

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50440/2018
(22) Anmeldetag: 30.05.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2019

(51) Int. Cl.: **F01N 3/20** (2006.01)
F01N 9/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102009034622 A1
WO 2008115843 A2
DE 112009000968 T5

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Wabnig Armin Dipl.Ing.
8051 Thal (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) Anordnung, Verfahren und Adaptionmodul zur Steuerung und/oder Regelung eines SCR-Systems

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung, ein Verfahren und ein Adaptionsmodul (5) zur Steuerung und/oder Regelung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage (1) einer Verbrennungskraftmaschine, wobei die Anordnung ein SCR-System mit einem SCR-Katalysator, mit einer Dosiervorrichtung (12) zur Einbringung eines Betriebsstoffs und gegebenenfalls mit einem NOx-Sensor (4) zur Bildung eines Regelkreises, ein Steuergerät (2) mit einem Ausgang, der ein Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung (12) ausgibt, umfasst, wobei zwischen dem Ausgang des Steuergeräts (2) und dem Eingang der Dosiervorrichtung (12) ein Adaptionsmodul (5) zur Anpassung des Dosiersignals und insbesondere zur Anpassung der Dosiermenge (15) vorgesehen ist.

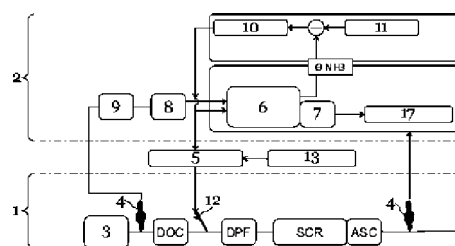


Fig.1

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung, ein Verfahren und ein Adaptionsmodul (5) zur Steuerung und/oder Regelung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage (1) einer Verbrennungskraftmaschine, wobei die Anordnung ein SCR-System mit einem SCR-Katalysator, mit einer Dosiervorrichtung (12) zur Einbringung eines Betriebsstoffs und gegebenenfalls mit einem NOx-Sensor (4) zur Bildung eines Regelkreises, ein Steuergerät (2) mit einem Ausgang, der ein Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung (12) ausgibt, umfasst, wobei zwischen dem Ausgang des Steuergeräts (2) und dem Eingang der Dosiervorrichtung (12) ein Adaptionsmodul (5) zur Anpassung des Dosiersignals und insbesondere zur Anpassung der Dosiermenge (15) vorgesehen ist.

Fig. 1

Anordnung, Verfahren und Adaptionmodul zur Steuerung und/oder Regelung eines SCR-Systems

Die Erfindung eine Anordnung zur Steuerung und/oder Regelung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage einer Verbrennungskraftmaschine, wobei die Abgasnachbehandlungsanlage ein SCR-System mit einem SCR-Katalysator, mit einer Dosiervorrichtung zur Einbringung eines Betriebsstoffs und gegebenenfalls mit einem NO_x-Sensor zur Bildung eines Regelkreises, ein Steuergerät mit einem Ausgang, der ein Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung ausgibt, umfasst.

Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage einer Verbrennungskraftmaschine, wobei das SCR-System einen SCR-Katalysator, eine Dosiervorrichtung zur Einbringung eines Betriebsstoffs und gegebenenfalls einen NO_x-Sensor zur Bildung eines Regelkreises umfasst.

Des Weiteren betrifft die Erfindung Adaptionmodul.

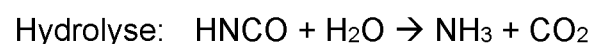
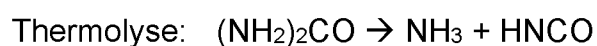
Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Anordnungen und Verfahren zur Steuerung und Regelung der Dosiervorrichtung einer Abgasnachbehandlungsanlage bekannt. Beispielsweise umfassen herkömmliche Kraftfahrzeuge ein Abgasnachbehandlungsanlagesteuergerät, in welchem ein mathematisches Modell der Abgasnachbehandlungsanlage vorgesehen ist. Dieses Abgasnachbehandlungsanlagesteuergerät steuert bei herkömmlichen Kraftfahrzeugen die Dosiermenge der Dosiervorrichtung in Abhängigkeit der NO_x-Emissionen des Verbrennungsmotors des Kraftfahrzeugs. Das mathematische Modell des Abgasnachbehandlungsanlagesteuergeräts wird gemäß dem Stand der Technik durch Vermessung der jeweiligen verwendeten Katalysatoren in fabrikneuem bzw. in einem nicht gealterten Zustand an das jeweilige Kraftfahrzeug angepasst.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung, ein Verfahren und ein Adaptionmodul zu schaffen, mit welchen die Dosiermenge der Dosiervorrichtung an den Alterungszustands des SCR-Katalysators einfach, schnell und kostengünstig

angepasst werden kann. Ferner ist es eine Aufgabe der Erfindung, die Schadstoffemissionen, insbesondere die NO_x- und/oder die Reduktionsmittel-Emissionen, einer Verbrennungskraftmaschine zu senken und somit die vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte einfach und sicher erfüllen zu können. Überdies sollen Eingriffe oder Veränderungen in dem Abgasnachbehandlungsanlagensteuergerät, insbesondere in dessen mathematischem Modell, vermieden werden. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, dass die Anordnung, das Verfahren und das Adaptionsmodul beispielsweise in verschiedenen Kraftfahrzeugen universell einsetzbar sind und dass, ohne Veränderungen in dem jeweiligen Abgasnachbehandlungsanlagensteuergerät und insbesondere in dessen geschlossenen Regelkreis vorzunehmen, die Alterung des SCR-Katalysators berücksichtigt werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass bei einer Anordnung der eingangs genannten Art zwischen dem Ausgang des Steuergeräts und dem Eingang der Dosiervorrichtung ein Adaptionsmodul zur Anpassung des Dosiersignals und insbesondere zur Anpassung der Dosiermenge vorgesehen ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass im Regelbetriebsmodus, insbesondere beim bestimmungsgemäßen Betrieb der Verbrennungskraftmaschine, ein zur selektiven katalytischen Reduktion geeigneter Betriebsstoff, wie insbesondere ein harnstoffhaltiges Gemisch, eine Harnstofflösung oder AdBlue®, vor dem SCR-Katalysator eindosiert wird. Der Betriebsstoff kann ein Reduktionsmittel, wie insbesondere Ammoniak NH₃, enthalten oder in ein Reduktionsmittel, wie insbesondere Ammoniak NH₃, umsetzbar sein. Bevorzugt wird als Betriebsstoff ein harnstoffhaltiges Gemisch, insbesondere eine Harnstoff-Wasser-Lösung, wie beispielsweise AdBlue®, verwendet, wobei der Betriebsstoff gegebenenfalls durch nachfolgend dargestellte Reaktionen in das Reduktionsmittel, insbesondere Ammoniak NH₃, umgewandelt wird:



In einem ersten Schritt kann bei der Thermolyse-Reaktion der Harnstoff (NH₂)₂CO in Ammoniak NH₃ und Isocyansäure HNCO umgewandelt werden. In einem zweiten

Schritt kann bei der Hydrolyse-Reaktion die Isocyansäure HNCO mit Wasser H₂O in Ammoniak NH₃ und Kohlendioxid CO₂ umgewandelt werden.

Das Reduktionsmittel, insbesondere Ammoniak NH₃, ist gegebenenfalls zumindest temporär im SCR-Katalysator des SCR-Systems speicherbar und/oder gespeichert. Gegebenenfalls lagert sich der Ammoniak NH₃ an den aktiven Zentren des SCR-Katalysators an. Das zumindest temporär gespeicherte Reduktionsmittel, insbesondere der Ammoniak NH₃, kann anschließend Stickoxide NO_x, wie insbesondere Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO₂, reduzieren.

Die Dosierung des Betriebsstoffes kann über eine Dosiereinrichtung, wie insbesondere über einen Injektor oder über eine Einspritzdüse, erfolgen.

Unter einem SCR-System kann im Rahmen der vorliegenden Offenbarung insbesondere ein System verstanden werden, welches einen sDPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator, einen ASC-Katalysator und/oder einen LNT-Katalysator, also einen Lean NO_x Trap-Katalysator, umfasst oder welches aus einem sDPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator, einem ASC-Katalysator und/oder einem LNT-Katalysator gebildet ist.

