

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
1. Oktober 2015 (01.10.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/144276 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01N 3/20 (2006.01) *F01N 3/021* (2006.01)
F01N 9/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/000322

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Februar 2015 (13.02.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 004 439.4 27. März 2014 (27.03.2014) DE

(71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse
137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: GÄRTNER, Uwe; Ziegelweg 6/1, 73630
Remshalden (DE). MASSNER, Alexander; Dresdener
Strasse 88, 73730 Esslingen (DE). RECHTLICH, Erik;
Taubenheimstrasse 69, 70372 Stuttgart (DE).
ZIMMERMANN, Frank; Daimlerstrasse 47, 70372
Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN EXHAUST GAS CLEANING SYSTEM CONNECTED TO AN INTERNAL
COMBUSTION ENGINE OF A MOTOR-VEHICLE COMPRISING AN SCR CATALYST

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES AN EINE KRAFTFAHRZEUGBRENNKRAFTMASCHINE
ANGESCHLOSSENEN ABGASREINIGUNGSSYSTEMS UMFASSEND EINEN SCR-KATALYSATOR

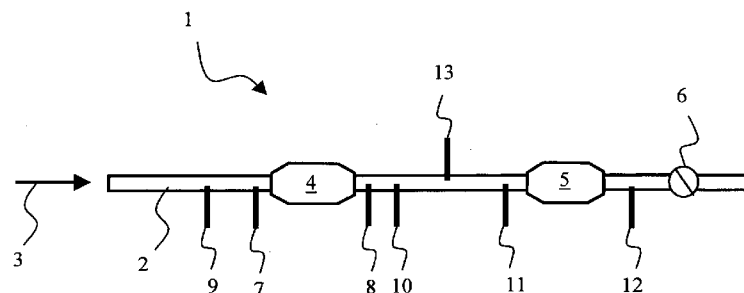


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an exhaust gas cleaning system (1) connected to an internal combustion engine of a motor vehicle, comprising an SCR catalyst (5) for catalyzed reaction of nitrogen oxides contained in the exhaust gas of the internal combustion engine with ammonia. In the method, a reducing agent containing ammonia is added to the exhaust gas upstream of the SCR catalyst (5) at a predeterminable dosing rate, a pressure value correlating with an absolute pressure in the exhaust gas cleaning system (1) on the input side of the SCR catalyst (5) is determined, and the dosing rate is specified, at least as a function of the pressure value.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines an eine Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine angeschlossenen Abgasreinigungssystems (1) umfassend einen SCR-Katalysator (5) zur katalysierten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/144276 A1



Umsetzung von im Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenen Stickoxiden mit Ammoniak. Bei dem Verfahren wird ein Ammoniak enthaltendes Reduktionsmittel stromaufwärts des SCR-Katalysators (5) dem Abgas mit einer vorgebbaren Dosierate zugegeben, ein mit einem Absolutdruck im Abgasreinigungssystem (1) eingangsseitig des SCR-Katalysators (5) korrelierender Druckwert ermittelt wird und die Dosierate zumindest in Abhängigkeit vom Druckwert vorgegeben.

Verfahren zum Betreiben eines an eine Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine
angeschlossenen Abgasreinigungssystems umfassend einen SCR-Katalysator

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines an eine Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine angeschlossenen Abgasreinigungssystems umfassend einen SCR-Katalysator zur katalysierten Umsetzung von im Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenen Stickoxiden mit Ammoniak, bei welchem ein Ammoniak enthaltendes Reduktionsmittel stromaufwärts des SCR-Katalysators dem Abgas mit einer vorgebbaren Dosiertrate zugegeben wird.

In der DE 10 2008 036 885 A1 ist ein Verfahren beschrieben, bei welchem einem einen SCR-Katalysator enthaltenden Abgassystem wässrige Harnstofflösung als Ammoniak enthaltendes Reduktionsmittel mit einer geregelt einstellbaren Dosiertrate zugeführt wird. Dabei wird in Abhängigkeit verschiedener Größen die Dosiertrate so eingestellt, dass entweder ein durch ein Rechenmodell vorgegebener Soll-Füllstand von im SCR-Katalysator gespeichertem Ammoniak oder ein vorgegebener Soll-Wirkungsgrad für einen Stickoxid-Umsatz mit im SCR-Katalysator gespeichertem und/oder dem SCR-Katalysator zugeführtem Ammoniak wenigstens annähernd erreicht werden. Auf diese Weise kann eine wirksame Verminderung von Stickoxiden aus dem Abgas der entsprechenden Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine erzielt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, welches eine nochmals verbesserte Stickoxidentfernung aus Kraftfahrzeugbrennkraftmaschinenabgas ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines an eine Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine angeschlossenen Abgasreinigungssystems umfassend einen SCR-Katalysator zur katalysierten Umsetzung von im Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenen Stickoxiden mit Ammoniak, wird ein Ammoniak enthaltendes Reduktionsmittel

stromaufwärts des SCR-Katalysators dem Abgas mit einer vorgebbaren Dosierate zugegeben, ein mit einem Absolutdruck im Abgasreinigungssystem eingangsseitig des SCR-Katalysators korrelierender Druckwert ermittelt, und die Dosierate zumindest in Abhängigkeit vom Druckwert vorgegeben. Die Dosierate ist dabei von Null verschieden und wird vorzugsweise so eingestellt, dass ein vorgebbarer Zielwert für einen Stickoxid-Umsatz bzw. eine Verminderung von im Abgas enthaltenen Stickoxiden wenigstens annähernd erreicht wird. Die Einstellung der Dosierate erfolgt vorzugsweise geregelt mit einem geschlossenen Regelkreis mit Rückführung. Es ist jedoch auch eine Vorwärtssteuerung mit einem geöffneten Regelkreis möglich. Mit der erfindungsgemäßen absolutdruckabhängig und insbesondere geregelt eingestellten Dosierate ist eine weiter verbesserte Ausnutzung des Umsetzungspotentials des SCR-Katalysators und damit eine weiter verbesserte Stickoxid-Verminderung aus dem Abgas ermöglicht. Mit der erfindungsgemäßen Vorgehensweise wird der Erkenntnis der Erfinder Rechnung getragen, dass der Absolutdruck insbesondere Stofftransportprozesse beeinflusst, welche ihrerseits die katalysierte Stickoxid-Umsetzung maßgeblich mitbestimmen. Unter Stickoxiden, nachfolgend vereinfacht mit NO_x bezeichnet, sind dabei in erster Linie Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) zu verstehen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn in Ausgestaltung der Erfindung ein NO_x-Umsatz des SCR-Katalysators ermittelt wird und bei Unterschreiten eines vorgebbaren Grenzwerts für den ermittelten NO_x-Umsatz der Absolutdruck im Abgasreinigungssystem eingangsseitig des SCR-Katalysators durch Erhöhen eines Strömungswiderstands für aus dem SCR-Katalysator ausgeströmtes Abgas erhöht wird. Die Erhöhung des Absolutdrucks auf einen insbesondere vorgebbaren Wert eingangsseitig des SCR-Katalysators kann beispielsweise durch Betätigen einer strömungsmäßig hinter dem SCR-Katalysator im Abgasreinigungssystem angeordneten Abgas-Stauklappe bewirkt werden. Durch Erhöhen des Absolutdrucks eingangsseitig des SCR-Katalysators wird auch der Druck im Katalysatorelement selbst angehoben. Wie festgestellt wurde, kann dadurch positiv auf die Umsetzung von mit dem Abgas dem SCR-Katalysator zugeführten Stickoxiden mit Ammoniak (NH₃) Einfluss genommen werden. Die Dosierate kann damit gegebenenfalls erhöht und ein erhöhter Stickoxid-Umsatz erzielt werden. Obschon die Wirkungszusammenhänge als nicht vollständig geklärt gelten können, werden eine durch die Druckerhöhung bewirkte erhöhte NH₃-Einspeicherfähigkeit sowie eine Verschiebung des thermodynamischen Gleichgewichts der Umsetzungsreaktion in eine gewünschte Richtung bzw. eine Verbesserung der Reaktionskinetik als maßgeblich für einen verbesserten NO_x-Umsatz des SCR-Katalysators angesehen. Vorzugsweise wird der Absolutdruck eingangs des SCR-Katalysator in Verbindung mit einem Kaltstart bzw.

