

(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
23. Februar 2012 (23.02.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/022687 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01N 3/20 (2006.01) B01D 53/90 (2006.01)
F01N 11/00 (2006.01) B01D 53/94 (2006.01)
F01N 3/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/063912

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. August 2011 (12.08.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 034 707.8
18. August 2010 (18.08.2010) DE
10 2010 049 070.9
20. Oktober 2010 (20.10.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): EMITEC GESELLSCHAFT FÜR EMISSIONSTECHNOLOGIE MBH [DE/DE]; Hauptstraße 128, 53797 Lohmar (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRÜCK, Rolf [DE/DE]; Fröbelstraße 12, 51429 Bergisch Gladbach (DE). BAUER, Peter [DE/DE]; Kleiberg 19, 53721 Sieg-

burg (DE). HODGSON, Jan [DE/DE]; Blumenhof 23, 53840 Troisdorf (DE).

(74) Anwalt: RÖSSLER, Matthias; KNH Patentanwälte Kahlhöfer Neumann Rößler Heine, Karlstrasse 76, 40210 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A WASTE GAS TREATMENT DEVICE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER ABGASBEHANDLUNGSVORRICHTUNG

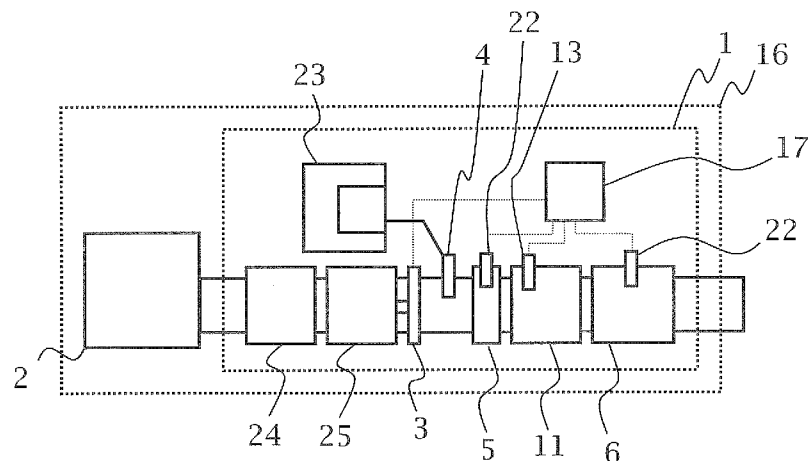


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a water gas treatment device (1) comprising at least one store (11) for a reducing agent and at least one supply device (4) for a reducing agent. Said method consists of at least the following steps: a) the filling level of the at least one store (11) is tested; b) the actual waste gas mass flow is tested; c) the reducing agent is added if the filling level of the at least one store (11) is below a minimum filling level and the waste gas mass flow is in a low charge range.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betrieb einer Abgasbehandlungsvorrichtung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/022687 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(1) mit zumindest einem Speicher (11) für ein Reduktionsmittel und zumindest einer Zuführungseinrichtung (4) für ein Reduktionsmittel, wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte umfasst: a) Prüfen eines Füllstands des zumindest einen Speichers (11); b) Prüfen eines aktuellen Abgasmassenstroms; c) Zuführen von Reduktionsmittel, wenn der Füllstand des zumindest einen Speichers (11) unterhalb eines Füllstandsminimums liegt und der Abgasmassenstrom in einem Niedriglastbereich liegt.

Verfahren zum Betrieb einer Abgasbehandlungsvorrichtung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Abgasbehandlungsvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine mit zumindest einem Speicher und zumindest einer Zuführungseinrichtung für ein Reduktionsmittel.
- 10 Zur Reduzierung der Schadstoffe in den Abgasen von Verbrennungskraftmaschinen werden seit langem Abgasbehandlungsvorrichtungen eingesetzt. Dabei sind auch Abgasbehandlungsvorrichtungen mit einer Zufuhr für ein Additiv (Kraftstoff, Sauerstoff, Harnstoff, etc.) vorgeschlagen worden, um Schadstoffe im Abgas einer Verbrennungskraftmaschine
- 15 mit diesem Additiv wirkungsvoll zu reduzieren.

Es hat sich herausgestellt, dass es insbesondere bei mager betriebenen Verbrennungskraftmaschinen vorteilhaft sein kann, dem Abgas ein Reduktionsmittel zuzuführen. Mager betriebene Verbrennungskraftmaschinen

20 werden mit einem Kraftstoff-Luft-Gemisch betrieben, bei welchem mehr Luft zugeführt wird als für die vollständige Umsetzung des zugeführten Kraftstoffes notwendig ist. Derartige Verbrennungskraftmaschinen sind insbesondere moderne Diesel-Motoren.

25 Insbesondere der Anteil an Stickoxidverbindungen (NO_x) im Abgas ist bei mager betriebenen Verbrennungskraftmaschinen erhöht und kann in Verbindung mit einem Reduktionsmittel in einer Abgasbehandlungsvorrichtung reduziert werden. Man spricht vom Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion (SCR-Verfahren).

30

Als Reduktionsmittel kann beispielsweise Ammoniak verwendet werden. Ammoniak wird mit den Stickoxidverbindungen im Abgas in unschädliche Bestandteile, nämlich in Stickstoff, sowie Wasser und Kohlendioxid, umgesetzt. Ammoniak wird im Kraftfahrzeug normalerweise nicht direkt

bevorratet. Normalerweise wird ein Reduktionsmittelvorläufer, der bedarfsgerecht in das eigentliche Reduktionsmittel umgesetzt wird, bevorratet und/oder zugeführt. Als derartiger Reduktionsmittelvorläufer kann beispielsweise Harnstoff dienen. Besonders bevorzugt ist eine wässrige Harnstofflösung. Eine derartige wässrige Harnstofflösung mit einem Harnstoffgehalt von 32,5 % ist beispielsweise unter dem Handelsnamen AdBlue® erhältlich.