Insbesondere umfasst das SCR-System auch eine, zwei oder drei Vorrichtung/en zur Eindosierung des Betriebsstoffs, den Betriebsstofftank und/oder gegebenenfalls auch den Betriebsstoff als solchen. Insbesondere ist eine oder die Dosierungsvorrichtung vor dem SCR-System, insbesondere vor dem SCR-Katalysator, angeordnet.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen oder zwei SCR-Katalysatoren, einen Dieseloxydationskatalysator DOC, einen Dieselpartikelfilter DPF, einen Ammoniak-Slip-Katalysator ASC, eine oder zwei Dosierungsvorrichtungen und/oder einen, zwei oder drei NO_x-Sensoren und/oder einen, zwei oder drei NH₃-Sensoren, insbesondere einen NH₃-Sensor nach der Abgasnachbehandlungsanlage, umfasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen DOC-Katalysator, einen SCR-Katalysator, also einen zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden eingerichteten Katalysator, und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem DOC-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen DOC-Katalysator, einen DPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem DOC-Katalysator, einem DPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen DOC-Katalysator, einen sDPF-Katalysator, also einen SCR-beschichteten DPF, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem DOC-Katalysator, einem sDPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen SCR-Katalysator, einen DOC-Katalysator, einen DPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem SCR-Katalysator, einem DOC-Katalysator, einem DPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen SCR-Katalysator, einen DOC-Katalysator, einen sDPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem SCR-Katalysator, einem DOC-Katalysator, einem sDPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen DPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem DPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen LNT-Katalysator, einen sDPF-Katalysator, einen SCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem LNT-Katalysator, einem sDPF-Katalysator, einem SCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen LNT-Katalysator, einen cDPF-Katalysator, also einen katalytischen DPF, einen ufSCR-Katalysator, also einen underfloor SCR, und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem LNT-Katalysator, einem cDPF-Katalysator, einem ufSCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen LNT-Katalysator, einen SCR-Katalysator, einen sDPF-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem LNT-Katalysator, einem SCR-Katalysator, einem sDPF-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen LNT-Katalysator, einen sDPF-Katalysator, einen ufSCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem LNT-Katalysator, einem sDPF-Katalysator, einem ufSCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage einen LNT-Katalysator, einen sDPF-Katalysator, einen ufSCR-Katalysator und/oder einen ASC-Katalysator umfasst, oder dass die Abgasnachbehandlungsanlage aus einem LNT-Katalysator, einem sDPF-Katalysator, einem ufSCR-Katalysator und/oder einem ASC-Katalysator gebildet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass einer, zwei, drei, vier, fünf oder alle Katalysatoren des Abgasnachbehandlungssystems beheizbar oder beheizt sind und insbesondere als elektrisch beheizbare Katalysatoren E-CAT ausgebildet sind.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage anstelle des DOC-Katalysators und/oder anstelle des LNT-Katalysators einen „Passive NO_x Adsorber“ PNA umfasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage zusätzlich zu den oben genannten Katalysatoren einen „Passive NO_x Adsorber“ PNA umfasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage zusätzlich zu den oben genannten Katalysatoren einen „Pre-Turbine-Catalyst“ PTC umfasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage eine oder zwei Dosierungsvorrichtungen und einen, zwei oder drei NO_x-Sensoren und/oder einen, zwei oder drei NH₃-Sensoren, insbesondere einen NH₃-Sensor nach der Abgasnachbehandlungsanlage, umfasst.

Unter einem SCR-Katalysator kann im Rahmen der vorliegenden Offenbarung ein sDPF-Katalysator, ein SCR-Katalysator und/oder ein ASC-Katalysator verstanden werden.

Wie auch herkömmliche Verbrennungskraftmaschinen, weist die erfindungsgemäße Anordnung ein Steuergerät auf. Dieses Steuergerät kann dazu eingerichtet sein, ein Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung zu erzeugen und dieses Dosiersignal über einen Ausgang auszugeben. Mit dem vom Steuergerät erzeugten Dosiersignal kann die Dosiervorrichtung und insbesondere die Dosiermenge des Betriebsstoffs bzw. die Betriebsstoffzufuhr geregelt und/oder gesteuert werden.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass zur Anpassung des Dosiersignals zwischen dem Steuergerät und der Dosiervorrichtung ein Adaptionmodul vorgesehen ist. Dieses Adaptionmodul kann das vom Steuergerät erzeugte Dosiersignal verändern und/oder anpassen, als angepasstes Dosiersignal an die Dosiervorrichtung übermitteln und/oder übertragen. Im Gegenteil dazu wird bei herkömmlichen Verbrennungskraftmaschinen das von dem Steuergerät erzeugte Dosiersignal direkt, insbesondere unverändert, an die Dosiervorrichtung weitergegeben.

Das Steuergerät umfasst gegebenenfalls einen Eingang, insbesondere einen Dateneingang, durch welchen beispielsweise die Messwerte eines NO_x-Sensors eingehen können, und einen Ausgang, insbesondere einen Datenausgang, durch welchen beispielsweise das Dosiersignal ausgegeben werden kann.

Die Verbrennungskraftmaschine kann ein Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs sein.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Adaptionmodul ein Alterungsmodell zur Berücksichtigung des Alterungszustands des SCR-Katalysators und zur Anpassung der Dosiermenge an den Alterungszustand des SCR-Katalysators umfasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in das Adaptionmodul und insbesondere in dessen Alterungsmodell als Eingangssignale das Dosiersignal und ein Temperatursignal des Abgases eingehen, und dass aus dem Adaptionmodul und insbesondere aus dessen Alterungsmodell als Ausgangssignal das durch das Alterungsmodell angepasste Dosiersignal ausgeht. Im Rahmen der Erfindung können in das Adaptionmodul und insbesondere dessen Alterungsmodell alternativ oder zusätzlich als Eingangssignale beispielsweise ein Ölverbrauch, ein Kraftstoffverbrauch oder eine Konzentration an für den SCR-Katalysator giftigen Bestandteilen wie z. B. Phosphor oder Schwefel im Kraftstoff eingehen.

Es kann vorgesehen sein, dass das Adaptionmodul ein Alterungsmodell umfasst, mit welchem der jeweilige Alterungszustand des SCR-Katalysators berechnet und/oder bestimmt werden kann. Das heißt gegebenenfalls, dass in dem Adaptionmodul ein die Alterung des SCR-Katalysators berechnendes bzw. bestimmendes Berechnungsmodell vorgesehen ist.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass in dem Adaptionmodul, insbesondere in dessen Alterungsmodell, zur Berechnung des Alterungszustands des SCR-Katalysators die Temperatur des Abgases, insbesondere die Temperatur des Abgases vor dem SCR-Katalysator, als Eingangsgröße eingeht. Durch die Temperatur des Abgases kann beispielsweise die Substrattemperatur des SCR-Katalysators berechnet werden. Dadurch kann es möglich sein, den Alterungszustand des SCR-Katalysators in Abhängigkeit des Substrattemperatur-Verlaufs des SCR-Katalysators zu ermitteln und/oder zu berechnen.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass auch die Substrattemperatur des SCR-Katalysators in das Adaptionmodul als Eingangsgröße eingeht. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Temperatur des Abgases und/oder die Temperatur des Substrates des SCR-Katalysators in dem Adaptionmodul selbst berechnet, von dem Steuergerät übernommen und/oder durch einen Temperatursensor aufgenommen wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in Abhängigkeit des ermittelten und/oder berechneten Alterungszustands des SCR-Katalysators, das in das Adoptionsmodul eingehende Dosiersignal des Steuergeräts angepasst und/oder verändert wird. Dadurch kann in dem Adoptionsmodul aus dem eingehenden Dosiersignal des Steuergeräts ein angepasstes Dosiersignal erzeugt werden, welches in weiterer Folge die Dosiervorrichtung steuert und/oder regelt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Steuergerät ein kinetisches und/oder physikalisches Modell der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente der Abgasnachbehandlungsanlage umfasst, wobei das jeweilige physikalische Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen physikalischen Vorgänge zusätzlich zum realen Betrieb berechnet, und/oder wobei das jeweilige kinetische Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen Reaktionen zusätzlich zum realen Betrieb berechnet.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das kinetische und/oder physikalische Modell das Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung berechnet und/oder erzeugt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das jeweilige kinetische und/oder physikalische Modell eine mathematische Abbildung der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in dem kinetischen Modell des Steuergeräts die maßgeblichen Reaktionen mathematisch-physikalisch abgebildet werden. Die in dem kinetischen Modell modellierten Reaktionen können somit auf physikalischen Gegebenheiten beruhen. Beispielsweise kann mit dem kinetischen Modell auch die Oxidation des Reduktionsmittels, insbesondere die Oxidation von NH_3 , abgebildet werden. Beispielsweise ist ein solches kinetisches Modell in „Hollauf, Bernd: Model-Based Closed-Loop Control of SCR Based DeNOx Systems. Master's thesis, University of Applied Science Technikum Kärnten, 2009.“ offenbart.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Abgasnachbehandlungskomponenten in dem Steuergerät durch eindimensionale Abgasnachbehandlungskomponente-Modelle physikalisch abgebildet werden. Bei solchen Modellen kann die