Warmlauf der Brennkraftmaschine vorgenommen. Die Erwärmung des SCR-Katalysators auf Temperaturen, bei welchen dieser eine gute NO_x-Verminderungsaktivität aufweist, erfolgt schneller, weil infolge des Aufstauens von Abgas und des damit verbundenen Drossелеffektes von vornherein heißeres Abgas von der Brennkraftmaschine abgegeben wird. Hat der SCR-Katalysator eine vorbestimmte Temperatur von etwa 250 °C bzw. eine vorbestimmte Aktivität von etwa 70 % NO_x-Umsatz erreicht, so kann die Erhöhung des Absolutdrucks vermindert oder gänzlich rückgängig gemacht werden. Eine Absolutdruck-erhöhung hat sich jedoch auch nach einem erfolgten Warmlauf der Brennkraftmaschine als vorteilhaft erwiesen. Bei betriebswarmem SCR-Katalysator mit einer Temperatur von mehr als etwa 250 °C kann es insbesondere einer erhöhten Last der Brennkraftmaschine mit beispielsweise mehr als 70 % der Nennlast zu einer vergleichsweise hohen NO_x-Beaufschlagung des SCR-Katalysators infolge einer erhöhten NO_x-Rohemission kommen. Bei solchen Betriebspunkten ist eine Verminderung der NO_x-Emission auf geforderte Grenzwerte oftmals schwierig. Durch Erhöhung des Absolutdrucks eingangsseitig des SCR-Katalysators ist eine Steigerung von dessen Wirksamkeit ermöglicht. Dadurch können auch bei Betriebspunkten mit hohen NO_x-Konzentrationen im in den SCR-Katalysator einströmenden Abgas hohe NO_x-Verminderungswerte und eine Einhaltung strenger Grenzwerte erzielt werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Erhöhung des Absolutdrucks in Abhängigkeit von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine und/oder des SCR-Katalysators eingestellt wird. Dadurch wird der Erkenntnis Rechnung getragen, dass eine Erhöhung des Absolutdrucks eingangsseitig des SCR-Katalysators bzw. im SCR-Katalysator über das Abgasreinigungssystem auf die Brennkraftmaschine zurückwirkt und deren Betrieb beeinflusst. Gegebenenfalls treten dabei diesbezüglich unerwünschte Folgeerscheinungen auf. Auch können in Bezug auf eine positive Beeinflussung des NO_x-Umsatzes kontraproduktive Auswirkungen auf Katalysatorbetriebsgrößen auftreten. Durch eine Erhöhung des Absolutdrucks in Abhängigkeit von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine und/oder des SCR-Katalysators können diese Querbeeinflussungen berücksichtigt und negative Auswirkungen minimiert werden bzw. ein optimaler Kompromiss in Bezug auf gegenläufig beeinflusste Betriebsparameter getroffen werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird die Erhöhung des Absolutdrucks derart eingestellt, dass der NO_x-Umsatz des SCR-Katalysators wenigstens annähernd um ein vorgebbares Ausmaß zunimmt. Hierzu wird bevorzugt auf vorab ermittelte und abgespeicherte Kennlinien oder Kennfelder zurückgegriffen, welche die Druckabhängigkeit des NO_x-Umsatzes des SCR-Katalysators in Abhängigkeit verschiedener Betriebsgrößen

beschreiben. Die Betriebsgrößen können eine oder mehrere der Größen Abgasdurchsatz, Katalysatortemperatur, NO_2 - bzw. NO_x -Eingangskonzentration, NH_3 -Schlupf und gegebenenfalls weitere Größen umfassen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird parallel zur Erhöhung des Absolutdrucks eine Maßnahme zur Beeinflussung der Abgastemperatur eintrittsseitig des SCR-Katalysators ergriffen. Auf diese Weise können wenigstens annähernd optimale Betriebsbedingungen für den SCR-Katalysator in Bezug auf seine NO_x -Umsatzfähigkeit eingestellt werden. Insbesondere kann es bei niedrigen Abgastemperaturen von beispielsweise 200 °C bis 250 °C vorgesehen sein, parallel zu einer Erhöhung des Absolutdrucks Maßnahmen zur Erhöhung der Abgastemperatur zu ergreifen. Umgekehrt kann es bei hohen Abgastemperaturen von beispielsweise mehr als 450 °C vorgesehen sein, parallel zu einer Absolutdruckerhöhung eine Maßnahme zur Verringerung der Abgastemperatur zu ergreifen. Bevorzugt werden zur Beeinflussung der Abgastemperatur eine oder mehrere Betriebsparameter der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise eine Änderung der Zeitpunkte und/oder –Mengen von Kraftstoff-Vor-, Haupt-, und/oder Nacheinspritzung, Abgasrückführrate, Öffnungs- und/oder Schließzeiten von Brennkraftmaschinen-Einlass- und/oder Auslassventilen verändert.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es zur Erhöhung des Absolutdrucks vorgesehen, dass eine Umschaltung eines Abgas-Strömungswegs von einer ersten Strömungsrichtung, in welcher Abgas der Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine vor einem Durchströmen des SCR-Katalysators eine Partikelverminderungseinheit durchströmt, auf eine zweite Strömungsrichtung, in welcher Abgas der Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine vor einem Durchströmen der Partikelverminderungseinheit den SCR-Katalysators durchströmt, durchgeführt wird. Nach Umschalten des Abgas-Strömungswegs ist somit die Partikelverminderungseinheit strömungsmäßig dem SCR-Katalysator nachgeschaltet, während sie vor dem Umschalten vorgeschaltet angeordnet war. Somit muss nach dem Umschalten aus dem SCR-Katalysator ausströmendes Abgas vor der Abgabe an die Umgebung den Strömungswiderstand der Partikelverminderungseinheit überwinden. Der Strömungswiderstand für aus dem SCR-Katalysator ausströmendes Abgas und der Absolutdruck vor dem SCR-Katalysator sind daher erhöht und dessen NO_x -Umsatzvermögen ebenfalls. Das erfindungsgemäße Umschalten des Abgas-Strömungswegs erweist sich insbesondere bei niedrigen Temperaturen, bei welchen der SCR-Katalysator insbesondere ohne zusätzlich Druckerhöhung einen NO_x -Umsatz von weniger als etwa 50 % erbringen kann als vorteilhaft, da die Partikelverminderungseinheit als vorgeschaltete Wärmesenke für das heiße Abgas der Brennkraftmaschine entfällt und der SCR-

Katalysator somit heißeres Abgas erhält. Dies ist insbesondere bei einem Warmlauf der Brennkraftmaschine vorteilhaft.