Ein Reduktionsmittel kann einer Abgasbehandlungsvorrichtung einer Verbrennungskraftmaschine flüssig und/oder gasförmig zugeführt werden. Normalerweise wird das Reduktionsmittel in einem Kraftfahrzeug flüssig gelagert. Eine derartige flüssige Lagerung ist besonders platzsparend möglich. Dies bedeutete jedoch auch, dass vor bzw. bei der Zugabe des flüssigen Reduktionsmittels eine Verdampfung erfolgt, insbesondere auch im Bereich der Abgasbehandlungsvorrichtung. Bei dieser Verdampfung ist besonders wichtig, dass eine rasche und möglichst vollständige Verdampfung sowie eine gleichmäßige Verteilung im Abgas bzw. der Abgasbehandlungsvorrichtung erreicht werden. Gerade flüssige Ablagerungen an den (strömungstechnisch für das Abgas schwer erreichbaren) Bereichen der Abgasleitung können zu ungewünschten Korrosionen oder dergleichen führen. Zudem steht so nicht die gesamte Menge des Reduktionsmittels der Umsetzung der Stickoxide zur Verfügung und ein größerer Verbrauch an Reduktionsmittel ist sonst ebenfalls zu verzeichnen.

Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung, die im Zusammenhang mit dem Stand der Technik geschilderten technischen Probleme weiter zu lindern. Es soll insbesondere ein Verfahren zum Betrieb einer Abgasbehandlungsvorrichtung vorgeschlagen werden, welches auch bei sehr häufigen Lastwechseln der Verbrennungskraftmaschine eine sichere Umwandlung von Stickoxiden nach dem SCR-Verfahren ermöglicht. Zudem soll eine besonders effektive und energetisch günstige Zugabestrategie für das Reduktionsmittel angegeben werden, wobei insbesondere abgasinterne Reduktionsmittelzwischenpeicher mit entsprechend geringem Aufwand mit Reduktionsmittel versorgt werden.

Diese Aufgaben werden gelöst mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den abhängig formulierten Patentansprüchen angegeben.

5 Die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in beliebiger, technologisch sinnvoller, Weise miteinander kombinierbar und können durch erläuternde Sachverhalte aus der Beschreibung ergänzt werden, wobei weitere Ausführungsvarianten der Erfindung aufgezeigt werden.

10

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb einer Abgasbehandlungsvorrichtung mit zumindest einem Speicher für ein Reduktionsmittel und zumindest einer Zuführungseinrichtung für ein Reduktionsmittel umfasst zumindest die folgenden Schritte:

- 15 a) Prüfen eines Füllstands des zumindest einen Speichers;
b) Prüfen eines aktuellen Abgasmassenstroms;
c) Zuführen von Reduktionsmittel, wenn der Füllstand des zumindest einen Speichers unterhalb eines Füllstandminimums liegt und der Abgasmassenstrom in einem Niedriglastbereich liegt.

20

Die Abgasbehandlungsvorrichtung wird insbesondere mit einer Abgasleitung gebildet, durch die das von einer Verbrennungskraftmaschine erzeugte Abgas hindurch geleitet wird. In der Abgasbehandlungsvorrichtung ist folglich ein Speicher für das Reduktionsmittel so positioniert,
25 dass das mittels der Zuführeinrichtung abgegebene Reduktionsmittel zumindest teilweise diesen Speicher erreicht. Dabei kann der Speicher in Strömungsrichtung und/oder entgegen der Strömungsrichtung mit dem Reduktionsmittel beaufschlagt werden; gegebenenfalls können auch mehrere Speicher und/oder Zuführeinrichtungen vorgesehen sein. Die Zuführeinrichtung umfasst zumeist eine Düse bzw. einen Injektor, so
30 dass das (flüssige) Reduktionsmittel (meist fein dispers) mit einem Überdruck in die Abgasleitung zugegeben werden kann. Das Verfahren betrifft nun den Betrieb einer solchen Abgasbehandlungsvorrichtung.

Die einzelnen Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens werden während des Betriebs einer Verbrennungskraftmaschine normalerweise in der hier angegebenen Reihenfolge nach Art einer Schleife iterativ wiederholt.

5

Der Begriff Reduktionsmittel wird hier als Oberbegriff sowohl für ein Reduktionsmittel (wie z. B. Ammoniak) als auch für einen Reduktionsmittelvorläufer, wie beispielsweise Harnstoff bzw. wässrige Harnstofflösung, verwendet.

10

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass Reduktionsmittel erst infolge der Überprüfung des Füllstands des zumindest einen Speichers und des Prüfens eines aktuellen Abgasmassenstroms erfolgt.

15

In dem Speicher der Abgasbehandlungsvorrichtung wird eine Menge an Reduktionsmittel zwischengespeichert. Damit wird insbesondere erreicht, dass bereits im Abgasstrom eine gewisse Menge an Reduktionsmittel eingelagert wird, die dann, wenn die entsprechenden Umgebungsbedingungen im Abgassystem vorliegen, (gleichmäßig) an das Abgas zur Reaktion mit den vorliegenden Abgasbestandteilen abgegeben wird. Ein Speicher zur Zwischenspeicherung einer Menge an Reduktionsmittel kann bspw. eine Speicherbeschichtung an einem vom Abgas kontaktierten Träger (z. B. einem Wabenkörper) sein, die in der Lage ist, Ammoniak insbesondere in einem bestimmten Temperaturbereich zu speichern. Ein derartiger Speicher kann auch zusammen mit der zur selektiven katalytischen Reduktion vorgesehenen Beschichtung in einem Wabenkörper vorgesehen sein. Dies ist auch in Form einer gemischten Beschichtung möglich, die sowohl Ammoniak speichernde Anteile, als auch diese selektive katalytische Reduktion unterstützende Anteile aufweist. Ein derartiger Speicher ist bevorzugt in der Lage, bspw. für einen Betriebszeitraum zwischen 1 Minute und 1 Stunde, vorzugsweise zwischen 5 und 30 Minuten, ausreichend Reduktionsmittel zu speichern, damit die selektive katalytische

20

25

30

Reduktion in der Abgasbehandlungsvorrichtung ohne erneute Zufuhr von Reduktionsmittel erfolgen kann.