Wärmekapazität von Gas und Substrat und die Wärmeleitung zwischen Gas und Substrat und die Wärmeleitung zwischen Substrat und Umgebung berücksichtigt werden.

Insbesondere ist vorgesehen, dass durch das Steuergerät und insbesondere dessen kinetische und/oder physikalische Modellen, das Dosiersignal zur Steuerung und oder Regelung zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung berechnet und/oder erzeugt wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Steuergerät einen Regler zur Anpassung des auszugebenden Dosiersignals des Steuergeräts umfasst, und dass der Regler das auszugebende Dosiersignal in Abhängigkeit des Messsignals des NOx Sensors nach dem SCR-System anpasst und/oder regelt.

Im Steuergerät kann ein Regler oder eine Regelvorrichtung vorgesehen sein, welche das Dosiersignal, bevor es ausgegeben wird, in Abhängigkeit von den gemessenen NOx-Emissionen nach dem SCR-System anpasst und/oder regelt.

Das heißt, dass das Steuergerät insbesondere in der Lage ist, das Dosiersignal in Abhängigkeit des Messsignals des NOx-Sensors nach dem SCR-System anzupassen. Dadurch kann es möglich sein, das Dosiersignal anzupassen, nachdem NOx-Emissionen und/oder Reduktionsmittel-Emissionen nach dem SCR-System aufgetreten sind.

Gegebenenfalls werden aufgrund der Querempfindlichkeit des NOx-Sensors auftretende Reduktionsmittel-Emissionen als NOx-Emissionen detektiert, wodurch bei herkömmlichen Anordnungen Schadstoff-Emissionen durch die Anpassung des Dosiersignals vor dessen Ausgabe nur teilweise vermindert und/oder verhindert werden können.

Die weitere Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein Verfahren der eingangs genannten Art folgende Schritte umfasst:

Erzeugen eines Dosiersignals zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung, insbesondere der Dosiermenge, in einem Steuergerät, Erzeugen eines angepassten

Dosiersignals durch Anpassen des Dosiersignals in einem zwischen einem Ausgang des Steuergeräts und dem Eingang der Dosiervorrichtung vorgesehen Adaptionsmodul, Steuern und/oder Regeln der Dosiervorrichtung und insbesondere Steuern und/oder Regeln der Dosiermenge durch das angepasste Dosiersignal.

Bevorzugt wird in dem Adaptionsmodul das von dem Steuergerät erzeugte Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung angepasst und ein angepasstes Dosiersignal erzeugt. Mit diesem angepassten Dosiersignal kann in weiterer Folge die Dosiervorrichtung und insbesondere die Dosiermenge bzw. die Betriebsstoffzufuhr geregelt und/oder gesteuert werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Verfahrensschritte des Verfahrens, wie zuvor beschrieben, aufeinander folgen. Das heißt gegebenenfalls, dass zuerst ein Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung in einem Steuergerät erzeugt wird. Anschließend kann das Dosiersignal in einem Adaptionsmodul angepasst und dadurch ein angepasstes Dosiersignal erzeugt werden. Mit dem angepassten Dosiersignal kann in weiterer Folge eine Dosiervorrichtung gesteuert und/oder geregelt werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Verfahren automatisiert, insbesondere in einem Adaptionsmodul, abläuft.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Erzeugen des angepassten Dosiersignals unter Verwendung eines im Adaptionsmodul vorgesehenen Alterungsmodells erfolgt, und dass im Alterungsmodell der Alterungszustand des SCR-Katalysators berücksichtigt wird und die Dosiermenge in Abhängigkeit des Alterungszustands des SCR-Katalysators angepasst wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in dem Adaptionsmodul und insbesondere in dessen Alterungsmodell die Temperatur des Abgases und/oder die Temperatur des SCR-Katalysators berücksichtigt wird, dass der Alterungszustand des SCR-Katalysators unter Berücksichtigung der Temperatur des Abgases und/oder der Temperatur des SCR-Katalysators ermittelt wird, und dass das Dosiersignal in dem Adaptionsmodul und insbesondere in dessen Alterungsmodell unter Berücksichtigung des ermittelten Alterungszustands des SCR-Katalysators angepasst wird.

Durch das Adaptionsmodul und insbesondere dessen Alterungsmodell kann ein angepasstes Dosiersignal erzeugt werden, wodurch die Dosiermenge bzw. die Betriebsstoffzufuhr an den Alterungszustand des SCR-Katalysators angepasst werden kann.

Das heißt, dass gegebenenfalls die vom Steuergerät berechnete Dosiermenge aufgrund der fehlenden Berücksichtigung des Alterungszustands des SCR-Katalysators zu hoch oder zu niedrig ist, wodurch NO_x-Emissionen und/oder Reduktionsmittel-Emissionen nach dem SCR-System auftreten können. Das Dosiersignal bzw. die Dosiermenge kann in dem Adaptionsmodul angepasst werden. Dadurch kann es möglich sein, das Dosiersignal bzw. die Dosiermenge an die Alterung des SCR-Katalysators anzupassen und eine Über- und/oder Unterdosierung von Betriebsstoff und insbesondere Reduktionsmittel zu vermeiden und/oder zu verhindern.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in dem Adaptionsmodul und insbesondere in dessen Alterungsmodell die jeweiligen Zeitspannen, in welchen die Substrat des SCR-Katalysators einen vorab bestimmten Substrattemperatur-Schwellenwert überschreitet, zu einer Gesamtzeitspanne aufsummiert werden, dass der Alterungszustand des SCR-Katalysators in Abhängigkeit der ermittelten Gesamtzeitspanne bestimmt wird, und dass das Dosiersignal in dem Adaptionsmodul und insbesondere in dessen Alterungsmodell unter Berücksichtigung des ermittelten Alterungszustands des SCR-Katalysators angepasst wird.

Das Adaptionsmodul und insbesondere dessen Alterungsmodell kann über die Temperatur des Abgases den Verlauf der Substrattemperatur des SCR-Katalysators bestimmen und/oder berechnen. Dadurch kann es möglich sein, die jeweiligen Zeitspannen zu bestimmen, in welchen das Substrat des SCR-Katalysators mindestens einen vorab bestimmten und/oder mindestens eine vorab festgelegten Substrattemperatur-Schwellenwert überschreitet.

Diese Zeitspannen können zu einer Gesamtzeitspanne aufsummiert werden. Dadurch kann bestimmt werden, für wie lange das Substrat des SCR-Katalysators eine Temperatur größer oder gleich dem Substrattemperatur-Schwellenwert oder einen bestimmten Temperaturbereich aufgewiesen hat.

In weiterer Folge kann durch das Adaptionmodul und insbesondere durch dessen Alterungsmodell der Alterungszustand des SCR-Katalysators in Abhängigkeit des Temperaturverlaufs des Substrats des SCR-Katalysators und/oder der ermittelten Gesamtzeitspanne ermittelt oder berechnet werden. Die Gesamtzeitspanne ist jene Zeitspanne, für welche das Substrat des SCR-Katalysators eine Temperatur die größer oder gleich des vorab festgelegten Substrattemperatur-Schwellenwertes aufgewiesen hat.