Bei einer Umschaltung des Abgas-Strömungswegs ist es weiter besonders vorteilhaft, wenn in weiterer Ausgestaltung der Erfindung in der zweiten Strömungsrichtung der SCR-Katalysator und die Partikelverminderungseinheit im Vergleich zur ersten Strömungsrichtung in entgegengesetzter Richtung von Abgas durchströmt werden. Durch Umkehrung der Durchströmungsrichtung der Partikelverminderungseinheit ist bei dieser ein Austrag von Asche ermöglicht, welche sich bei Durchströmung in der ersten Strömungsrichtung angesammelt hat. Ist, wie bevorzugt, ein so genannter Ammoniak-Sperrkatalysator hinter dem SCR-Katalysator vorgesehen, so wird dieser nach Umschaltung des Abgas-Strömungswegs in die zweite Strömungsrichtung vorzugsweise vor dem SCR-Katalysator von Abgas durchströmt. Aufgrund der oxidationskatalytischen Eigenschaften des Sperrkatalysators bewirkt dieser eine Erhöhung des Verhältnisses von NO_2 zu NO im Abgas. Dies ermöglicht wiederum eine Verbesserung der katalytischen Wirksamkeit des in der zweiten Strömungsrichtung dem Sperrkatalysator strömungsmäßig nachgeschalteten SCR-Katalysators.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen veranschaulicht und werden nachfolgend beschrieben. Dabei sind die vorstehend genannten und nachfolgend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Merkmalskombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer vorteilhaften Ausführungsform eines Abgasreinigungssystems, bei welchem das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz kommen kann,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Steuereinheit zur Ermittlung einer Dosierate für dem Abgas zuzuführendes Reduktionsmittel,

Fig. 3 ein Diagramm mit einer schematisch dargestellten Temperatur- und Druckabhängigkeit eines NO_x -Umsatzes eines SCR-Katalysators,

Fig. 4 ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung der Arbeitsweise der Steuereinheit gemäß Fig. 2 und

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform eines Abgasreinigungssystems, bei welchem das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz kommen kann.

In Fig. 1 ist lediglich beispielhaft und schematisch eine vorteilhafte Ausführungsform eines Abgasreinigungssystems 1 dargestellt, bei welchem das erfindungsgemäße Verfahren angewendet werden kann. Das Abgasreinigungssystem 1 ist dabei einer nicht dargestellten Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine, nachfolgend vereinfacht als Motor bezeichnet, zugeordnet. Der Motor ist vorzugsweise als direkteinspritzender Dieselmotor, insbesondere eines Nutzfahrzeugs ausgebildet.

Das vom Motor abgegebene Abgas wird von einem Abgasstrang 2 des Abgasreinigungssystems 1 aufgenommen und durchströmt in einer durch einen Pfeil 3 gekennzeichneten Strömungsrichtung nacheinander eine Partikelverminderungseinheit 4 und einen SCR-Katalysator 5. Stromab des SCR-Katalysators 5 ist im Abgasstrang 2 eine Abgas-Stauklappe 6 angeordnet, mittels welcher das Abgas aufgestaut und damit der Druck des Abgases insbesondere stromauf des SCR-Katalysators 5 variabel angehoben bzw. eingestellt werden kann. Die Abgas-Stauklappe 6 ist vorzugsweise kontinuierlich zwischen einer Offenstellung und einer Schließstellung verstellbar ausgeführt. Dabei kann es vorgesehen sein, dass in der Schließstellung eine vorgebbare Abgas-Leckagemenge über die Abgas-Stauklappe 6 strömen kann.

Eingangs- und ausgangsseitig der Partikelverminderungseinheit 4 und des SCR-Katalysators 5 sind verschiedene Sensoren für Druck, Temperatur und verschiedene Abgaskomponenten vorgesehen. Stellvertretend hierfür und lediglich beispielhaft sind in Fig. 1 ein erster Absolutdrucksensor 7 eingangsseitig und ein zweiter Absolutdrucksensor 8 ausgangsseitig der Partikelverminderungseinheit 4 eingezeichnet. Mittels der Absolutdrucksensoren 7, 8 kann ein Differenzdruck über der Partikelverminderungseinheit 4 und damit eine Beladung mit aus dem Abgas ausgefilterten Partikeln ermittelt werden. Mittels des Absolutdrucksensors 8 wird vorzugsweise auch ein Wert für den Absolutdruck eingangsseitig des SCR-Katalysators 5 ermittelt. Ferner sind ein erster Temperatursensor 9 vor der Partikelverminderungseinheit 4 und ein zweiter Temperatursensor 11 vor dem SCR-Katalysator 5 vorgesehen. Mittels der Temperatursensoren 9, 11 ist eine Temperatur der Partikelverminderungseinheit 4 und des SCR-Katalysators 5 ermittelbar. Weiter

sind ein erster für NO_x und/oder NH₃ empfindlicher Abgassensor 10 hinter der Partikelverminderungseinheit 4 und ein zweiter, ebensolcher Abgassensor 12 hinter dem SCR-Katalysator 5 vorgesehen, welche der Ermittlung eines NO_x- und/oder NH₃-Gehalts im Abgas dienen.

Ferner ist im Abgasstrang 2 zwischen dem ersten Abgassensor 10 und dem zweiten Temperatursensor 11 ein Injektor 13 zur Abgabe eines NO_x-Reduktionsmittels in das Abgas angeordnet. Die Versorgung des Injektors 13 mit dem Reduktionsmittel erfolgt aus einem nicht dargestellten Behälter, aus welchem das Reduktionsmittel mittels einer Reduktionsmittelpumpe zum Injektor 13 gefördert wird. Ohne Einschränkung der Allgemeinheit wird nachfolgend davon ausgegangen, dass es sich bei dem Reduktionsmittel um eine wässrige Harnstofflösung handelt. Im heißen Abgas wird durch Thermolyse und/oder Hydrolyse aus dem Harnstoff das eigentlich wirksame Reduktionsmittel NH₃ freigesetzt, welches selektiv bezüglich der katalytischen Reduktion der im Abgas enthaltenen NO_x im SCR-Katalysator 5 wirkt. Dementsprechend ist der SCR-Katalysator 5 vorzugsweise als Vollkatalysator auf V₂O₅/WO₃/TiO₂-Basis oder als zeolithisch beschichteter SCR-Trägerkatalysator mit einer Speicherfähigkeit in Bezug auf NH₃ ausgebildet. Der SCR-Katalysator 5 weist eine Wabenkörperstruktur mit einer Vielzahl von parallelen Strömungskanälen auf und kann zwei hintereinander geschaltete SCR-Katalysatorelemente umfassen.

Die Partikelfilterverminderungseinheit 4 besteht vorzugsweise aus einem Oxidationskatalysator und einem direkt nachgeschalteten Partikelfilter, der bevorzugt als ein wanddurchströmter Wabenkörper auf Siliciumcarbid- oder Aluminiumtitanat- oder Cordieritbasis ausgebildet ist, wobei die filterwirksamen Wände vorzugsweise wenigstens teilweise mit einer oxidationskatalytisch wirksamen Beschichtung versehen sind. Der Oxidationskatalysator und der Partikelfilter sind dabei vorzugsweise eng benachbart in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet.