5 Durch eine derartige Zwischenspeicherung von Reduktionsmittel in der Abgasbehandlungsvorrichtung kann erreicht werden, dass besonders günstige Zeitpunkte zur Zufuhr/Verdampfung von Reduktionsmittel verwendet werden können, ohne dass dies immer mit dem tatsächlichen Bedarf an Reduktionsmittel in der Abgasbehandlungsvorrichtung exakt abgestimmt sein muss.

10

Die in einem Speicher aktuell gespeicherte Menge an Reduktionsmittel kann mit geeigneten Sensoren bestimmt und/oder berechnet werden. Die gespeicherte Menge kann bspw. mit einem kapazitiven Sensor gemessen werden, der in den Speicher eingelassen ist und seine Kapazität in Abhängigkeit der gespeicherten Menge an Reduktionsmittel ändert. In ähnlicher Weise sind auch resistive und induktive Sensoren denkbar, die eine Änderung des elektrischen bzw. magnetischen Widerstands in Abhängigkeit von der gespeicherten Menge an Reduktionsmittel registrieren. Auch denkbar ist ein kalorischer Sensor, der die Wärmekapazität im Speicher-
15 raum entweder durch erhöhten Strombedarf bei konstanter Temperatur oder verringerter Temperatur bei konstantem Strombedarf registriert. Ebenso ist möglich, dass das Verhalten der Abgasbehandlungsvorrichtung in Abhängigkeit der jeweils aktuellen Lastzustände der Verbrennungskraftmaschine bekannt ist bzw. rechnerisch bestimmt werden kann, so
20 dass zum Beispiel Kennfelder vorliegen, anhand der die Einlagerung und Auslagerung des Reduktionsmittels berechenbar ist. Dann kann der Füllstand auch aus diesen Berechnungen ermittelt und für die Prüfung herangezogen werden.

30 Zudem wird hier geprüft, wie viel Abgas aktuell durch die Abgasbehandlungsvorrichtung strömt. Der Abgasmassenstrom kann durch verschiedenste Messmittel geprüft werden. Zum einen eignen sich besonders strömungsbasierte Messmittel, wie Propeller und Prandtl'sche Röhren (Druckdifferenz zwischen Staudruck und Umgebungsdruck) und zum

anderen Messmittel auf Basis von Wärmekapazitäten, wie Anemometer und Kalorimeter. Um hier aber den apparativen Aufwand gering zu halten, kann der aktuelle Abgasmassenstrom auch berechnet werden. Hierfür können die bekannten bzw. gemessenen Parameter (Luftzufuhr, Kraftstoffzufuhr, Lastzustand etc.) herangezogen werden, so dass mit ausreichender Genauigkeit der tatsächlich in der Abgasleitung vorliegende Abgasmassenstrom ermittelt und geprüft werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass ein Reduktionsmittel nur dann zugeführt wird, wenn der Füllstand, der wie obig beschrieben, ermittelt wird, unterhalb eines Füllstandminimums liegt. Bei einer technisch sinnvollen Ausführung eines Speichers für Reduktionsmittel ist es nicht notwendig, dass der Speicher zu jedem Zeitpunkt maximal gefüllt ist. Vielmehr ist der Speicher in sinnvoller Weise so ausgelegt, dass ein Füllstand von 50 % bis 70 % für einen mittelfristigen Betrieb ausreicht. Das Füllstandminimum liegt dann bspw. bei 20 % oder bevorzugt 30 %, so dass auf der einen Seite gewährleistet wird, dass stets Reduktionsmittel im Speicher vorhanden ist, und auf der anderen Seite keine unnötig kurzen Zeitabstände zwischen den Zuführschritten von Reduktionsmittel unternommen werden müssen. Der geeignete Wert für ein Füllstandminimum hängt also von der zu filternden Abgasmenge und der Auslegung des Speichers im Zusammenhang mit der Abgasbehandlungsvorrichtung ab.

Gleichzeitig kann auch sichergestellt werden, dass kein Durchbruch von Reduktionsmittel auftritt. Ein Durchbruch von Reduktionsmittel bedeutet, dass Reduktionsmittel aus dem Abgassystem hinaus gelangt. Als Reduktionsmittel wird häufig Ammoniak bzw. ein Ammoniakvorläufer verwendet. In einem Speicher eingespeichert wird normalerweise Ammoniak. Ein unerwünschter Durchbruch kann passieren, wenn keine ausreichende Speicherkapazität für zugeführtes Reduktionsmittel in dem Abgassystem existiert und gleichzeitig mehr Reduktionsmittel im Abgas zur Verfügung steht, als für die Umsetzung der vorhandenen Schadstoffe notwendig ist, und/oder die Umsetzung von Schadstoffen mit dem Abgas nicht richtig

funktioniert. Die Umsetzung kann beispielsweise nicht funktionieren oder reduziert sein, wenn die Temperatur unterhalb einer Starttemperatur bzw. einer Schwelltemperatur für eine katalytische Reduktion liegt.

- 5 Bei einer Temperaturerhöhung sinkt häufig auch die Speicherkapazität eines Reduktionsmittelspeichers. Dies ist durch die Eigenschaften eines Speichers bedingt. Aus diesem Grund kann eine prozentuale Speicher-
- menge an Reduktionsmittel in einem Reduktionsmittelspeicher bei steigender Temperatur stark ansteigen, obwohl die absolute Speichermenge
- 10 konstant ist. Plötzliche Temperaturerhöhungen können in einem Kraftfahrzeug jederzeit auftreten, beispielsweise wenn auf eine Niedriglastphase eine Hochlastphase folgt. Um auch in einer solchen Situation noch ausreichend Speicherkapazität zur Verfügung zu haben, sollte ein Am-
- moniakspeicher nicht vollständig aufgefüllt werden. Insbesondere ist ein
- 15 Speichergehalt von 30 % bis 40 % im Niedriglastbereich vorteilhaft, um effektiv Speichergehaltsspitzen während möglicher Hochlastphasen mit sehr hohen Abgastemperaturen abzufangen.

