zumindest zu steuern. Im Ausführungsbeispiel wird von einer Regelung ausgegangen, deren Struktur in [Fig. 2](#) ge-

zeigt ist. Gleichbedeutend mit der Regelung oder zumindest Steuerung auf den vorgegebenen Speichersollwert NH3SpSW ist die Regelung oder zumindest Steuerung des Sättigungsgrads des Katalysators **14** mit dem Reagenzmittel. Der Sättigungsgrad entspricht dem Verhältnis aus aktueller adsorbierter Reagenzmittelmenge – dem Speicherwert NH3Sp – zum maximal möglichen Reagenzmittel-Füllstand **50** des Katalysators **14**.

**[0027]** Der von der Sollwertvorgabe **40** festgelegte Speichersollwert NH3SpSW wird im ersten Summierer **41** mit dem Speicherwert NH3Sp verglichen, den das Katalysatormodell **47** bereitstellt. Der erste Summierer **41** bildet die Differenz, die als Regeldifferenz **42** dem Regler **43** zugeleitet wird, der daraus die Stellgröße **44** ermittelt. Die Regeldifferenz **42** wird dem Regler **43** weiterhin zum Beeinflussen der Reglerkenngrößen zugeführt. Sofern es sich bei dem Regler **43** um einen PI-Regler handelt, kann die Regeldifferenz **42** den P-Anteil und/oder den I-Anteil beeinflussen. Beispielsweise kann eine vollständige Abschaltung des P-Anteils vorgesehen sein, wenn die Regeldifferenz **42** einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt. Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Stellgröße **44** bei einer negativen Regelabweichung stets einen vorgegebenen Betrag aufweist, der einem Mindest-Dosiersignal qRea entspricht. Mit dieser Maßnahme wird berücksichtigt, dass das Reagenzmittel-Dosierventil **31** nicht beliebig kleine Reagenzmittelmengen dosieren kann.

**[0028]** Die Stellgröße **44** wird im zweiten Summierer **45** zu der gegebenenfalls vorhandenen Vorsteuergröße **46** addiert. Die Vorsteuergröße **46**, die gegebenenfalls gebildet wird, kann beispielsweise eine Grundmenge des zu dosierenden Reagenzmittels in Abhängigkeit von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine **10** vorgeben. Die Stellgröße **44**, die gegebenenfalls mit der vorhandenen Vorsteuergröße **46** verknüpft wird, legt das Dosierventil qRea fest, das dem Reagenzmittel-Dosierventil **31** zugeleitet wird. Das Dosierventil qRea gibt einen Öffnungsquerschnitt des Reagenzmittel-Dosierventils **31** frei, der einem vorgegebenen Reagenzmittel-Durchfluss entspricht, der weiterhin vom Reagenzmitteldruck abhängt.

**[0029]** Das Reagenzmittel gelangt über die Reagenzmittel-Einbringvorrichtung **13** in den Abgasbereich der Brennkraftmaschine **10** stromaufwärts des Katalysators **14**. Gegebenenfalls kann eine Druckluft zugemischt werden. In Abhängigkeit von der Realisierung können das Reagenzmittel-Dosierventil **31** und die Reagenzmittel-Einbringvorrichtung **13** zusammenfallen. Der in den Katalysator **14** einströmende Reagenzmittelstrom NH3dmE wird als eine Eingangsgröße des Katalysatormodells **47** berücksichtigt.

**[0030]** Die Sollwertvorgabe **40** legt den Speichersollwert NH3SpSW vorzugsweise in Abhängigkeit zumindest von einem Maß für die Temperatur des Katalysators **14** fest. Diese Ausgestaltung berücksichtigt einerseits das temperaturabhängige Speichervermögen des Katalysators **14** gegenüber dem Reagenzmittel und andererseits die temperaturabhängige katalytische Aktivität.