Es versteht sich, dass das in Fig. 1 skizzierte Abgasreinigungssystem 1 weitere hier der Übersicht halber nicht eingezeichnete Sensoren, Abgasreinigungsbauteile und andere Komponenten aufweist oder aufweisen kann. Beispielsweise können weitere Temperatur- und Drucksensoren sowie gegenüber NO_x, Sauerstoff oder andern Abgaskomponenten empfindliche Abgassensoren stromauf oder stromab der Partikelverminderungseinheit 4 und/oder dem SCR-Katalysator 5 oder auch zwischen dem Oxidationskatalysator und dem Partikelfilter der Partikelverminderungseinheit 4 vorgesehen sein. Ferner können eine Mischeinheit zur Aufbereitung der zugegebenen Harnstofflösung zwischen dem

Injektor 13 und dem SCR-Katalysator 5 bzw. ein NH_3 -Sperrkatalysator hinter dem SCR-Katalysator 5 angeordnet sein. Vorzugsweise ist außerdem eine Zugabeeinheit für Kraftstoff stromauf der Partikelverminderungseinheit 4 vorgesehen. Der Motor weist bevorzugt Aufladeeinheiten, Abgasrückführungseinheiten und Kraftstoffeinspritzeinrichtungen auf. Im Abgasstrang 2 können weitere reinigungswirksame Komponenten, Zugabevorrichtungen für weitere Hilfsstoffe und weitere Sensoren und dergleichen vorgesehen sein.

Sensoren und Aktuatoren des Abgasreinigungssystems und des Motors sind an eine elektronische Steuereinheit angeschlossen, welche in der Lage ist, erfasste Betriebsgrößen auszuwerten und zu verarbeiten und daraus abgeleitet Steuerungssignale zur Steuerung des Abgasreinigungssystems 1 und des Motors zu erzeugen und abzugeben. Nachfolgend wird auf eine in Fig. 2 lediglich schematisch dargestellte vorteilhafte Ausführungsform einer solchen Steuereinheit eingegangen. Es versteht sich, dass auch anders gestaltete Steuergerätearchitekturen verwendbar sind, um Motor und Abgasreinigungssystem 1 zu steuern.

Die in Fig. 2 skizzierte beispielhafte Ausführungsform einer elektronischen Steuereinheit 20 übernimmt vorliegend unter anderem eine modellbasierte Ermittlung einer Dosierate D für dem Abgas über den Injektor 13 zuzuführendes Reduktionsmittel. Die Steuereinheit 20 weist hierzu ein Motorsteuergerät MSG und eine Recheneinheit R mit einem darin abgespeicherten rechnerischen Dosiermodell auf. Das Motorsteuergerät MSG erhält Eingangsgrößen ME, welche im Wesentlichen den Motorbetrieb betreffen. Diese umfassen vorliegend aktuelle Werte für die Motordrehzahl n , die Abgasrückführrate AGR, die Ansaugluftmenge m_L sowie weitere, hier nicht gesondert aufgeführte Motorbetriebsgrößen. Andererseits gibt das Motorsteuergerät MSG Ausgangsgrößen MA zur Steuerung des Motorbetriebs ab. Die Ausgangsgrößen MA umfassen vorliegend ein einzustellendes Motormoment M , Ansteuerbeginne t_{ASB} und Ansteuerenden t_{ASE} für Kraftstoffeinspritzinjektoren des Motors, Kraftstoffeinspritzmengen, ein Steuersignal KL für die Ansteuerung der Abgas-Stauklappe 6 und weitere, hier nicht gesondert aufgeführte Steuergrößen.

Das Motorsteuergerät MSG kommuniziert mit der Recheneinheit R und überträgt an diese Werte MAD und empfängt andererseits von der Recheneinheit R Werte DAM. Die an die Recheneinheit R übertragenen Werte MAD umfassen vorliegend empfangene oder berechnete Werte für einen aktuellen Absolutdruck p eingangsseitig des SCR-Katalysators 5, einen maximal zulässigen und insbesondere mittels der Abgas-Stauklappe 6

einstellbaren Absolutdruck $p_{\max}$ eingangsseitig des SCR-Katalysators 5, einen Abgas-massenstrom m_A und weitere, hier nicht gesondert aufgeführte Betriebsgrößen insbesondere des Abgasreinigungssystems 1. Bei der Ermittlung des maximal zulässigen Absolutdrucks $p_{\max}$ wird vorzugsweise die Einhaltung vorgegebener Randbedingungen, insbesondere für den Motorbetrieb, wie beispielsweise für Kraftstoffverbrauch, Rußemission, Drehmomentdynamik und gegebenenfalls weiterer Größen berücksichtigt.

Die vom Motorsteuergerät MSG empfangenen Werte DAM der Recheneinheit R umfassen vorliegend einen Wert p_{soil} für einen insbesondere mittels der Abgas-Stauklappe 6 einzustellenden Absolutdruck p eingangsseitig des SCR-Katalysators 5 sowie eine gegebenenfalls einzustellende Temperaturerhöhung ΔT für eines der Abgasnachbehandlungskomponenten des Abgasreinigungssystems 1.

Die Recheneinheit R empfängt als weitere Eingangsgrößen DE messtechnisch oder rechnerisch ermittelte Werte von Betriebsgrößen insbesondere des Abgasreinigungssystems 1 wie beispielsweise Werte für Konzentrationen von Stickoxiden im Abgas c_{NO} , c_{NO_2} eingangsseitig des SCR-Katalysators 5, c_{NO_x} eingangs- und ausgangsseitig des SCR-Katalysators 5, einer NH_3 -Konzentration c_{NH_3} ausgangsseitig des SCR-Katalysators 5 sowie einer Temperatur T des SCR-Katalysators 5. Aus den empfangenen Eingangsgrößen MAD, DE ermittelt das Dosiermodell der Recheneinheit R eine einzustellende Dosierrate D für die Zugabemenge des Reduktionsmittels und gibt diese zur entsprechenden Ansteuerung des Reduktionsmittelinjektors 13 aus.

Zur Ermittlung der Dosierrate D greift das Dosiermodell auf unterschiedliche abgespeicherte Kennlinien und Kennfelder zurück, welche das Verhalten des SCR-Katalysators 5 in Abhängigkeit verschiedener, insbesondere den NO_x -Umsatz beeinflussender Betriebsgrößen beschreiben. Die Kennlinien bzw. Kennfelder können sowohl vorab ermittelt und als solche abgespeichert vorliegen, sie können jedoch auch während des laufenden Betriebs dynamisch erzeugt bzw. adaptiert werden.

Nachfolgend wird unter Bezug auf Fig. 3 auf eine vorliegend besonders interessierende Kennlinie betreffend eine Temperatur- und Druckabhängigkeit des NO_x -Umsatzverhalten des SCR-Katalysators 5 näher eingegangen. Im Diagramm von Fig. 3 ist durch eine erste durchgezogene gezeichnete Kurve 30 schematisch ein typischer Verlauf für einen NO_x -Umsatz η eines SCR-Katalysators in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur T dargestellt. Dabei ist davon ausgegangen, dass dem SCR-Katalysator NH_3 in ausreichender, zumindest jedoch stöchiometrischer Menge zugeführt wird. Wie dargestellt, nimmt der

NOx-Umsatz η ausgehend von niedrigen Werten mit zunehmender Temperatur T stetig zu. Bei höheren Temperaturen von etwa 300 °C oder mehr, sind typischerweise hohe Umsätze η von wenigstens annähernd 100 % erreichbar. Unterhalb einer so genannten Anspringtemperatur T_A sind die erzielbaren Umsätze η niedrig bis vernachlässigbar. Die Anspringtemperatur T_A kann beispielsweise durch den Schnittpunkt einer an die Umsatzkurve 30 angelegten Tangente mit der Temperaturachse definiert sein.