Bei der Entscheidung für einen geeigneten prozentualen Speichergehalt

20 nach einem Befüllvorgang des Speichers kann auch zumindest einer der folgenden Parameter berücksichtigt werden:

- vorliegende Temperatur in einer Abgasrückführleitung,
- vorliegende Drehzahl des Motors,
- vorliegende Last des Motors, und

25

- vorliegender Abgasmassenstrom.

Alle diese Parameter charakterisieren den Lastzustand einer Verbrennungskraftmaschine, wobei dieser besonders genau charakterisiert ist, wenn mehrere dieser Parameter berücksichtigt werden. Wenn der Lastzu-

30 stand der Verbrennungskraftmaschine bei der Zufuhr des Reduktionsmittels besonders genau bekannt ist, kann auch die mögliche Steigerung des Befüllgrades des Speichers aufgrund einer Temperaturerhöhung abgeschätzt werden. Prozentual gesehen kann ein Speicher stärker befüllt werden, wenn die Last der Verbrennungskraftmaschine während des Be-

füllvorganges schon erhöht ist, weil eine mögliche weitere Steigerung der Last dann geringer ausfällt als bei einer sehr geringen Ausgangslast.

Bei der Entscheidung für einen geeigneten prozentualen Speicherinhalt
5 nach einem Befüllvorgang kann auch eine Koppelung mit einem Stickstoffoxid-Rohmassenmodell von dem angeschlossenen Verbrennungsmotor erfolgen. In einem Stickstoffoxid-Rohmassenmodell wird ein Stickstoffoxid-Rohemissionsstrom vor einem Speicherkatalysator aus den Betriebsparametern der Verbrennungskraftmaschine und insbesondere aus
10 dem vorliegenden Kraftstoff-Luft-Verhältnis berechnet. Das Kraftstoff-Luft-Verhältnis hat maßgeblichen Einfluss auf den Rohemissionsstrom. Der Rohemissionsstrom stellt wiederum einen weiteren wichtigen Einfluss auf die Speicherfähigkeit eines Reduktionsmittelspeichers in einem Abgassystem dar.

15 Eine weitere Bedingung des erfindungsgemäßen Verfahrens für das Zuführen von Reduktionsmittel ist, dass der Abgasmassenstrom in einem Niedriglastbereich liegt. Während des Niedriglastbereiches liegt eine insbesondere gegenüber einem Fahrbetrieb der Verbrennungskraftmaschine
20 reduzierte Last bzw. ein reduzierter Abgasmassenstrom vor. Solche Niedriglastbereiche sind insbesondere während des Leerlaufs und/oder des Schubetriebes anzutreffen. Insbesondere umfasst ein solcher Niedriglastbereich den Betrieb eines Kraftfahrzeugs in der Stadt (innerstädtischer Betrieb), während dessen Stop-and-Go und/oder insgesamt niedrige
25 Geschwindigkeiten vorherrschend sind.

Bei typischen Verbrennungskraftmaschinen, wie sie beispielsweise in Kraftfahrzeugen eingesetzt werden, sind Niedriglastbereiche beispielsweise durch Drehzahlen zwischen 600 und 1200 1/min [Umdrehungen
30 pro Minute] und Massenströme zwischen 20 und 200 kg/h [Kilogramm pro Stunde] gekennzeichnet.

Es wurde herausgefunden, dass gerade die Bedingungen während dieses Niedriglastbereichs für ein Verdampfen und Auffüllen des Speichers ge-

eignet sind. Der geringe Abgasmassenstrom in dieser Phase ermöglicht, dass eine Wärmezufuhr hin zum Reduktionsmittel durch externe (elektrisch betriebene Heizer) verbessert und/oder eine nahezu vollständige Zugabe des Reduktionsmittels hin zum Speicher erreicht werden. So ist
5 eine besonders wirtschaftliche Zugabe des Reduktionsmittels zur Abgasbehandlungs-
vorrichtung erreicht.

Besonders vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Verfahren, wenn vor Schritt c) der in Schritt b) geprüfte aktuelle Abgasmassenstrom mit einem
10 Energiemodell ausgewertet wird, um festzulegen, ob in Schritt c) Reduktionsmittel
zugeführt wird bzw. zugeführt werden soll.

Weiterhin vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Verfahren, wenn vor Schritt c) der in Schritt b) geprüfte aktuelle Abgasmassenstrom sowie ein
15 geprüfter Einflusswert einer Heizung mit einem Energiemodell ausgewertet werden, um festzulegen, ob in Schritt c) zumindest eine der folgenden
Aktionen durchgeführt wird:

- Heizen zumindest des Abgasstromes oder des Reduktionsmittels,
und
- 20 - Zuführen von Reduktionsmittel.

Darüber hinaus kann in dem Energiemodell eine Energiemenge mit berücksichtigt werden, die aufgrund von zumindest einer chemischen oder physikalischen Reaktion entsteht, wenn eine Menge an Reduktionsmittel
25 zugeführt wird.

In einem Energiemodell werden eine oder mehrere Komponenten einer Vorrichtung gemeinsam oder eine gesamte Vorrichtung als Energiespeicher betrachtet. Das Energiemodell kann beispielsweise für eine Abgasbehandlungs-
30 vorrichtung oder für einen Abschnitt einer Abgasbehandlungs-
vorrichtung aufgestellt werden. Der Energiespeicher kann auch als System bezeichnet werden. Dieser Energiespeicher wird von einer Energiemodellgrenze oder auch Systemgrenze begrenzt. Alle Energieströme, die über diese Systemgrenze hinweg in den Energiespeicher hinein oder aus dem

Energiespeicher hinaus strömen, werden im Rahmen des Systemsmodells betrachtet und insbesondere aufsummiert. Insgesamt kann so auf die Veränderung einer im Energiespeicher gespeicherte Energiemenge geschlossen werden. Diese gespeicherte Energiemenge kann auch als innere
5 Energie bezeichnet werden. Die einströmenden Energieströme vergrößern dabei die gespeicherte Energiemenge. Die ausströmenden Energieströme verkleinern die gespeicherte Energiemenge.