**[0031]** [Fig. 3](#) zeigt den maximal möglichen Reagenzmittel-Füllstand **50** im Katalysator **14**. Der maximal mögliche Reagenzmittel-Füllstand **50** nimmt mit steigender Temperatur ab. Die Sollwertvorgabe **40** legt den Speichersollwert NH3SpSW derart fest, dass bei einer plötzlichen, starken Temperaturerhöhung die desorbierte NH3-Menge den SCR-Katalysator **14** mit den angebotenen NOx-Mengen abreaagieren kann, ohne einen Reagenzmittelschlupf NH3dmA zu erzeugen. Beispielsweise soll die vorgegebene Differenz zwischen dem maximal möglichen Reagenzmittel-Füllstand **50** und dem Speichersollwert NH3SpSW 20% nicht unterschreiten.

**[0032]** Der Festlegung des Speichersollwerts NH3SpSW entspricht eine Festlegung des Sättigungsgrads, welcher dem Verhältnis aus aktuell adsorbierter Reagenzmittelmenge zum maximal möglichen Reagenzmittel-Füllstand **50** entspricht.

**[0033]** Weiterhin spielt die Berücksichtigung des Maßes für die Temperatur des Katalysators **14** eine wesentliche Rolle. Das Maß für die Temperatur Temp des Katalysators **14** stellt der Temperatursensor **21** bereit. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Temperatursensor **21** unmittelbar dem Katalysator **14** zugeordnet. In einer praktischen Realisierung kann der Temperatursensor **21** stromaufwärts vor dem Katalysator **14**, insbesondere stromabwärts des Katalysators **14** sowie an einer geeigneten Stellen innerhalb des Katalysators **14** angeordnet sein. In einer anderen Ausgestaltung können wenigstens zwei Temperatursensoren an unterschiedlichen Stellen vorgesehen sein. Eine andere Möglichkeit sieht die Berechnung wenigstens eines Maßes für die Temperatur Temp des Katalysators **14** anhand von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine **10** und/oder Kenngrößen des Abgases und/oder des Katalysators **14** selbst vor.

**[0034]** Die Sollwertvorgabe **40** berücksichtigt das Absinken der katalytischen Aktivität im Katalysator **14** durch eine Zurücknahme des Speichersollwerts NH3SpSW hin zu kleineren Temperaturen. Es entsteht ein Maximum des Speichersollwerts NH3SpSW, das im Wesentlichen am unteren Rand des Betriebstemperaturbereichs des Katalysators **14** liegt.

**[0035]** Das Maß für die Temperatur Tp des Katalysators **14** wird weiterhin dem Regler **43** zur Beeinflussung

des P-und/oder I-Anteils zugeführt. Mit dieser Ausgestaltung wird berücksichtigt, dass der Regler **43** zumindest teilweise oder vollständig abgeschaltet werden kann, falls eine vorgegebene untere Temperaturgrenze unterschritten wird.

**[0036]** Der Speicheristwert NH3Sp wird vom Katalysatormodell **47** zumindest anhand des in den Katalysator **14** einströmenden Reagenzmittelstroms NH3dmE ermittelt. Vorzugsweise wird weiterhin der in den Katalysator **14** einströmende NOx-Massenstrom NOxdmE, entsprechend den NOx-Rohemissionen der Brennkraftmaschine **10**, berücksichtigt. Zur Vereinfachung der Berechnungen kann der in den Katalysator **14** einströmende NOx-Massenstrom NOxdmE auf das Reagenzmittel NH3 bezogen werden. Vorzugsweise wird weiterhin der den Katalysator **14** verlassende NOx-Massenstrom NOxdma berücksichtigt, der ebenfalls zweckmäßigerweise auf das Reagenzmittel NH3 bezogen wird. Das Katalysatormodell **47** bildet die Differenz zwischen dem einströmenden NOx-Massenstrom NOxdmE und dem den Katalysator **14** verlassenden NOx-Massenstrom NOxdma.

**[0037]** Gegebenenfalls berücksichtigt das Katalysatormodell **47** weiterhin den Reagenzmittelschlupf NH3dmA, der zur Vereinfachung der Berechnung des dem Speicheristwert NH3Sp entsprechenden Reagenzmittel-Füllstands aber vernachlässigt werden kann. Weiterhin kann gegebenenfalls das Temperatursignal Tp und/oder der berechnete Wirkungsgrad des Katalysators **14** berücksichtigt werden.