Wie die Erfinder feststellen konnten, ist in weiten Temperaturbereichen eine Erhöhung des NOx-Umsatzes η möglich, wenn der Absolutdruck p des im SCR-Katalysator enthaltenen Gases erhöht wird. Beispielhaft ist im Diagramm von Fig. 3 eine durch Erhöhung des Absolutdrucks p und bei ansonsten im Wesentlichen unveränderten Bedingungen erhaltene zweite, gestrichelte Umsatzkurve 31 dargestellt. Die bei Druckerhöhung erhaltene zweite Umsatzkurve 31 stellt typischerweise annähernd eine Verschiebung der bei demgegenüber niedrigerem Druck p erhaltenen ersten Umsatzkurve 30 dar. Wie im Diagramm von Fig. 3 zusätzlich veranschaulicht, kann durch Druckerhöhung sowohl bei einer vergleichsweise hohen Temperatur T_2 , bei welcher ein vergleichsweise hoher NOx-Umsatz η erzielbar ist, als auch bei einer vergleichsweise niedrigen Temperatur T_1 nahe der Anspringtemperatur T_A eine merkliche Erhöhung $\Delta\eta$ des NOx-Umsatzes η erreicht werden. Wie ersichtlich, ist durch eine Druckerhöhung auch eine Erniedrigung der Anspringtemperatur T_A ermöglicht.

Es ist daher erfindungsgemäß vorgesehen, bei Bedarf insbesondere durch Anstellen bzw. mehr oder weniger starkes Schließen der Abgas-Stauklappe 6 eine Erhöhung des Absolutdrucks p im Abgasreinigungssystem 1 stromauf des SCR-Katalysators 5 zu bewirken und damit den NOx-Umsatz η des SCR-Katalysators 5 zu steigern bzw. eine Absenkung seiner Anspringtemperatur T_A zu erzielen.

Eine Ermittlung ob, und gegebenenfalls in welchem Ausmaß eine Druckerhöhung eingestellt werden soll bzw. ob und inwieweit eine vorgenommene Druckerhöhung wieder rückgängig gemacht werden soll, erfolgt vorliegend im Dosiermodell der Recheneinheit R. Dabei wird parallel eine in Abhängigkeit vom Absolutdruck stromauf des SCR-Katalysators 5 einzustellende Dosierrate D ermittelt.

Eine bevorzugte Arbeitsweise des Dosiermodells ist in Fig. 4 grob schematisch in Form eines Ablaufdiagramms dargestellt. Das Ablaufdiagramm wird dabei periodisch mit einer vorgebbaren Frequenz durchlaufen. Nach Einlesen der Eingangsgrößen DE , MAD im Block 40 ermittelt das Dosiermodell einen Zielwert Z sowie einen tatsächlichen, aktuellen

Wert η_{ist} für den NOx-Umsatz η des SCR-Katalysators im Block 41. Der Zielwert Z wird bevorzugt unter Berücksichtigung vorgegebener zulässiger Höchstwerte für eine NOx-Endrohrmission ermittelt. Dabei können zusätzlich vorzugsweise einzuhaltende vorgebbare Randbedingungen wie NH₃-Schlupf, Reduktionsmittelverbrauch und gegebenenfalls weitere Größen berücksichtigt werden. Um einen möglichst realistischen und realisierbaren Zielwert Z zu erhalten, greift das Dosiermodell vorzugsweise auch auf abgespeicherte Kennlinien betreffend Temperatur-, Abgasdurchsatz-, Druck- und NOx-Konzentrations-Abhängigkeit des NOx-Umsatzvermögens des SCR-Katalysators 5 und gegebenenfalls weitere, das Umsatzverhalten des SCR-Katalysators 5 beeinflussende Größen zurück. Der aktuelle NOx-Umsatz η_{ist} wird sodann in den Blöcken 42 und 43 mit dem Zielwert Z verglichen.

Wird im Block 42 festgestellt, dass der aktuelle NOx-Umsatz η_{ist} den Zielwert Z um mehr als ein vorgebbares Maß Δ übertrifft, so wird in den Block 44 gesprungen, in welchem aus einer Mehrzahl von Maßnahmen M eine oder mehrere Maßnahmen ausgewählt werden, mit welcher der aktuelle NOx-Umsatz η_{ist} wieder möglichst nahe an den Zielwert Z herangeführt werden kann.

Übertrifft der aktuelle NOx-Umsatz η_{ist} den Zielwert Z nicht um mehr als ein vorgebbares Maß Δ , so fährt das Dosiermodell mit dem Abfrageblock 43 fort und es wird ermittelt, ob der aktuelle NOx-Umsatz η_{ist} kleiner als der Zielwert Z ist. Ist dies der Fall, so fährt der Ablauf durch Einsprung in bereits erwähnten Block 44 fort und es wird ebenfalls ermittelt, mit welchen der vorgesehenen Maßnahmen M der Zielwert Z möglichst gut erreicht werden kann.

Wird der Block 44 ausgehend vom Abfrageblock 42 erreicht, so können beispielsweise eine Verminderung der Dosierrate D, eine Erhöhung der NOx-Rohemission des Motors mit einer damit einhergehenden Verminderung des Kraftstoffverbrauchs, ein Öffnen der Abgas-Stauklappe 6 bzw. eine Verminderung des Absolutdrucks p eingangsseitig des SCR-Katalysators 5 als Maßnahmen M vorgesehen sein. Wird hingegen der Block 44 ausgehend vom Block 43 erreicht, so wird ermittelt, ob der Zielwert Z durch Erhöhen des Absolutdrucks p eingangsseitig des SCR-Katalysators 5 oder durch eine andere, eventuell zu bevorzugende Maßnahme M, wie beispielsweise eine Erhöhung der Dosierrate D, eine Abgastemperaturerhöhung, eine Verminderung der NOx-Rohemission oder eine andere Maßnahme M erreicht werden kann. Zur Ermittlung des Druckeinflusses auf den NOx-Umsatz η greift das Dosiermodell auf die in Fig. 3 schematisch dargestellte Kennlinie oder auf entsprechende Tabellenwerte zurück. Vorzugsweise ist für die zur

Verfügung stehenden möglichen Maßnahmen M eine Priorisierung vorgesehen. Die Priorisierung erfolgt vorzugsweise in erster Linie in Bezug auf einen möglichst niedrigen Kraftstoffverbrauch.

Es ist vorgesehen, dass wie dargestellt der Auswahlblock 44 übersprungen wird, wenn der aktuelle NOx-Umsatz η_{ist} um weniger als das vorgesehene Toleranzmaß Δ größer als der Zielwert Z ist.

In jedem Fall schreitet das Dosiermodell zu dem Block 45 voran, in welchem ein Sollwert p_{soll} für den Absolutdruck p ermittelt wird. Liegt der einzustellende Sollwert p_{soll} über dem maximal zulässigen Absolutdruck p_{max} , so wird letzterer als einzustellender Sollwert p_{soll} gewählt.

Im nachfolgenden Block 46 ermittelt das Dosiermodell in Abhängigkeit der Eingangsgrößen DE, MAD, des zuvor ermittelten Sollwerts p_{soll} für den Absolutdruck p und gegebenenfalls weiterer im Block 44 ausgewählter, den NOx-Umsatz η beeinflussender Maßnahmen M einen diesen Daten zugeordneten NOx-Umsatz η , welcher idealerweise dem Zielwert Z entspricht, und letztlich eine zugeordnete Dosierrate D.