Energieströme, die in den Energiespeicher eintreten oder aus diesem
10 Energiespeicher austreten, können unterschiedlicher Art sein. Grundsätzlich zu unterscheiden ist zwischen massengebundenen Energieströmen und massenungebundenen Energieströmen. Ein massengebundener Energiestrom ist beispielsweise die mit einem Abgasmassenstrom in eine Abgasbehandlungsvorrichtung gelangende Wärmeenergie des Abgases. Ein
15 massenungebundener Energiestrom ist beispielsweise eine elektrische Heizleistung einer Heizvorrichtung in einer Abgasbehandlungsvorrichtung, mit welcher das Abgas aufgeheizt werden kann. Die Energie in massengebundenen Energieströmen ist häufig im Wesentlichen durch den thermodynamischen Zustand des Massenstromes des Abgases und/oder
20 Reduktionsmittels selbst bedingt, der durch die Temperatur, die Entropie, den Druck, das spezifische Volumen und den Aggregatzustand des Massenstromes gekennzeichnet ist. Eine weitere Form eines massengebundenen Energiestromes ist ein Massenstrom, welcher chemische Energie beinhaltet, welche innerhalb des Energiespeichers bzw. des Systems umgesetzt werden kann.
25

Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass ein Reduktionsmittelmassenstrom bzw. ein Reduktionsmittelvorläufermassenstrom durch Umsetzung oder Einlagerung in einen Reduktionsmittelspeicher Energie aufnimmt oder
30 freisetzt. Weiterhin beinhaltet ein Abgasmassenstrom Schadstoffkomponenten (insbesondere Stickstoffoxidverbindungen und/oder Kohlenstoffverbindungen). Diese sind zum Teil auf eine unvollständige Verbrennung zurück zu führen. In diesen Schadstoffkomponenten ist noch chemische Energie enthalten, die durch eine katalytische Umsetzung der Schadstoff-

komponenten in einer geeigneten Abgasbehandlungsvorrichtung freigesetzt werden kann.

Durch ein Energiemodell kann bereits vor einer Reduktionsmittelzugabe
5 bestimmt werden, ob unter den vorliegenden Bedingungen Reduktionsmittel zugeführt werden kann und dabei eine gewünschte, vorzugsweise vollständige, Umsetzung und/oder Einlagerung in einen Speicher erfolgt. Dazu können in einem Energiemodell die zukünftig zu erwartenden in den Energiespeicher des Energiemodells eintretenden Energieströme sowie die aus dem Energiespeicher austretenden Energieströme und die in dem Energiespeicher zur Einlagerung des Reduktionsmittels benötigte und/oder freiwerdende Energiemenge prognostiziert werden. Beispielsweise kann dann eine prognostizierte innere Energie des Energiespeichers verwendet werden, um festzustellen, ob eine Umsetzung und/oder Einlagerung in der gewünschten Weise erfolgt. Dazu kann beispielsweise die
10 prognostizierte innere Energie direkt mit einer für die zuzuführende Reduktionsmittelmenge notwendige innere Energie verglichen werden.

Ein Energiemodell ist vorzugsweise in einem Steuergerät hinterlegt (z. B. nach Art eines Datenverarbeitungsprogrammes), in welchem die beschriebenen Berechnungen bzw. Vergleiche ablaufen. In dem Steuergerät sind dabei verschiedene Vereinfachungen des Energiemodells möglich. Beispielsweise ist es möglich, dass in dem Steuergerät die Energieströme an sich gar nicht verrechnet werden, sondern lediglich eine Verrechnung
20 von Ersatzgrößen erfolgt, die die Energieströme repräsentieren. Ersatzgrößen können beispielsweise die Temperaturen einzelner Massenströme sein.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die Abgasbehandlungsvorrichtung wenigstens eine Heizung auf und das Verfahren umfasst weiter die Schritte:

- Prüfen der Abgastemperatur vor Schritt c);

- Heizen zumindest des Abgasstroms oder des Reduktionsmittels mit der wenigstens einen Heizung, wenn die Abgastemperatur unterhalb einer minimalen Grenztemperatur liegt.
- 5 Flüssiges Reduktionsmittel muss, bevor es mit den Stickoxiden im Abgas reagieren kann, zunächst verdampft werden. Bei der flüssigen Zufuhr von Reduktionsmittel ist bevorzugt, dass die Verdampfung des Reduktionsmittels in der Abgasbehandlungsvorrichtung erfolgt.
- 10 Bei modernen Verbrennungskraftmaschinen liegen im Niedriglastbereich oft so niedrige Abgastemperaturen vor, dass eine Verdampfung des Reduktionsmittels nur mit Hilfe der Wärme des Abgases nicht immer vollständig erreicht werden kann. Bei flüssiger Zufuhr von Reduktionsmittel zum Abgas kann das Reduktionsmittel das Abgas gegebenenfalls noch
- 15 weiter abkühlen und damit gegebenenfalls auch die nachgelagerten (temperaturempfindlichen) katalytisch aktiven Abgasbehandlungskomponenten. Die Umsetzung der Schadstoffe in einer Abgasbehandlungsvorrichtung hängt vorrangig auch von der Temperatur der Abgase ab. Die meisten Umsetzungsvorgänge von Schadstoffen, wie beispielsweise Stickoxid,
- 20 Kohlenmonoxid und/oder Rußpartikel (Kohlenstoffpartikel), laufen bei hohen Abgastemperaturen erheblich schneller ab als bei niedrigen Abgastemperaturen. Unterhalb spezifischer Grenztemperaturen, die für verschiedene Umsetzungsvorgänge unterschiedlich sind, laufen bestimmte Umsetzungsvorgänge überhaupt nicht mehr ab.
- 25
- Aus den vorgenannten Gründen ist es insbesondere bei Abgasbehandlungsvorrichtungen für mager betriebene Verbrennungskraftmaschinen bevorzugt, in den Abgasbehandlungsvorrichtungen wenigstens eine (regelbare) Heizung vorzusehen. Eine solche Heizung kann beispielsweise in
- 30 Form einer Heizspirale, die in der Abgasleitung montiert ist, eingerichtet sein. Bevorzugt ist jedoch die Ausgestaltung einer Heizung nach Art eines elektrisch beheizbaren Wabenkörpers, bei welchem Pakete aus mehreren zumindest teilweise strukturierten metallischen Folien von einem elektrischen Strom durchflossen werden. Derartige elektrisch beheizbare Wa-