**[0038]** Eine Änderung des Speicheristwerts NH3Sp, entsprechend einer Änderung des Reagenzmittel-Füllstands, kann folgendermaßen berechnet werden:  

$$dNH3Sp = NH3dmE - (NOxdmE(NH3\text{-bezogen}) - NOxdma(NH3\text{-bezogen})) - NH3dma$$

**[0039]** Der dem Speicheristwert NH3Sp entsprechende Reagenzmittel-Füllstand ergibt sich durch Ermittlung des Zeitintegrals.

**[0040]** Der den Katalysator **14** verlassende, vorzugsweise NH3-bezogene NOx-Massenstrom NOxdma kann alternativ anhand des Katalysator-Wirkungsgrads ermittelt werden. Hierbei können das Maß für die Temperatur Tp des Katalysators **14** und/oder der Speicheristwert NH3Sp und/oder die Abgasgeschwindigkeit und/oder das Feed-Verhältnis Alpha berücksichtigt werden, welches durch den einströmenden Reagenzmittelstrom NH3dmE bezogen auf den einströmenden NOx-Massenstrom NOxdmE gegeben ist.

**[0041]** Der in den Katalysator **14** einströmende, vorzugsweise NH3-bezogene NOx-Massenstrom NOxdmE und/oder der den Katalysator **14** verlassende,

vorzugsweise ebenfalls NH<sub>3</sub>-bezogene NO<sub>x</sub>-Massenstrom NO<sub>x</sub>dmA kann anhand von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine **10** und/oder Kenngrößen des Abgases berechnet werden. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist zum Erfassen des in den Katalysator **14** einströmenden NO<sub>x</sub>-Massenstroms NO<sub>x</sub>dmE der erste NO<sub>x</sub>-Sensor **12** vorgesehen, der das erste NO<sub>x</sub>-Signal NO<sub>x</sub>vK bereitstellt. Der erste NO<sub>x</sub>-Sensor **12** erfasst die NO<sub>x</sub>-Konzentration im Abgas, die mit dem Abgasmassenstrom verrechnet werden muss, um den NO<sub>x</sub>-Massenstrom zu erhalten. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist zum Erfassen des den Katalysator **14** verlassenden, vorzugsweise NH<sub>3</sub>-bezogenen NO<sub>x</sub>-Massenstroms NO<sub>x</sub>dmA der zweite NO<sub>x</sub>-Sensor **15** vorgesehen, der das zweite NO<sub>x</sub>-Signal NO<sub>x</sub>hK bereitstellt. Der zweite NO<sub>x</sub>-Sensor **15** erfasst die NO<sub>x</sub>-Konzentration im Abgas, die wieder mit dem Abgasmassenstrom verrechnet werden muss, um den NO<sub>x</sub>-Massenstrom zu erhalten.

**[0042]** Eine alternative Ausgestaltung der Ermittlung des Speicheristwerts NH<sub>3</sub>Sp sieht die Verwendung eines Lünberg-Beobachters vor, der den Speicheristwert NH<sub>3</sub>Sp aus Zustandsgrößen des Katalysatormodells **47** ermittelt. Hierbei wird der zu beobachtende Katalysator **14** modelliert und mit den gleichen Eingangsgrößen wie das reale System beaufschlagt. Abweichungen zwischen den realen und den modellierten Ausgangsgrößen werden über eine Rückkopplungsstruktur als Korrektur in das modellierte System zurückgeführt. Die Eingangsgrößen für das Katalysatormodell **47** können beispielsweise der in den Katalysator **14** einströmende Reagenzmittelstrom NH<sub>3</sub>dmE, der in den Katalysator **14** einströmende NO<sub>x</sub>-Massenstrom NO<sub>x</sub>dmE sowie die Luftzahl Lambda im Abgas sein. Als Ausgangsgrößen sind beispielsweise die Temperatur T<sub>p</sub> des Katalysators **14**, der den Katalysator **14** verlassende NO<sub>x</sub>-Massenstrom NO<sub>x</sub>dmA sowie der Reagenzmittelschlupf NH<sub>3</sub>dmA vorgesehen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine (**10**) verwendeten Katalysators (**14**), bei dem stromaufwärts des Katalysators (**14**) ein im Katalysator (**14**) benötigtes Reagenzmittel in einen Abgaskanal eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reagenzmittel-Füllstand des Katalysators (**14**) auf einen vorgegebenen Speichersollwert (NH<sub>3</sub>SpSW) gesteuert oder geregelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Speichersollwert (NH<sub>3</sub>SpSW) von einem Maß (T<sub>p</sub>) für die Temperatur des Katalysators (**14**) abhängt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekenn-