Das Alterungsmodell kann gegebenenfalls auf Messdaten von fabrikneuen bzw. ungealterten und/oder gealterten SCR-Katalysatoren beruhen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass zur Bedatung des Adaptionmodells und insbesondere dessen Alterungsmodell der SCR-Katalysator in einem ungealterten und in einem definierten gealterten Zustand vermessen wird. Beispielsweise kann der definierte gealterte Zustand dadurch erzeugt werden, dass das Substrat des SCR-Katalysators auf oder über den vorab definierten Substrattemperatur-Schwellenwert für eine gewisse Zeitspanne erwärmt wird. Gegebenenfalls ist es durch die so erzeugten Referenzpunkte möglich, den Alterungszustand für eine andere Gesamtzeitspanne zu ermitteln.

Im Rahmen der Erfindung wird unter Vermessung des SCR-Katalysators insbesondere verstanden, dass die maximale Reduktionsmittel-Speicherkapazität, insbesondere Ammoniak-Speicherkapazität, die NO_x-Umsatzrate bzw. NO_x-Konversionen des SCR-Katalysators und dergleichen, bestimmt werden.

Durch die Bestimmung und/oder Berechnung des Alterungszustands des SCR-Katalysators kann das Dosiersignal und insbesondere die Dosiermenge bzw. Betriebsstoffzufuhr in dem Adaptionmodul an den jeweiligen Alterungszustand des SCR-Katalysators angepasst und das angepasste Dosiersignal erzeugt werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in dem Steuergerät die jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponenten der Abgasnachbehandlungsanlage mit einem kinetischen und/oder physikalischen Modell abgebildet werden, wobei in dem jeweiligen physikalischen Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen physikalischen Vorgänge zusätzlich zum realen Betrieb berechnet werden, und/oder wobei in dem jeweiligen kinetischen Modell die für die jeweilige

Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen Reaktionen zusätzlich zum realen Betrieb berechnet werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in dem kinetischen und/oder physikalischen Modell des SCR-Katalysators das Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung berechnet und/oder erzeugt wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das auszugebende Dosiersignal des Steuergeräts durch einen im Steuergerät vorgesehenen Regler angepasst wird, und dass durch den Regler das auszugebende Dosiersignal in Abhängigkeit des Messsignals des NO_x-Sensors nach dem SCR-System, angepasst oder geregelt wird.

Das weitere Ziel wird erreicht, wenn ein Adoptionsmodul der eingangs genannten Art zur Bildung einer erfindungsgemäßen Anordnung und/oder zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist.

Das Adoptionsmodul kann bei unterschiedlichen Verbrennungskraftmaschinen einfach und schnell zwischen dem Steuergerät und der Dosiervorrichtung angeordnet werden. Insbesondere kann das Adoptionsmodul mit dem vom Steuergerät ausgehenden Dosiersignal, insbesondere mit dem Ausgang und/oder Datenausgang des Steuergeräts, und dem Eingang und/oder Dateneingang der Dosiervorrichtung verbunden werden.

Das Adoptionsmodul kann in allen Ausführungsformen ein Softwaremodul oder alternativ ein Hardwaremodul sein. Dabei kann vorgesehen sein, dass das Hardwaremodul als Steuergerät mit einem Softwaremodul ausgebildet ist.

Dadurch kann es möglich sein, den Alterungszustand des SCR-Katalysators zu berücksichtigen, ohne das Steuergerät und insbesondere dessen geschlossenen Regelkreis verändern zu müssen.

Weitere erfindungsgemäße Merkmale ergeben sich gegebenenfalls aus den Ansprüchen, der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und den Figuren.

Die Erfindung wird nun am Beispiel exemplarischer, nicht ausschließlicher, Ausführungsbeispiele weiter erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische grafische Darstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung,

Fig. 2a und Fig. 2b zeigen anhand von zwei verschiedenen schematischen Diagrammen, wie bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß einer ersten Ausführungsform die Alterung des SCR-Katalysators berücksichtigt wird,

Fig. 3a und Fig. 3b zeigen anhand von zwei verschiedenen schematischen Diagrammen, wie bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß einer zweiten Ausführungsform die Alterung des SCR-Katalysators berücksichtigt wird, und

Fig. 4a und Fig. 4b zeigen anhand von zwei verschiedenen schematischen Diagrammen, wie bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß einer dritten Ausführungsform die Alterung des SCR-Katalysators berücksichtigt wird.

Wenn nicht anders angegeben, so entsprechen die Bezugszeichen folgenden Komponenten:

Abgasnachbehandlungsanlage 1, Steuergerät 2, Verbrennungskraftmaschine 3, NOx-Sensor 4, Adaptionmodul 5, SCR-Modell 6, ASC-Modell 7, DPF-Modell 8, DOC-Modell 9, Regler 10, Sollwert 11, Dosiervorrichtung 12, Alterungsmodell 13, Beladung des SCR-Katalysators 14, Dosiermenge 15 und Zeit 16.

Fig. 1 zeigt eine schematische grafische Darstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung.

Die Abgasnachbehandlungsanlage 1 der Verbrennungskraftmaschine 3 umfasst gemäß dieser Ausführungsform einen Dieseloxydationskatalysator DOC, einen Dieselpartikelfilter DPF, einen zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysator SCR und einen Ammoniakschlupfkatalysator ASC. Ferner ist nach dem Verbrennungsmotor und nach dem SCR-System jeweils ein NOx-Sensor 4 angeordnet.

Vor dem SCR-System, insbesondere vor dem SCR-Katalysator wird über eine Dosiervorrichtung 12 ein zur selektiven katalytischen Reduktion geeigneter Betriebsstoff, wie insbesondere ein harnstoffhaltiges Gemisch, eine Harnstofflösung oder AdBlue®, eingebracht. Der Betriebsstoff kann ein Reduktionsmittel, wie

insbesondere Ammoniak NH_3 , enthalten oder in ein Reduktionsmittel, wie insbesondere Ammoniak NH_3 , umsetzbar sein.

Das Reduktionsmittel, insbesondere Ammoniak NH_3 , ist gegebenenfalls zumindest temporär im SCR-Katalysator des SCR-Systems speicherbar und/oder gespeichert. Gegebenenfalls lagert sich der Ammoniak NH_3 an den aktiven Zentren des SCR-Katalysators an. Das zumindest temporär gespeicherte Reduktionsmittel, insbesondere der Ammoniak NH_3 , kann anschließend Stickoxide NO_x , wie insbesondere Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO_2 , reduzieren.

Ferner ist ein Steuergerät 2 vorgesehen, welches kinetische und/oder physikalische Modelle der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponenten umfasst. Gemäß dieser Ausführungsform umfasst das Steuergerät 2 ein kinetisches und/oder physikalisches Modell des Dieseloxydationskatalysators, ein sogenanntes DOC-Modell 9, des Dieselpartikelfilters, ein sogenanntes DPF-Modell 8, des zur selektiven katalytischen Reduktion eingerichteten Katalysators, ein sogenanntes SCR-Modell 6 und des Ammoniakschlupfkatalysators, ein sogenanntes ASC-Modell 7.

Mit dem Steuergerät 2 und insbesondere mit dem physikalischen und/oder kinetischen Modell des SCR-Katalysators wird ein Dosiersignal und/oder eine Dosiermenge 15 an Betriebsstoff berechnet und/oder bestimmt. Gemäß dieser Ausführungsform wird das durch das Modell des SCR-Katalysators bestimmte Dosiersignal durch einen im Steuergerät vorgesehenen Regler 10 verändert, in welchen ein Sollwert 11 und das Messsignal des NO_x -Sensors 4 nach dem SCR-System eingehen. Das durch den Regler 10 veränderte Dosiersignal wird anschließend zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung 12 vom Steuergerät 2 ausgegeben.

Gemäß dieser Ausführungsform ist zwischen dem Steuergerät 2 und der Dosiervorrichtung 12 ein Adaptionsmodul 5 vorgesehen. Das vom Steuergerät 2 ausgegebene Dosiersignal wird in dem Adaptionsmodul 5 zu einem angepassten Dosiersignal umgewandelt. In dem Adaptionsmodul 5 ist ein Alterungsmodell 13 vorgesehen, welches die Alterung des SCR-Katalysators aufgrund des Verlaufs der Temperatur des Substrats des SCR-Katalysators berechnen und/oder bestimmen kann.