Wabenkörper haben den Vorteil, dass diese eine wesentlich größere Oberfläche aufweisen, über welche sie die erzeugte Wärme an das Abgas bzw. das Reduktionsmittel abgeben können.

- 5 Der Betrieb derartiger elektrisch beheizbarer Wabenkörper ist gezielt zu veranlassen, weil diese Strom verbrauchen. Es sind deshalb Strategien erforderlich, mit welchen ein elektrischer Heizer in einem Abgassystem derart betrieben werden kann, dass er zur vorteilhaften Umsetzung der Abgase bzw. des Reduktionsmittels in der Abgasbehandlungsvorrichtung
10 einerseits beiträgt und andererseits einen möglichst geringen Energieverbrauch aufweist.

Während der Zufuhr von Reduktionsmittel sind regelmäßig erhöhte Temperaturen notwendig. Dies liegt daran, dass das zugeführte Reduktionsmittel bzw. der zugeführte Reduktionsmittelvorläufer regelmäßig in ein Gas bzw. in Dampf überführt bzw. umgesetzt werden muss. Beispielsweise kommt als Reduktionsmittelvorläufer eine Harnstoff-Wasser-Lösung zum Einsatz, die im Abgassystem in Ammoniak umgesetzt werden muss. Verschiedene chemische Vorgänge können zur Umsetzung des Reduktionsmittels ablaufen.
15
20

Einer dieser Vorgänge ist die Hydrolyse in einem Hydrolyse-Katalysator. Dabei wird das Reduktionsmittel unter dem Einfluss einer katalytisch wirkenden Hydrolyse-Beschichtung in Ammoniak umgesetzt. Hierzu sind
25 Temperaturen im Abgas oberhalb einer Schwelltemperatur notwendig, die häufig oberhalb von ca. 150 °C, oder sogar bei ca. 200 °C liegen. Die zur Hydrolyse einer Harnstoff-Wasser-Lösung notwendige Temperatur kann gegebenenfalls noch durch die Anwesenheit von Ammoniak [NH₃] und Stickstoffdioxid [NO₂] herabgesetzt sein. Gegebenenfalls sind dann für die
30 Hydrolyse nur Temperaturen zwischen 130 °C und 160 °C notwendig.

Ein weiterer chemischer Vorgang, der zur Umsetzung des Reduktionsmittels führen kann, ist die Thermolyse. Die Thermolyse ist die rein thermische Umsetzung von Reduktionsmittel bzw. Reduktionsmittelvorläufer zu

dem endgültigen Reduktionsmittel ohne den Einfluss einer katalytisch wirkenden Hydrolysebeschichtung. Die zur Thermolyse von Reduktionsmittel erforderliche Temperatur ist regelmäßig höher als die zur Hydrolyse notwendige Temperatur. Die zur Hydrolyse notwendige Temperatur hängt maßgeblich von der eingesetzten Hydrolysebeschichtung ab. Damit eine Hydrolyse stattfinden kann, ist gegebenenfalls gar kein eigenständiger Hydrolysekatalysator erforderlich, sondern es kann auch in einer anderen Abgasbehandlungskomponente eine Beschichtung vorgesehen sein, die eine Hydrolyse ermöglicht. Ein Beispiel hierfür ist eine Eisen-Zeolith-Beschichtung. Eine Eisen-Zeolith-Beschichtung kann beispielsweise in einem SCR-Katalysator zur Umsetzung von Stickstoffoxid mit dem Reduktionsmittel vorliegen. Diese Umsetzungsreaktion wird durch die Eisen-Zeolith-Beschichtung ebenfalls katalysiert. Für den Beginn der Thermolyse von Reduktionsmittelvorläufern gibt es oft keine klare Grenztemperatur. Die Thermolyse findet in einem weiten Temperaturbereich gleichzeitig mit der Hydrolyse von Reduktionsmittel statt.

Insbesondere ist die minimale Grenztemperatur so gewählt, dass gewährleistet ist, dass flüssiges Reduktionsmittel verdampft. Die Verfahrensführung ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn ein Reduktionsmittel nicht chemisch umgesetzt werden muss, um in der Abgasbehandlungsvorrichtung wirksam zu werden, sondern lediglich vom flüssigen Aggregatzustand in den gasförmigen Aggregatzustand überführt werden muss. Bei Reduktionsmittelvorläufern wie bspw. auch Harnstoff-Wasser-Lösungen kann parallel zum Verdampfen auch bereits eine zumindest teilweise Umsetzung durch Thermolyse und/oder Hydrolyse ablaufen.