zeichnet, dass der temperaturabhängige Speichersollwert (NH<sub>3</sub>SpSW) unterhalb eines Betriebstemperaturbereichs des Katalysators (**14**) zu niedrigeren Temperaturen hin abgesenkt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der temperaturabhängige Speichersollwert (NH<sub>3</sub>SpSW) nach einem innerhalb des Betriebstemperaturbereichs des Katalysators liegenden Maximum zu höheren Temperaturen hin abgesenkt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein den Reagenzmittel-Füllstand des Katalysators (**14**) widerspiegelnder Speicheristwert (NH<sub>3</sub>Sp) wenigstens auf der Grundlage des in den Katalysator (**14**) einströmenden, vorzugsweise auf das Reagenzmittel bezogenen NO<sub>x</sub>-Massenstroms (NO<sub>x</sub>dmE) ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein den Reagenzmittel-Füllstand widerspiegelnder Speicheristwert (NH<sub>3</sub>Sp) wenigstens auf der Grundlage eines den Katalysator (**14**) verlassenden, vorzugsweise auf das Reagenzmittel bezogenen NO<sub>x</sub>-Massenstroms (NO<sub>x</sub>dmA) ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein den Reagenzmittel-Füllstand widerspiegelnder Speicheristwert (NH<sub>3</sub>Sp) wenigstens auf der Grundlage des einströmenden Reagenzmittelstroms (NO<sub>x</sub>dmE) ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein den Reagenzmittel-Füllstand widerspiegelnder Speicheristwert (NH<sub>3</sub>Sp) berechnet wird aus einem Zeitintegral des in den Katalysator (**14**) einströmenden Reagenzmittelstroms (NH<sub>3</sub>dmE) vermindert um die Differenz zwischen dem in den Katalysator (**14**) einströmenden und den Katalysator (**14**) verlassenden, vorzugsweise auf das Reagenzmittel bezogenen NO<sub>x</sub>-Massenstroms (NO<sub>x</sub>dmE, NO<sub>x</sub>dmA), weiterhin vorzugsweise vermindert um einen Reagenzmittelschlupf (NH<sub>3</sub>dmA).

9. Verfahren nach Anspruch 5 oder 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der in den Katalysator (**14**) einströmende, vorzugsweise auf das Reagenzmittel bezogene NO<sub>x</sub>-Massenstrom (NO<sub>x</sub>dmE) wenigstens anhand von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine (**10**) ermittelt wird, die wenigstens den Lastzustand (MFa, mE) der Brennkraftmaschine (**10**) und/oder die Drehzahl (N) und/oder ein von einem im Ansaugbereich der Brennkraftmaschine (**10**) angeordnete Luftsensor (**11**) bereitgestelltes Luftsignal (dmL) enthalten.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 – 8, dadurch gekennzeichnet, dass der den Katalysator (**14**) verlassende, vorzugsweise auf das Reagenzmit-

tel bezogene NO<sub>x</sub>-Massenstrom (NO<sub>x</sub>dmA) anhand des Katalysator-Wirkungsgrads ermittelt wird und dass zur Ermittlung des Katalysator-Wirkungsgrads wenigstens ein Maß (Temp) für die Temperatur des Katalysators (**14**) und/oder ein den Reagenzmittel-Füllstand des Katalysators (**14**) widerspiegelnder Speicheristwert (NH<sub>3</sub>Sp) und/oder die Abgasgeschwindigkeit und/oder ein Feed-Verhältnis berücksichtigt wird, welches das Verhältnis zwischen dem einströmenden Reagenzmittelstrom (NH<sub>3</sub>dmE) und dem vorzugsweise auf das Reagenzmittel bezogenen einströmenden NO<sub>x</sub>-Massenstrom (NO<sub>x</sub>dmE) angibt.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