Das heißt, dass gemäß dieser Ausführungsform in das Adaptionmodul 5 das Dosiersignal des Steuergeräts 2 und die Temperatur des Abgases vor dem SCR-Katalysator eingehen. Mit der Temperatur des Abgases vor dem SCR-Katalysator wird die Substrattemperatur des SCR-Katalysators berechnet.

Gemäß dieser Ausführungsform werden die jeweiligen Zeitspannen bestimmt, in welchen das Substrat des SCR-Katalysators mindestens einen vorab bestimmten und/oder mindestens einen vorab festgelegten Substrattemperatur-Schwellenwert überschreitet, und zu einer Gesamtzeitspanne aufsummiert. Dadurch kann bestimmt werden, für wie lange das Substrat des SCR-Katalysators eine Temperatur größer oder gleich dem Substrattemperatur-Schwellenwert oder einen bestimmten Temperaturbereich aufgewiesen hat.

In dieser Ausführungsform wurde zur Bedatung des Alterungsmodells 13 des Adaptionmoduls 5 der SCR-Katalysator der Abgasnachbehandlungsanlage Ziffer eins in einem ungealterten und in einem gealterten Zustand vermessen. Der gealterte Zustand des SCR-Katalysators wurde dadurch hergestellt, dass das Substrat des SCR-Katalysators für eine definierte Zeit auf eine definierte Temperatur erwärmt wurde. Gegebenenfalls kann der gealterte Zustand des SCR-Katalysators durch Betreiben eines Kraftfahrzeugs an einem Motorprüfstand oder einem Synthesegasprüfstand erzeugt werden. Gegebenenfalls wird der SCR-Katalysator durch Erwärmen in einem Ofen gealtert. In einer nicht dargestellten Ausführungsform wird zur Bedatung des Alterungsmodells 13 des Adaptionmoduls 5 der SCR-Katalysator in mehreren definierten Alterungszuständen vermessen.

Durch die erzeugten Referenzpunkte ist es möglich, den Alterungszustand für eine andere Gesamtzeitspanne zu ermitteln.

In einer nicht dargestellten Ausführungsform kann die Temperatur des Abgases vor dem SCR-Katalysator oder die Temperatur des Substrats des SCR-Katalysators in dem Adaptionmodul 5 berechnet oder durch einen an das Adaptionmodul 5 angeschlossenen Temperatursensor gemessen werden. Grundsätzlich ist es jedoch vorteilhaft, wenn die Temperatur nur im Alterungsmodell 13 verwendet wird und im Adaptionmodul 5 ein Indikator für einen Alterungszustand des SCR-Katalysators verwendet wird.

Fig. 2a und Fig. 2b zeigen anhand von zwei verschiedenen schematischen Diagrammen, wie bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß einer ersten Ausführungsform die Alterung des SCR-Katalysators in dem Adaption Modul 5 berücksichtigt wird. Insbesondere wird in den Figuren 2a und 2b dargestellt, wie durch das erfindungsgemäße Verfahren die Effizienz der Abgasnachbehandlungsanlage 1 erhöht werden kann, wenn die NO_x-Umsatzrate bzw. NO_x-Konversion des SCR-Katalysators durch dessen Alterung abnimmt.

In dem ersten dieser beiden Diagramme ist die Beladung des SCR-Katalysators über der Zeit 16 aufgetragen. In dem zweiten dieser beiden Diagramme ist die Dosiermenge 15 an Betriebsstoff in Milligramm pro Sekunde über der Zeit 16 aufgetragen. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 2 können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß Fig. 1 entsprechen.

In Fig. 2a stellt die strichlierte Linie den aktuellen Beladungszustand des SCR-Katalysators und die durchgezogene Linie den vom SCR-Modell des Steuergeräts vorgegebenen Beladungszustand des SCR Katalysators dar.

In Fig. 2b ist die jeweilige Dosiermenge 15 an Betriebsstoff dargestellt, die notwendig ist, um den jeweiligen in Fig. 2a vorgegebenen Beladungszustand zu erreichen. In dieser Ausführungsform ist der Betriebsstoff in ein Reduktionsmittel und insbesondere in Ammoniak NH₃ umsetzbar. Die durchgezogene Linie stellt die Betriebsstoffmenge dar, welche eindosiert werden muss, um den vordefinierten Beladungszustand bei einem fabrikneuen bzw. ungealterten SCR-Katalysator zu erreichen. Die strichlierte Linie stellt die Betriebsstoffmenge dar, welche eindosiert werden muss, um den vordefinierten Beladungszustand bei einem gealterten SCR-Katalysator zu erreichen.

In Fig. 2b ist ersichtlich, dass, wenn der Alterungszustand des SCR-Katalysators nicht berücksichtigt wird, jeweils bei stationären Bedingungen des Verbrennungsmotors zu viel Betriebsstoff eindosiert werden würde.

Dieser zu viel eindosierte Betriebsstoff würde in weiterer Folge zu einem erhöhten Verbrauch an Reduktionsmittel und/oder zu Reduktionsmittel-Emissionen führen.

Fig. 3a und Fig. 3b zeigen anhand von zwei verschiedenen schematischen Diagrammen, wie bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß einer zweiten

Ausführungsform die Alterung des SCR-Katalysators in dem Adaptionmodul 5 berücksichtigt wird. Insbesondere wird in den Figuren 3a und 3b dargestellt, wie durch das erfindungsgemäße Verfahren die Effizienz der Abgasnachbehandlungsanlage erhöht werden kann, wenn die Reduktionsmittel-Speicherkapazität, insbesondere die Ammoniak-Speicherkapazität des SCR-Katalysators, durch dessen Alterung abnimmt.

In dem ersten dieser beiden Diagramme ist die Beladung des SCR-Katalysators 14 über der Zeit 16 aufgetragen. In dem zweiten dieser beiden Diagramme ist die Dosiermenge 15 an Betriebsstoff in Milligramm pro Sekunde über der Zeit aufgetragen. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 3 können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß Fig. 1 und/oder den Figuren 2 entsprechen.

Die Fig. 3a entspricht im Wesentlichen der Fig. 2a.

In Fig. 3b ist ersichtlich, dass, wenn der Alterungszustand des SCR-Katalysators nicht berücksichtigt wird, jeweils bei transienten Bedingungen des Verbrennungsmotors zu wenig und/oder zu viel Betriebsstoff eindosiert werden würde. Die in der Fig. 3b schraffierten Bereiche markieren die jeweils zu viel oder zu wenig eindosierte Betriebsstoffmenge während der transienten Phasen.

Durch die mit der Alterung des SCR-Katalysators einhergehenden Abnahme der Ammoniak-Speicherkapazität muss, um die NO_x-und/oder Reduktionsmittel-Emissionen zu verringern oder zu verhindern, die eindosierte Menge an Betriebsstoff bei der Änderung des Beladungszustands des SCR-Katalysators berücksichtigt werden.

Andernfalls würde bei einer durch das Steuergerät 2 geforderten Verringerung des Beladungszustands des SCR-Katalysators, durch die bei einem fabrikneuen SCR-Katalysator notwendige starke Reduktion der Betriebsstoffzufuhr, der geforderte Beladungszustand unterschritten werden. Durch die stattfindende Unterdosierung an Betriebsstoff würde zu viel Reduktionsmittel durch die von der Verbrennungskraftmaschine 3 erzeugten NO_x-Emissionen verbraucht werden und der erforderliche Beladungszustand des SCR-Katalysators würde unterschritten werden. In weiterer Folge würden NO_x-Emissionen nach dem SCR-System auftreten.

Andernfalls würde bei einer durch das Steuergerät 2 geforderten Erhöhung des Beladungszustands des SCR-Katalysators, durch die bei einem fabrikneuen SCR-

Katalysator notwendige starke Erhöhung der Betriebsstoffzufuhr, der geforderte Beladungszustand überschritten werden. Durch die stattfindende Überdosierung an Betriebsstoff würde zu viel Reduktionsmittel eingebracht und der erforderliche Beladungszustand des SCR-Katalysators würde überschritten werden. In weiterer Folge könnten durch die gegebenenfalls stattfindende Überladung des SCR-Katalysators Reduktionsmittel-Emissionen nach dem SCR-System auftreten und der Verbrauch an Reduktionsmittel unnötigerweise ansteigen.