Das Heizen zum Zwecke der Erreichung einer Abgastemperatur oberhalb der minimalen Grenztemperatur, wie sie oben definiert ist, kann sowohl vor, währenddessen als auch nach Schritt c), sprich dem Zuführen des Reduktionsmittels, stattfinden. Hierbei können insbesondere neben dem Prüfen der Abgastemperatur auch die Ergebnisse der Schritte a) und b) miteinbezogen werden. Wie bereits obig erwähnt, kann die notwendige Temperatur zur Hydrolyse einer Harnstoff-Wasser-Lösung durch die An-

wesenheit von Ammoniak und Stickstoffdioxid herabgesetzt werden. Daher kann das Heizen an den Füllstand des zumindest einen Speichers angepasst werden. Insbesondere bedeutet das, dass bei einem niedrigen Füllstand des Speichers die Abgastemperatur durch Heizen weiter angehoben wird, als wenn der Füllstand des Speichers hoch ist.

Vorzugsweise erfolgt während der Zufuhr von Reduktionsmittel und während des Heizvorganges auch eine Überwachung der Heizstrategie mit Hilfe eines Hydrolysemodells. Ein solches Hydrolysemodell kann in Form eines Hydrolysekennfeldes in einem Steuergerät hinterlegt sein. Das Hydrolysemodell kann mit dem Energiemodell verbunden sein, so dass sämtliche Parameter, die in dem Energiemodell berücksichtigt werden, auch in dem Hydrolysemodell berücksichtigt werden können. Mit Hilfe des Hydrolysemodells wird überwacht, ob während des gesamten Heizvorgangs und des gesamten Zufuhrvorgangs jeweils Bedingungen vorliegen, bei denen eine Hydrolyse stattfindet. In einer einfachen Ausführungsform wird überwacht, ob während des gesamten Zufuhrvorgangs in der Abgasbehandlungsvorrichtung eine ausreichend hohe Temperatur vorliegt. So kann sichergestellt werden, dass das Reduktionsmittel umgesetzt wird und keine Ablagerungen von nicht- oder nicht vollständig umgesetztem Reduktionsmittel in der Abgasbehandlungsvorrichtung entstehen. Es erfolgt eine energetische Betrachtung zwecks der Verhinderung von Ablagerungen.

Ein derartiges Hydrolysemodell ist insbesondere vorteilhaft, weil eine unmittelbare Überwachung der vorliegenden Temperatur in einer Abgasbehandlungsvorrichtung häufig nicht derart schnell erfolgen kann, dass ein rechtzeitiger Abbruch der Zufuhr von Reduktionsmittel erfolgt, wenn die Temperaturen zu stark sinken. Dazu sind (preiswerte) Temperatursensoren, die für den Einsatz in Abgasbehandlungsvorrichtungen geeignet sind, vielfach zu träge.

Im Zusammenhang mit dem Energiemodell und der Vermeidung von Ablagerungen von Reduktionsmittel, und insbesondere Harnstoff, ist die

Vermeidung von Wasserschlag besonders wichtig. Wasserschlag tritt in einer Abgasbehandlungsvorrichtung auf, wenn diese kurz nach dem Start der Verbrennungskraftmaschine noch sehr kalt ist. Dann kondensiert im Abgas enthaltener Wasserdampf in der Abgasbehandlungsvorrichtung.

5 Ein besonders negativer Effekt von Wasserschlag ist, dass dieser die Reaktionszeiten von Sensoren in einer Abgasbehandlungsvorrichtung (insbesondere von Temperatursensoren und Lambdasonden) stark absenkt. Damit ein thermodynamisches Modell funktioniert, ist es daher vorteilhaft, Wasserschlag zu vermeiden. Dies kann geschehen, wenn eine Heizung in der Abgasbehandlungsvorrichtung während einer Kaltstartphase

10 derart betrieben wird, dass kein Wasserschlag in der Abgasbehandlungsvorrichtung auftritt.

Für ein Energiemodell ist es vorteilhaft, dass die Energieströme genau bekannt sind. Dazu sind insbesondere präzise Messungen der Temperatursensoren erforderlich. Die Genauigkeit der Temperatursensoren kann beträchtlich erhöht werden, wenn Wasserschlag auf die oben beschriebene Weise vermieden wird. Darüber hinaus verändert die Kondensation von Wasserdampf die Energie in einer Abgasbehandlungsvorrichtung erheblich, weil durch die Kondensation erhebliche Mengen an Wärmeenergie frei gesetzt werden. Auch dies verfälscht das Energiemodell und sollte vermieden werden, in dem die Bildung von Wasserschlag generell vermieden wird.

15

20

25 In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung des Verfahrens findet das Heizen mit der wenigstens einen Heizung vor oder nach Schritt a) statt, so dass die Abgastemperatur zwischen einer zur Reduktion notwendigen Mindesttemperatur und einer betriebssicheren Höchsttemperatur liegt.

30 Wie bereits oben erwähnt, ist die zur Reduktion notwendige Mindesttemperatur vor allen Dingen abhängig von dem Vorliegen von gasförmigem Ammoniak. Unter dem Aspekt der Reduzierung der Hydrolysetemperatur bei einem hohen Füllstand des Speichers ist es insbesondere sinnvoll, zunächst den Füllstand des zumindest einen Speichers zu prüfen (Schritt a))

und erst daraufhin zu heizen. Für den Fall, dass der Füllstand des zumindest einen Speichers durch z. B. Berechnen bekannt ist, kann unabhängig von jeglichen verfahrensmäßigen Prüfschritten die Abgastemperatur durch Heizen zwischen der Mindesttemperatur und der Höchsttemperatur gehalten werden. Je nach Auslegung der Abgasbehandlungsvorrichtung und der Heizung sollte stets darauf geachtet werden, dass eine betriebssichere Höchsttemperatur nicht überschritten wird. Hierbei ist insbesondere eine Temperatur gemeint, bei der die in der Abgasbehandlungseinheit gewünschten Prozesse (Verdampfung des Reduktionsmittels und/oder Hydrolyse des Reduktionsmittels und/oder Thermolyse des Reduktionsmittels und/oder Reduktion von Stickoxiden mit dem Reduktionsmittel) selbstständig ablaufen können.