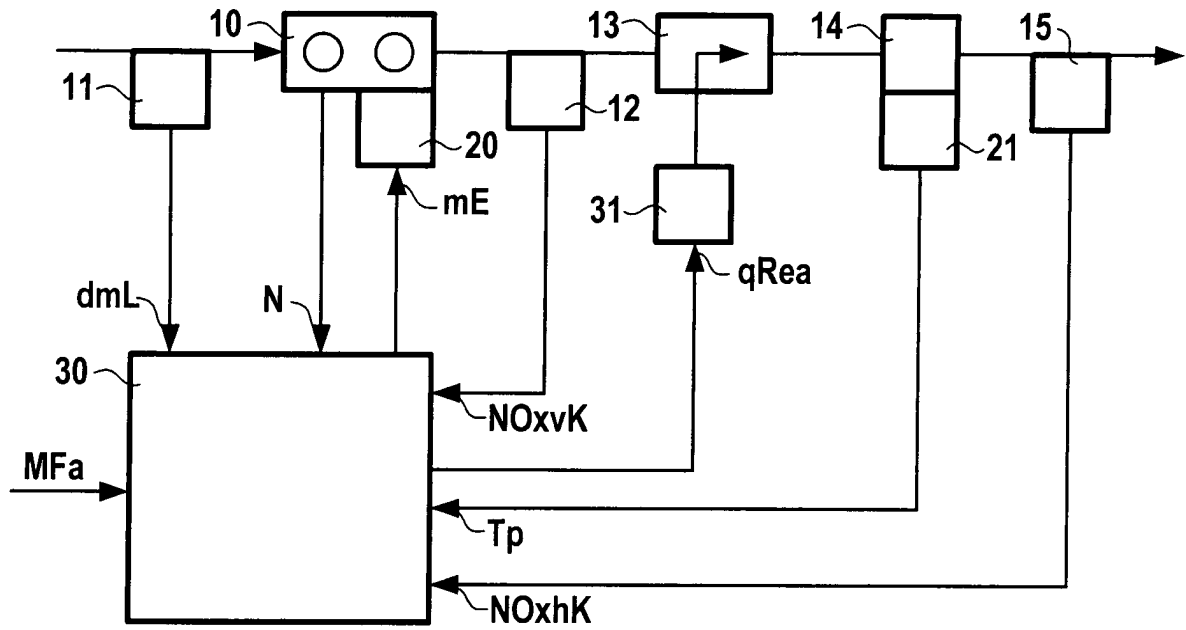


Fig. 1

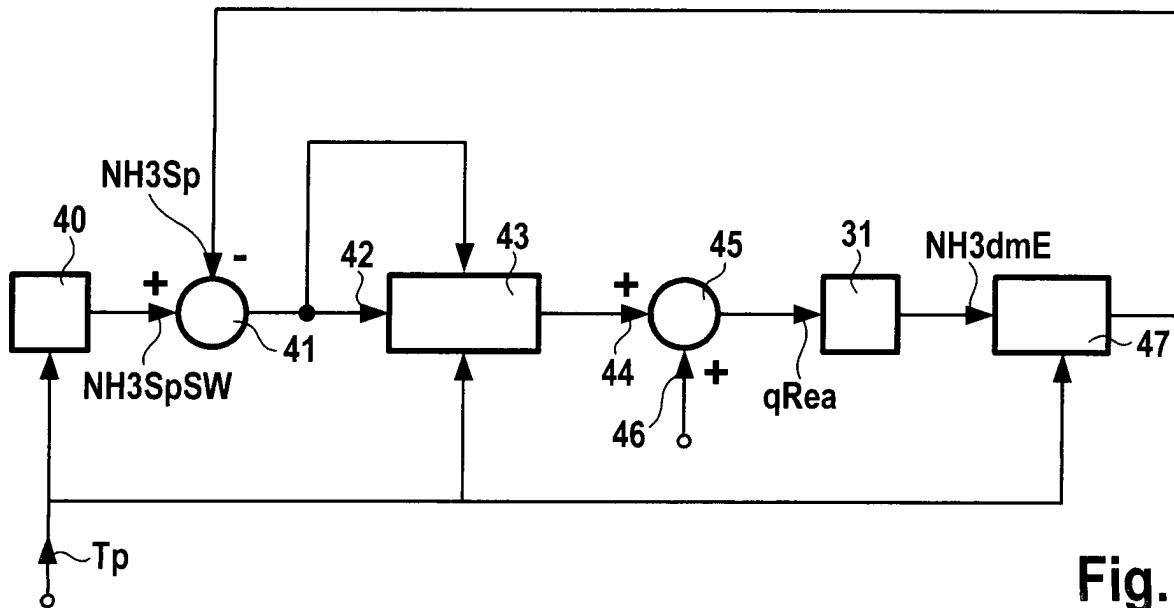


Fig. 2