Im abschließenden Ausgabeblock 47 werden die ermittelten Ausgabegrößen p_{soll} , D, sowie als S(M) bezeichnete, in Abhängigkeit der ausgewählten Maßnahmen M erzeugten Steuersignale ausgegeben und an die vorgesehenen Einheiten zur Verarbeitung übermittelt.

Zusätzlich oder alternativ zu einer Erhöhung des Absolutdrucks eingangsseitig des SCR-Katalysators 5 durch Betätigen der Stauklappe 6 wie in Fig. 1 dargestellt, kann es erfindungsgemäß vorgesehen sein, den Absolutdruck durch Umschaltung des Abgas-Strömungswegs im Abgasreinigungssystem 1 von einer ersten Strömungsrichtung, in welcher Abgas des Motors vor einem Durchströmen des SCR-Katalysators 5 die Partikelverminderungseinheit 4 durchströmt, auf eine zweite Strömungsrichtung, in welcher Abgas des Motors vor einem Durchströmen der Partikelverminderungseinheit 4 den SCR-Katalysators 5 durchströmt, zu erhöhen.

Eine hierfür vorgesehene, bevorzugte Ausführung des Abgasreinigungssystems 1 ist schematisch in Fig. 5 dargestellt. Dabei sind für in Bezug auf Fig. 1 gleiche Komponenten gleiche Bezugszeichen verwendet. Auf eine Aufnahme von vorzugsweise vorgesehener Sensorik ist aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Es versteht sich jedoch, dass

analog zur Darstellung in Fig. 1 entsprechende Sensoren zur Erfassung der maßgeblichen Betriebsgrößen des Abgasreinigungssystems 1 in gleicher oder ähnlicher Weise auch in dem in Fig. 5 dargestellten Abgasreinigungssystem 1 vorgesehen sind.

Im Vergleich zu der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist eine Führung des Abgasstrangs 2 verändert und zusätzlich eine Abgasströmungsweg-Umschaltvorrichtung 50 vorgesehen. Die Abgasströmungsweg-Umschaltvorrichtung 50 kann in Form einer oder mehrerer geeignet ausgeführter Klappen oder Ventileinrichtungen ausgestaltet sein. Jedenfalls erlaubt die Abgasströmungsweg-Umschaltvorrichtung 50 eine Umschaltung des Abgas-Strömungswegs im Abgasreinigungssystem 1 von einer ersten Strömungsrichtung, in welcher Abgas des Motors vor einem Durchströmen des SCR-Katalysators 5 die Partikelverminderungseinheit 4 durchströmt, auf eine zweite Strömungsrichtung, in welcher Abgas des Motors vor einem Durchströmen der Partikelverminderungseinheit 4 den SCR-Katalysators 5 durchströmt. Die erste Strömungsrichtung ist dabei mit durchgezogen gezeichneten Pfeilen 51 gekennzeichnet, die zweite Strömungsrichtung mit gestrichelten Pfeilen 52. Wie ersichtlich, werden in der zweiten Strömungsrichtung die Partikelverminderungseinheit 4 und der SCR-Katalysator 5 im Vergleich zur ersten Abgasströmungsrichtung in entgegengesetzter Richtung durchströmt.

Da typischerweise der Abgas-Strömungswiderstand der Partikelverminderungseinheit 4 deutlich höher ist als der des SCR-Katalysators 5, resultiert bei einer Umschaltung des Abgasströmungswegs von der ersten Strömungsrichtung auf die zweite Strömungsrichtung eine Erhöhung des Absolutdrucks auf der Abgaseinströmseite des SCR-Katalysators 5 bzw. in diesem selbst.

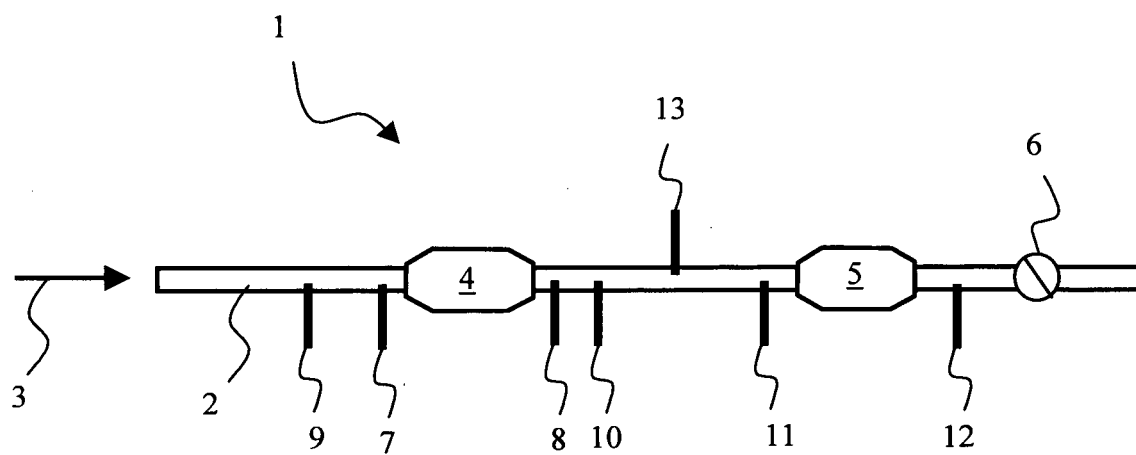
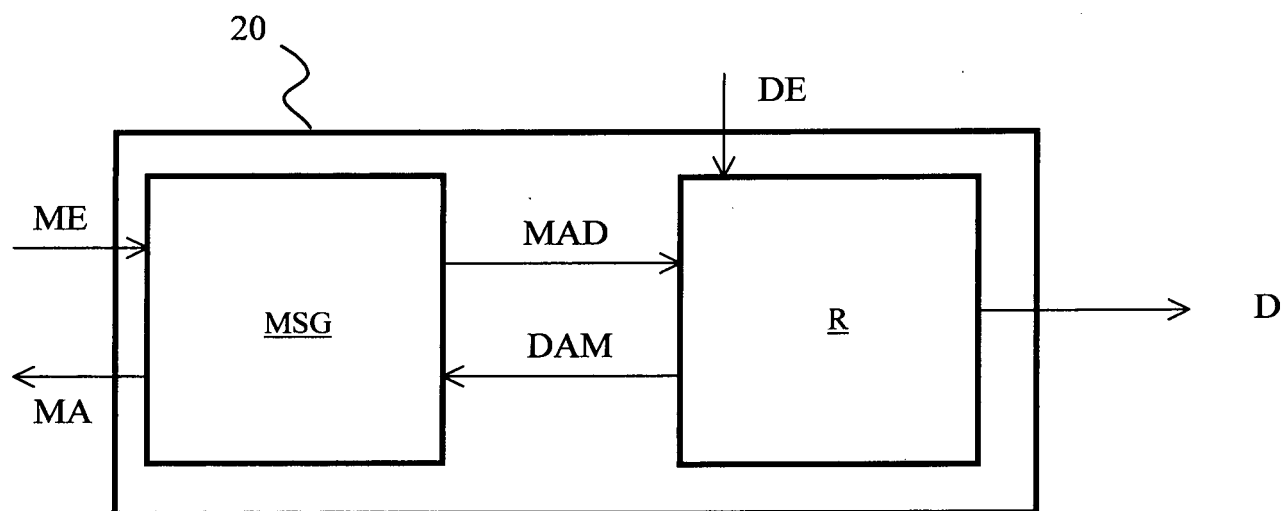
In Bezug auf eine Durchführung der Umschaltung von der ersten Strömungsrichtung auf die zweite Strömungsrichtung bzw. von der zweiten Strömungsrichtung wieder zurück in die erste Strömungsrichtung, entscheidet das Dosiermodell der Recheneinheit R, inwieweit eine jeweilige Umschaltung zweckmäßig ist, bzw. erfolgen soll. Die Maßnahme der Umschaltung des Abgas-Strömungswegs ist zweckmäßigerweise Bestandteil des Maßnahmenkatalogs M im Auswahlblock 44 des in Fig. 4 skizzierten Dosiermodells. Bei der Entscheidung betreffend eine Umschaltung von der ersten Abgasströmungsrichtung auf die zweite Abgasströmungsrichtung wird dabei vorzugsweise auch eine Partikelbelastung der Partikelverminderungseinheit 4, bzw. deren Auswirkung auf den Strömungswiderstand der Partikelverminderungseinheit 4 berücksichtigt. Mit anderen Worten, wird eine Umschaltung des Abgasströmungswegs in Abhängigkeit von einem Differenzdruck über der Partikelverminderungseinheit 4 vorgenommen.