Fig. 4a und Fig. 4b zeigen anhand von zwei verschiedenen schematischen Diagrammen, wie bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß einer dritten Ausführungsform die Alterung des SCR-Katalysators in dem Adaption Modul 5 berücksichtigt wird. Insbesondere wird in den Figuren 4a und 4b dargestellt, wie durch das erfindungsgemäße Verfahren die Effizienz der Abgasnachbehandlungsanlage 1 erhöht werden kann, wenn die NO_x-Umsatzrate bzw. NO_x-Konversion und die Reduktionsmittel-Speicherkapazität, insbesondere die Ammoniak-Speicherkapazität des SCR-Katalysators, durch dessen Alterung abnimmt.

In dem ersten dieser beiden Diagramme ist die Beladung des SCR-Katalysators 14 über der Zeit 16 aufgetragen. In dem zweiten dieser beiden Diagramme ist die Dosiermenge 15 an Betriebsstoff in Milligramm pro Sekunde über der Zeit 16 aufgetragen. Die Merkmale der Ausführungsform gemäß den Figuren 4 können bevorzugt den Merkmalen der Ausführungsformen gemäß Fig. 1, den Figuren 2 und/oder den Figuren 3 entsprechen.

Die Fig. 4a entspricht im Wesentlichen der Fig. 2a.

In Fig. 4b ist ersichtlich, dass, wenn der Alterungszustand des SCR-Katalysators berücksichtigt wird, jeweils bei stationären Bedingungen der Verbrennungskraftmaschine 3 im Wesentlichen die durch die Alterung verringerte NO_x-Umsatzrate bzw. NO_x-Konversion und bei transienten Bedingungen der Verbrennungskraftmaschine 3 im Wesentlichen die durch die Alterung verringerte Ammoniakspeicherkapazität des SCR-Katalysators berücksichtigt wird.

Dadurch ist es möglich, sowohl NO_x-Emissionen als auch Reduktionsmittel-Emissionen nach dem SCR-Katalysator zu verringern und/oder zu vermeiden.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die dargestellten Ausführungsformen, sondern umfasst jegliche Anordnung und jegliches Verfahren gemäß den nachfolgenden Patentansprüchen und ein Adaptionmodul 5, welches zur Bildung einer erfindungsgemäßen Anordnung und/oder zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Steuerung und/oder Regelung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage (1) einer Verbrennungskraftmaschine (3), umfassend:
 - ein SCR-System mit einem SCR-Katalysator, mit einer Dosiervorrichtung (12) zur Einbringung eines Betriebsstoffs und gegebenenfalls mit einem NOx-Sensor (4) zur Bildung eines Regelkreises,
 - ein Steuergerät (2) mit einem Ausgang, der ein Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung (12) ausgibt,dadurch gekennzeichnet,
 - dass zwischen dem Ausgang des Steuergeräts (2) und dem Eingang der Dosiervorrichtung (12) ein Adoptionsmodul (5) zur Anpassung des Dosiersignals und insbesondere zur Anpassung der Dosiermenge (15) vorgesehen ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Adoptionsmodul ein Alterungsmodell (13) zur Berücksichtigung des Alterungszustands des SCR-Katalysators und zur Anpassung der Dosiermenge (15) an den Alterungszustand des SCR-Katalysators umfasst.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
 - dass in das Adoptionsmodul (5) und insbesondere in dessen Alterungsmodell (13) als Eingangssignale das Dosiersignal und ein Temperatursignal des Abgases eingehen,
 - und dass aus dem Adoptionsmodul (5) und insbesondere aus dessen Alterungsmodell (13) als Ausgangssignal das durch das Alterungsmodell (13) angepasste Dosiersignal ausgeht.
4. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - dass das Steuergerät (2) ein kinetisches und/oder physikalisches Modell der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente der Abgasnachbehandlungsanlage (1) umfasst,

- wobei das jeweilige physikalische Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen physikalischen Vorgänge zusätzlich zum realen Betrieb berechnet,
 - und/oder wobei das jeweilige kinetische Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen Reaktionen zusätzlich zum realen Betrieb berechnet.
5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kinetische und/oder physikalische Modell das Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung (12) berechnet und/oder erzeugt.
6. Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das jeweilige kinetische und/oder physikalische Modell eine mathematischen Abbildung der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente ist.
7. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass das Steuergerät (2) einen Regler (10) zur Anpassung des auszugebenden Dosiersignals des Steuergeräts (2) umfasst,
 - und dass der Regler (10) das auszugebende Dosiersignal in Abhängigkeit des Messsignals des NO_x-Sensors (4) nach dem SCR-System anpasst und/oder regelt.
8. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage (1) einer Verbrennungskraftmaschine (3),
- wobei das SCR-System einen SCR-Katalysator, eine Dosiervorrichtung (12) zur Einbringung eines Betriebsstoffs und gegebenenfalls einen NO_x-Sensor (4) zur Bildung eines Regelkreises umfasst,
- umfassend folgende Schritte:
- Erzeugen eines Dosiersignals zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung (12), insbesondere der Dosiermenge (15), in einem Steuergerät (2),
 - Erzeugen eines angepassten Dosiersignals durch Anpassen des Dosiersignals in einem zwischen einem Ausgang des Steuergeräts (2) und dem Eingang der Dosiervorrichtung (12) vorgesehen Adaptionsmodul (5),

- Steuern und/oder Regeln der Dosiervorrichtung (12) und insbesondere Steuern und/oder Regeln der Dosiermenge (15) durch das angepasste Dosiersignal.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
- dass das Erzeugen des angepassten Dosiersignals unter Verwendung eines im Adaptionsmodul (5) vorgesehenen Alterungsmodells (13) erfolgt,
 - und dass im Alterungsmodell (13) der Alterungszustand des SCR-Katalysators berücksichtigt wird und die Dosiermenge (15) in Abhängigkeit des Alterungszustands des SCR-Katalysators angepasst wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet,
- dass in dem Adaptionsmodul (5) und insbesondere in dessen Alterungsmodell (13) die Temperatur des Abgases und/oder die Temperatur des SCR-Katalysators berücksichtigt wird,
 - dass der Alterungszustand des SCR-Katalysators unter Berücksichtigung der Temperatur des Abgases und/oder der Temperatur des SCR-Katalysators ermittelt wird,
 - und dass das Dosiersignal in dem Adaptionsmodul (5) und insbesondere in dessen Alterungsmodell (13) unter Berücksichtigung des ermittelten Alterungszustands des SCR-Katalysators angepasst wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet,
- dass in dem Adaptionsmodul (5) und insbesondere in dessen Alterungsmodell (13) die jeweiligen Zeitspannen, in welchen das Substrat des SCR-Katalysators einen vorab bestimmten Substrattemperatur-Schwellenwert überschreitet, zu einer Gesamtzeitspanne aufsummiert werden,
 - dass der Alterungszustand des SCR-Katalysators in Abhängigkeit der ermittelten Gesamtzeitspanne bestimmt wird,
 - und dass das Dosiersignal in dem Adaptionsmodul (5) und insbesondere in dessen Alterungsmodell (13) unter Berücksichtigung des ermittelten Alterungszustands des SCR-Katalysators angepasst wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet,
 - dass in dem Steuergerät (2) die jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponenten der Abgasnachbehandlungsanlage mit einem kinetischen und/oder physikalischen Modell abgebildet werden,
 - wobei in dem jeweiligen physikalischen Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen physikalischen Vorgänge zusätzlich zum realen Betrieb berechnet werden,
 - und/oder wobei in dem jeweiligen kinetischen Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen Reaktionen zusätzlich zum realen Betrieb berechnet werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass in dem kinetischen und/oder physikalischen Modell des SCR-Katalysators das Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung (12) berechnet und/oder erzeugt wird.
14. Verfahren einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet,
 - dass das auszugebende Dosiersignal des Steuergeräts (2) durch einen im Steuergerät (2) vorgesehenen Regler (10) angepasst wird,
 - und dass durch den Regler (10) das auszugebende Dosiersignal in Abhängigkeit des Messsignals des NO_x-Sensors (4) nach dem SCR-System, angepasst oder geregelt wird.
15. Adaptionmodul (5) eingerichtet zur Bildung einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und/oder zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 14.