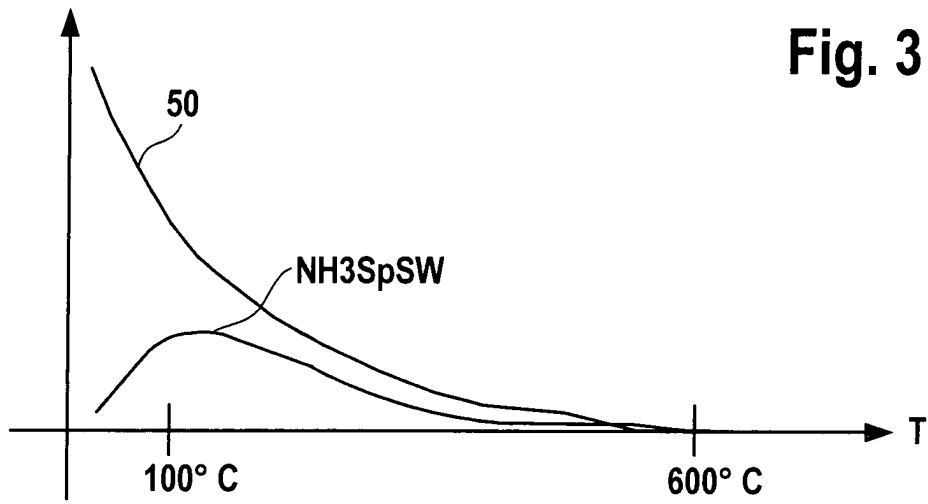


Fig. 3

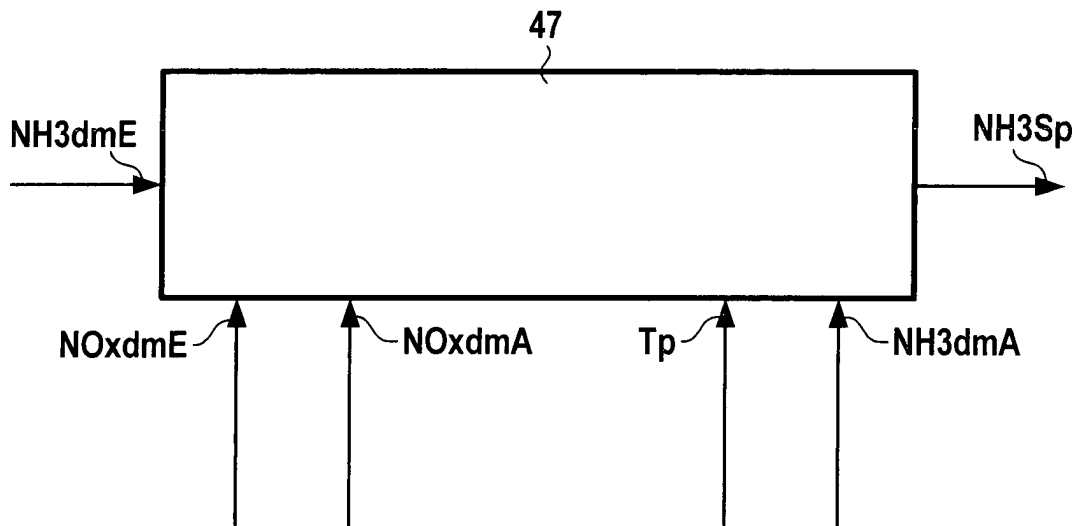


Fig. 4