Patentansprüche

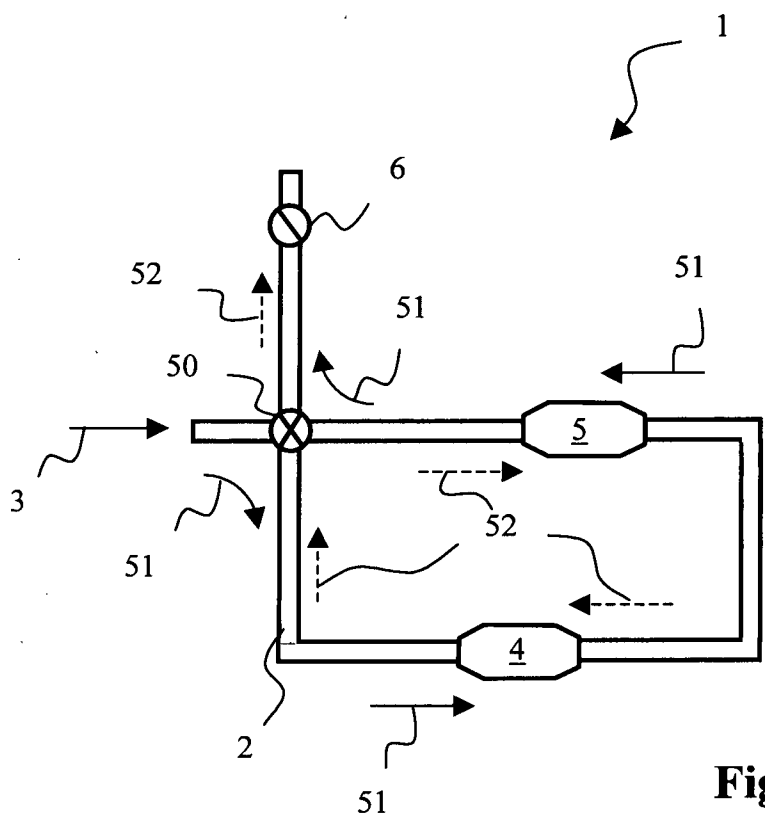
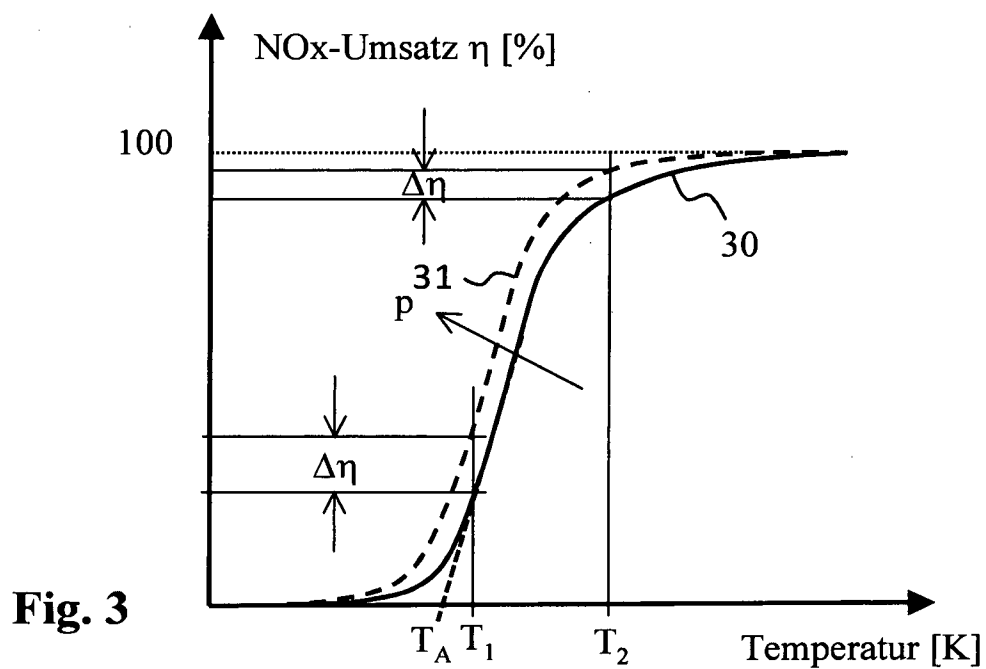
1. Verfahren zum Betreiben eines an eine Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine angeschlossenen Abgasreinigungssystems (1) umfassend einen SCR-Katalysator (5) zur katalysierten Umsetzung von im Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenen Stickoxiden mit Ammoniak, bei welchem
 - ein Ammoniak enthaltendes Reduktionsmittel stromaufwärts des SCR-Katalysators (5) dem Abgas mit einer vorgebbaren Dosierate zugegeben wird,
 - ein mit einem Absolutdruck im Abgasreinigungssystem (1) eingangsseitig des SCR-Katalysators (5) korrelierender Druckwert ermittelt wird und
 - die Dosierate zumindest in Abhängigkeit vom Druckwert vorgegeben wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Stickoxid-Umsatz des SCR-Katalysators (5) ermittelt wird und bei Unterschreiten eines vorgebbaren Grenzwerts für den ermittelten Stickoxid-Umsatz der Absolutdruck im Abgasreinigungssystem (1) eingangsseitig des SCR-Katalysators (5) durch Erhöhen eines Strömungswiderstands für aus dem SCR-Katalysator (5) ausgeströmtes Abgas erhöht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhöhung des Absolutdrucks in Abhängigkeit von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine und/oder des SCR-Katalysators (5) eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhöhung des Absolutdrucks derart eingestellt wird, dass der Stickoxid-Umsatz des SCR-Katalysators (5) wenigstens annähernd um ein vorgegbares Ausmaß zunimmt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass parallel zur Erhöhung des Absolutdrucks eine Maßnahme zur Beeinflussung der Abgastemperatur eintrittsseitig des SCR-Katalysators (5) ergriffen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Erhöhung des Absolutdrucks eine Umschaltung eines Abgas-Strömungswegs von einer ersten Strömungsrichtung, in welcher Abgas der Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine vor einem Durchströmen des SCR-Katalysators (5) eine Partikelverminderungseinheit (4) durchströmt, auf eine zweite Strömungsrichtung, in welcher Abgas der Kraftfahrzeugbrennkraftmaschine vor einem Durchströmen der Partikelverminderungseinheit (4) den SCR-Katalysators (5) durchströmt, durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der zweiten Strömungsrichtung der SCR-Katalysator (5) und die Partikelverminderungseinheit (4) im Vergleich zur ersten Strömungsrichtung in entgegengesetzter Richtung von Abgas durchströmt werden.