1/2

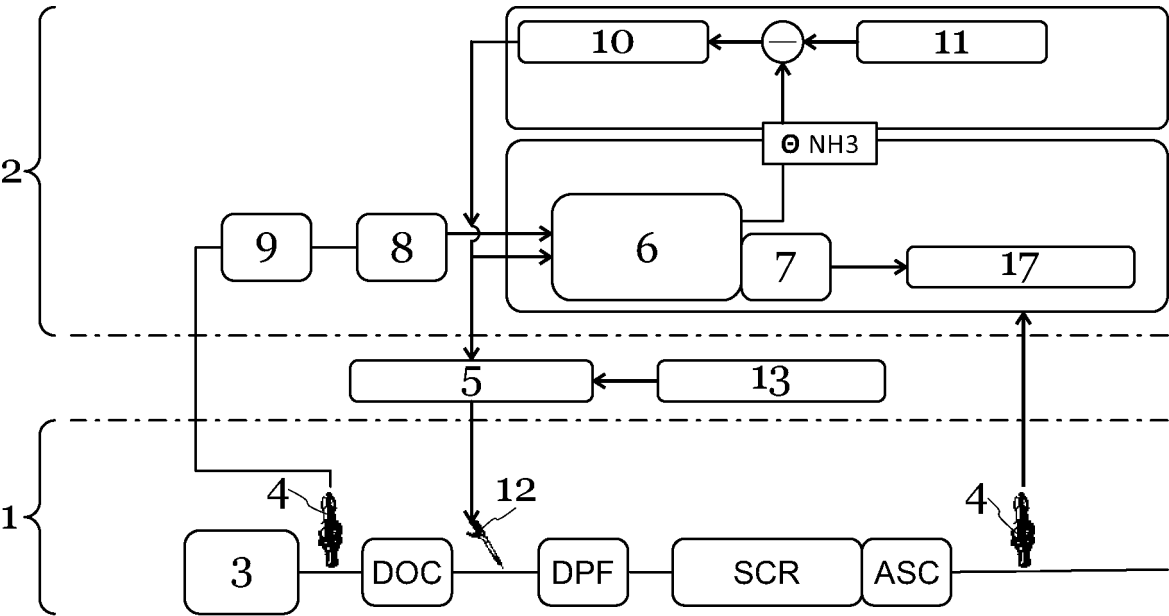


Fig.1

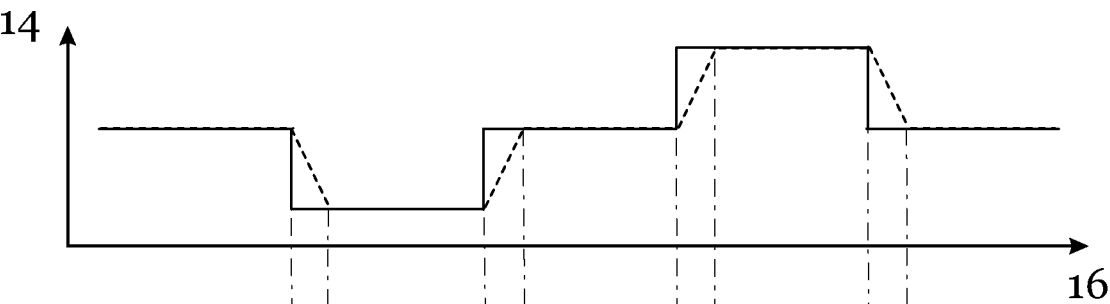


Fig.2a

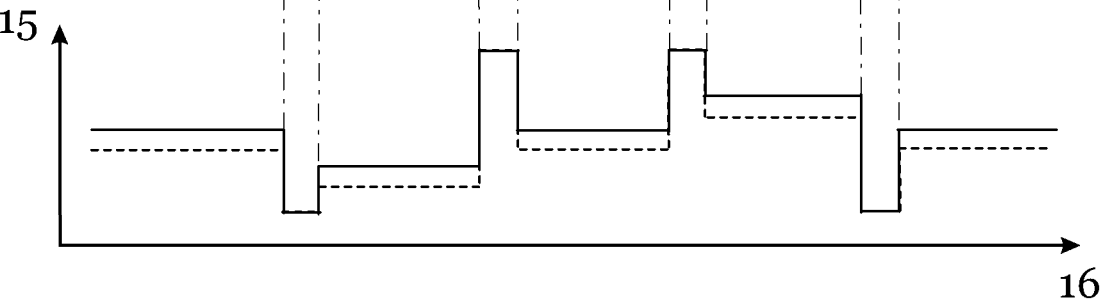


Fig.2b

2/2

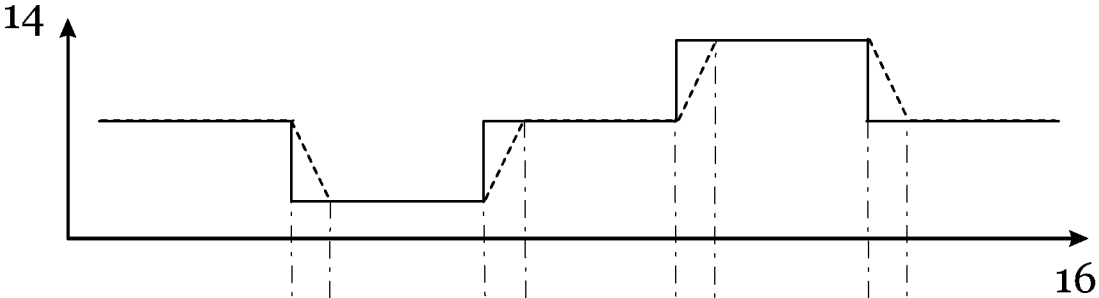


Fig.3a

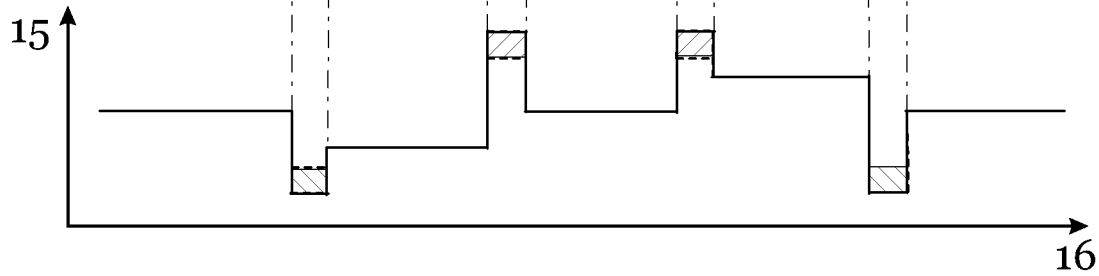


Fig.3b

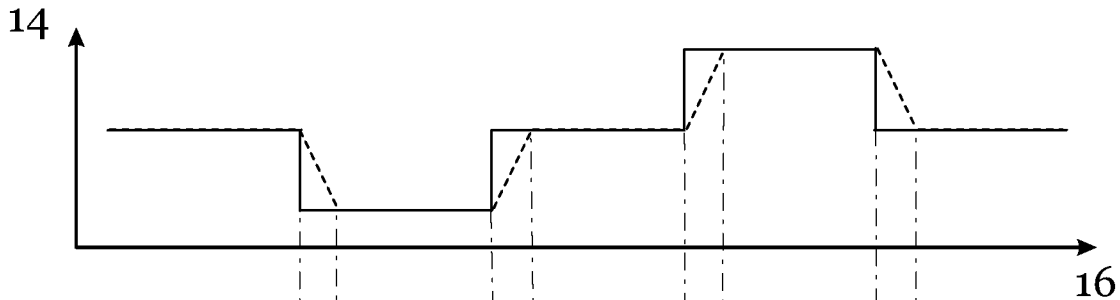


Fig.4a

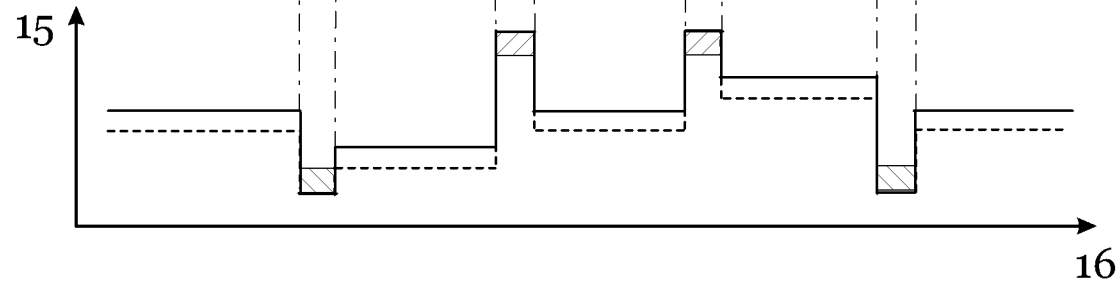


Fig.4b

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
F01N 3/20 (2006.01); **F01N 9/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
F01N 3/208 (2013.01); **F01N 9/00** (2018.08)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
F01N

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPI, TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 30.05.2018 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102009034622 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC) 12. Mai 2010 (12.05.2010) gesamtes Dokument	1, 2
X	WO 2008115843 A2 (HONEYWELL INT INC) 25. September 2008 (25.09.2008) gesamtes Dokument	1, 2, 8
A	DE 1120090000968 T5 (CUMMINS IP INC) 28. Juli 2011 (28.07.2011) gesamtes Dokument	1, 2, 8

Datum der Beendigung der Recherche:
11.03.2019

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

RODLAUER Gerhard

*) Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Steuerung und/oder Regelung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage (1) einer Verbrennungskraftmaschine (3), umfassend:
 - ein SCR-System mit einem SCR-Katalysator, mit einer Dosiervorrichtung (12) zur Einbringung eines Betriebsstoffs und gegebenenfalls mit einem NOx-Sensor (4) zur Bildung eines Regelkreises,
 - ein Steuergerät (2) mit einem Ausgang, der ein Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung (12) ausgibt,dadurch gekennzeichnet,
 - dass zwischen dem Ausgang des Steuergeräts (2) und dem Eingang der Dosiervorrichtung (12) ein Adaptionsmodul (5) zur Anpassung des Dosiersignals und insbesondere zur Anpassung der Dosiermenge (15) derart vorgesehen ist, dass das Adaptionsmodul (5) das vom Ausgang des Steuergeräts (2) ausgegebene Dosiersignal empfängt und das vom Adaptionsmodul (5) angepasste Dosiersignal an die Dosiervorrichtung überträgt.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Adaptionsmodul ein Alterungsmodell (13) zur Berücksichtigung des Alterungszustands des SCR-Katalysators und zur Anpassung der Dosiermenge (15) an den Alterungszustand des SCR-Katalysators umfasst.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
 - dass in das Adaptionsmodul (5) und insbesondere in dessen Alterungsmodell (13) als Eingangssignale das Dosiersignal und ein Temperatursignal des Abgases eingehen,
 - und dass aus dem Adaptionsmodul (5) und insbesondere aus dessen Alterungsmodell (13) als Ausgangssignal das durch das Alterungsmodell (13) angepasste Dosiersignal ausgeht.
4. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass das Steuergerät (2) ein kinetisches und/oder physikalisches Modell der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente der Abgasnachbehandlungsanlage (1) umfasst,
 - wobei das jeweilige physikalische Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen physikalischen Vorgänge zusätzlich zum realen Betrieb berechnet,
 - und/oder wobei das jeweilige kinetische Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen Reaktionen zusätzlich zum realen Betrieb berechnet.
5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kinetische und/oder physikalische Modell das Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung (12) berechnet und/oder erzeugt.
6. Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das jeweilige kinetische und/oder physikalische Modell eine mathematischen Abbildung der jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponente ist.
7. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass das Steuergerät (2) einen Regler (10) zur Anpassung des auszugebenden Dosiersignals des Steuergeräts (2) umfasst,
 - und dass der Regler (10) das auszugebende Dosiersignal in Abhängigkeit des Messsignals des NOx-Sensors (4) nach dem SCR-System anpasst und/oder regelt.
8. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage (1) einer Verbrennungskraftmaschine (3),
- wobei das SCR-System einen SCR-Katalysator, eine Dosiervorrichtung (12) zur Einbringung eines Betriebsstoffs und gegebenenfalls einen NOx-Sensor (4) zur Bildung eines Regelkreises umfasst,
- umfassend folgende Schritte:
- Erzeugen eines Dosiersignals zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung (12), insbesondere der Dosiermenge (15), in einem Steuergerät (2),

- Ausgeben des Dosiersignals von einem Ausgang des Steuergeräts (2) an ein zwischen dem Ausgang des Steuergeräts (2) und einem Eingang der Dosiervorrichtung (12) vorgesehenes Adaptionsmodul (5),
 - Erzeugen eines angepassten Dosiersignals durch Anpassen des vom Ausgang des Steuergeräts (2) ausgegebenen Dosiersignals im Adaptionsmodul (5),
 - Übertragen des im Adaptionsmodul erzeugten angepassten Dosiersignals an die Dosiervorrichtung (12),
 - Steuern und/oder Regeln der Dosiervorrichtung (12) und insbesondere Steuern und/oder Regeln der Dosiermenge (15) durch das angepasste Dosiersignal.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
- dass das Erzeugen des angepassten Dosiersignals unter Verwendung eines im Adaptionsmodul (5) vorgesehenen Alterungsmodells (13) erfolgt,
 - und dass im Alterungsmodell (13) der Alterungszustand des SCR-Katalysators berücksichtigt wird und die Dosiermenge (15) in Abhängigkeit des Alterungszustands des SCR-Katalysators angepasst wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet,
- dass in dem Adaptionsmodul (5) und insbesondere in dessen Alterungsmodell (13) die Temperatur des Abgases und/oder die Temperatur des SCR-Katalysators berücksichtigt wird,
 - dass der Alterungszustand des SCR-Katalysators unter Berücksichtigung der Temperatur des Abgases und/oder der Temperatur des SCR-Katalysators ermittelt wird,
 - und dass das Dosiersignal in dem Adaptionsmodul (5) und insbesondere in dessen Alterungsmodell (13) unter Berücksichtigung des ermittelten Alterungszustands des SCR-Katalysators angepasst wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet,
- dass in dem Adaptionsmodul (5) und insbesondere in dessen Alterungsmodell (13) die jeweiligen Zeitspannen, in welchen das Substrat des SCR-Katalysators einen vorab bestimmten Substrattemperatur-Schwellenwert überschreitet, zu einer Gesamtzeitspanne aufsummiert werden,
 - dass der Alterungszustand des SCR-Katalysators in Abhängigkeit der ermittelten Gesamtzeitspanne bestimmt wird,

- und dass das Dosiersignal in dem Adaptionsmodul (5) und insbesondere in dessen Alterungsmodell (13) unter Berücksichtigung des ermittelten Alterungszustands des SCR-Katalysators angepasst wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet,
- dass in dem Steuergerät (2) die jeweiligen Abgasnachbehandlungskomponenten der Abgasnachbehandlungsanlage mit einem kinetischen und/oder physikalischen Modell abgebildet werden,
 - wobei in dem jeweiligen physikalischen Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen physikalischen Vorgänge zusätzlich zum realen Betrieb berechnet werden,
 - und/oder wobei in dem jeweiligen kinetischen Modell die für die jeweilige Abgasnachbehandlungskomponente maßgeblichen Reaktionen zusätzlich zum realen Betrieb berechnet werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass in dem kinetischen und/oder physikalischen Modell des SCR-Katalysators das Dosiersignal zur Steuerung und/oder Regelung der Dosiervorrichtung (12) berechnet und/oder erzeugt wird.
14. Verfahren einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet,
- dass das auszugebende Dosiersignal des Steuergeräts (2) durch einen im Steuergerät (2) vorgesehenen Regler (10) angepasst wird,
 - und dass durch den Regler (10) das auszugebende Dosiersignal in Abhängigkeit des Messsignals des NO_x-Sensors (4) nach dem SCR-System, angepasst oder geregelt wird.
15. Adaptionsmodul (5) eingerichtet zur Bildung einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und/oder zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 14.