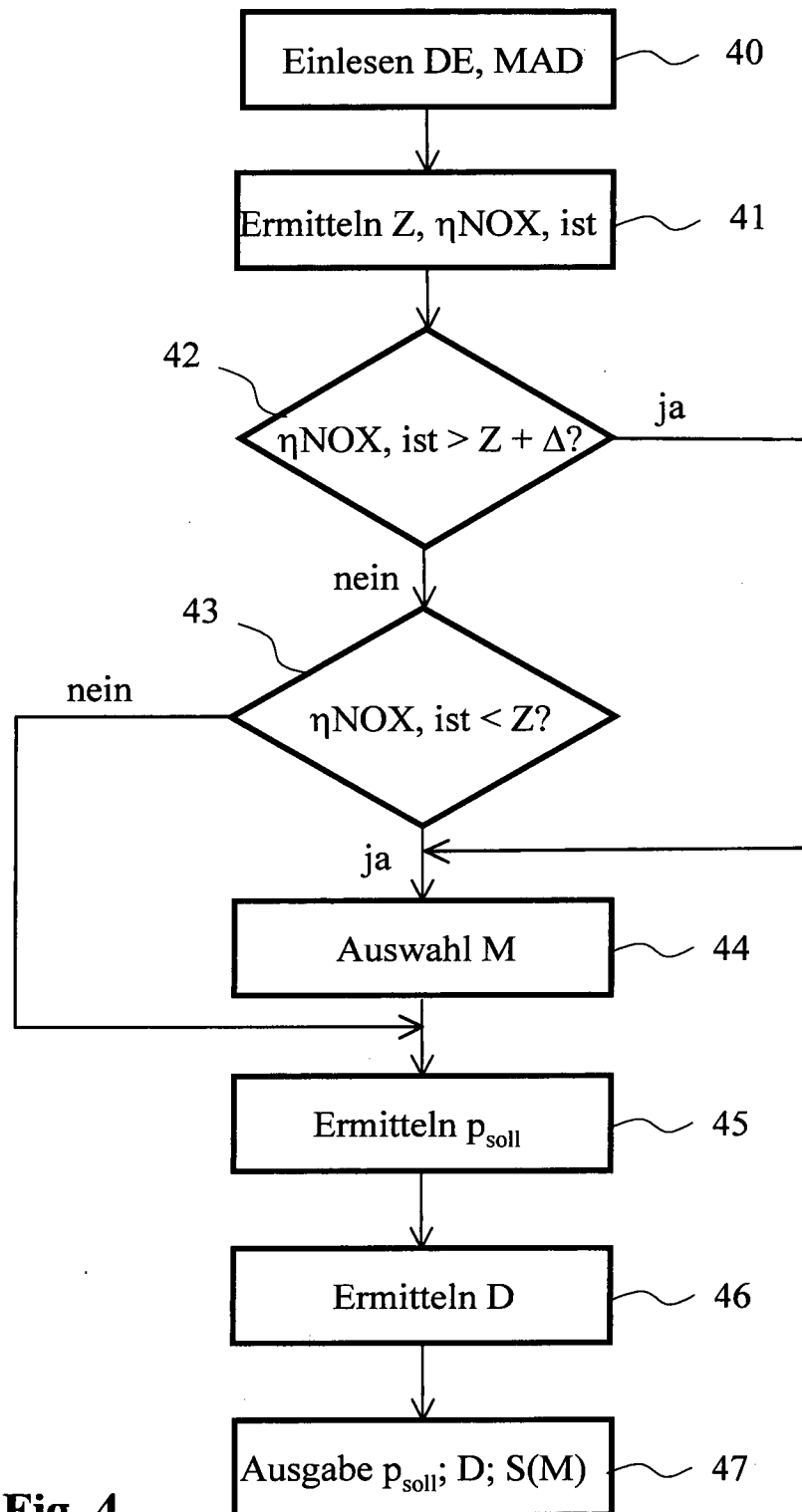
1/3

**Fig. 1****Fig. 2**

2/3



3/3

**Fig. 4**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/000322

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01N3/20 F01N9/00 F01N3/021
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2008 036885 A1 (DAIMLER AG [DE]) 11 February 2010 (2010-02-11) paragraphs [0005] - [0015], [0032]; figures 1, 2	1-6
A	US 2010/269491 A1 (BOORSE R SAMUEL [US] ET AL) 28 October 2010 (2010-10-28) paragraphs [0012] - [0024]; figures 1A, 1B	1-6
A	DE 10 2009 035304 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; KIA MOTORS CORP [KR]) 10 June 2010 (2010-06-10) paragraphs [0002] - [0024]; figure 1	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 April 2015

Date of mailing of the international search report

06/05/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Steinberger, Yvonne

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/000322

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102008036885 A1	11-02-2010	DE 102008036885 A1	11-02-2010
		EP 2310112 A1	20-04-2011
		US 2011113753 A1	19-05-2011
		WO 2010015326 A1	11-02-2010

US 2010269491 A1	28-10-2010	CN 102405092 A	04-04-2012
		EP 2421632 A1	29-02-2012
		JP 2012528705 A	15-11-2012
		KR 20110139232 A	28-12-2011
		US 2010269491 A1	28-10-2010
		WO 2010124105 A1	28-10-2010

DE 102009035304 A1	10-06-2010	DE 102009035304 A1	10-06-2010
		KR 20100064888 A	15-06-2010
		US 2010139253 A1	10-06-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01N3/20 F01N9/00 F01N3/021 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01N		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2008 036885 A1 (DAIMLER AG [DE]) 11. Februar 2010 (2010-02-11) Absätze [0005] - [0015], [0032]; Abbildungen 1, 2	1-6
A	US 2010/269491 A1 (BOORSE R SAMUEL [US] ET AL) 28. Oktober 2010 (2010-10-28) Absätze [0012] - [0024]; Abbildungen 1A, 1B	1-6
A	DE 10 2009 035304 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; KIA MOTORS CORP [KR]) 10. Juni 2010 (2010-06-10) Absätze [0002] - [0024]; Abbildung 1	1-6
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. April 2015		06/05/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Steinberger, Yvonne

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/000322

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008036885 A1	11-02-2010	DE 102008036885 A1	11-02-2010
		EP 2310112 A1	20-04-2011
		US 2011113753 A1	19-05-2011
		WO 2010015326 A1	11-02-2010

US 2010269491 A1	28-10-2010	CN 102405092 A	04-04-2012
		EP 2421632 A1	29-02-2012
		JP 2012528705 A	15-11-2012
		KR 20110139232 A	28-12-2011
		US 2010269491 A1	28-10-2010
		WO 2010124105 A1	28-10-2010

DE 102009035304 A1	10-06-2010	DE 102009035304 A1	10-06-2010
		KR 20100064888 A	15-06-2010
		US 2010139253 A1	10-06-2010