In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Reduktionsmittel flüssig zugeführt, wenn die Abgastemperatur mindestens gleich der Siedetemperatur des Reduktionsmittels oder höher ist.

Wenn die Siedetemperatur des Reduktionsmittels erreicht wird, kann das flüssige Reduktionsmittel im Abgas selbstständig verdampfen. In diesem Fall wird keine (weitere) Heizenergie mehr benötigt. Sollte die zugegebene Menge des Reduktionmittels jedoch eine deutliche Abkühlung des (geringen) Abgasmassenstroms bewirken, kann auch zeitgleich noch weiter geheizt werden.

Insgesamt ist aber festzuhalten, dass aufgrund des Heizens während des Niedriglastbereichs ebenfalls besonders effektiv Wärme dem Abgas zugeführt werden kann, da insbesondere eine Kühlung der Heizung durch einen hohen Massenstrom so vermieden werden kann. Im Niedriglastbereich ist der Massenstrom des Abgases niedrig. Die Heizung muss daher im Niedriglastbereich nur eine verhältnismäßig geringe Menge an Abgas aufheizen. Daher ist im Niedriglastbereich die benötigte Heizenergie besonders gering, die zur Aufheizung des Massenstroms und zur Anhebung der Abgastemperatur notwendig ist.

In manchen Fällen ist die Höchsttemperatur, die durch die Heizung erreicht werden kann, nach oben begrenzt. Ist die Abgasstromtemperatur im Niedriglastbereich niedriger als im Normallastbereich, so ist in solchen
5 Fällen die Temperaturdifferenz zwischen dem Abgas und der Höchsttemperatur der Heizung größer. Die erhöhte Temperaturdifferenz führt aber wiederum zu einem schnelleren Aufheizen des Abgases. Daher kann bei niedriger Abgastemperatur und bei begrenzter Höchsttemperatur der Heizung die minimale Grenztemperatur sehr schnell überschritten werden.
10

In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Zuführen von Reduktionsmittel unterbrochen, wenn der Abgasmassenstrom nicht mehr im Niedriglastbereich liegt oder der Füllstand des zumindest einen Speichers oberhalb eines Füllstandsmaximums liegt.
15

Verlässt der Abgasmassenstrom den Niedriglastbereich, so wird die Zufuhr von Reduktionsmittel unterbrochen. Auch, dass heißt insbesondere
20 unabhängig davon, wird die Zufuhr von Reduktionsmittel unterbrochen, wenn der Füllstand oberhalb eines Füllstandmaximums liegt. In diesem Fall liegt genügend Reduktionsmittel im Speicher vor, so dass ein optimaler Betrieb der Abgasbehandlungsvorrichtung möglich ist. Ein solches Füllstandsmaximum liegt bei technisch sinnvoller Ausführung der Abgasbehandlungsvorrichtung bei einem Füllstand von etwa 80 % vor. Somit
25 ist die Abgasbehandlungsvorrichtung in der Lage, auch Hochlastbereiche optimal zu behandeln und gleichzeitig wird nicht übermäßig häufig Reduktionsmittel zugeführt.

30 Diese Abbruchbedingungen gelten insbesondere auch für das Heizen, so dass gerade bei Verlassen des Niedriglastbereichs das Heizen unterbrochen wird.

Insbesondere liegt in einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens der Niedriglastbereich während des Leerlaufs einer abgaserzeugenden Verbrennungskraftmaschine vor. In diesem Betriebszustand liegen niedrige Abgasmassenströme vor, so dass effektiv und energetisch günstig geheizt und/oder der Speicher aufgefüllt werden kann.

Auch in den hier beschriebenen Anwendungsfällen kann ein Niedriglastbereich einer Verbrennungskraftmaschine in der weiter oben beschriebenen Art und Weise durch Betriebsparameter charakterisiert und identifiziert werden. Diese Betriebsparameter sind beispielsweise eine NOx-Rohemission, eine Drehzahl und/oder eine Temperatur in einer Abgasrückführleitung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung des Verfahrens wird der Niedriglastbereich der Verbrennungskraftmaschine mittels eines Leerlauferkennungsmittels in Schritt b) erkannt.

Ein solches Leerlauferkennungsmittel kann insbesondere ermitteln, welche Drehzahl und/oder wie groß die Kraftstoff-Luft-Befüllung der Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine ist, an die die Abgasbehandlungsvorrichtung angeschlossen ist. Liegt in diesem Fall ein Leerlaufzustand der Verbrennungskraftmaschine vor, so wird daraus auf einen Abgasstrom im Niedriglastbereich geschlossen. Daraufhin wird Reduktionsmittel zugeführt. Die Ermittlung eines Leerlaufzustands kann auch über andere Kenngrößen, wie z. B. Vibration der Verbrennungskraftmaschine oder Ergebnisse von bereits vorhandenen Mess- und/oder Berechnungsmitteln, in Verbindung mit dem Betrieb der Verbrennungskraftmaschine, genutzt werden.

Eine weiterhin vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist ein Kraftfahrzeug mit einer Verbrennungskraftmaschine und einer Abgasbehandlungsvorrichtung, aufweisend zumindest einen Speicher und zumindest eine Zuführungseinrichtung für ein Reduktionsmittel sowie ein Steuergerät, wobei das Steuergerät zur Durchführung des erfindungsgemäßen

Verfahrens eingerichtet ist. Das erfindungsgemäße Verfahren kann bspw. nach Art einer Software in der Motorsteuerung eines Kraftfahrzeugs realisiert sein, welches in entsprechender Weise mit Sensoren kommuniziert und/oder die Zuführungseinrichtung betreibt.

5

Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele, auf die die Erfindung jedoch nicht begrenzt ist. Die Figuren sind schematisch und benennen gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen. Es zeigen:

10

Fig. 1: ein Kraftfahrzeug, aufweisend eine Abgasbehandlungsvorrichtung, die für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist,

15

Fig. 2: ein weiteres Kraftfahrzeug, aufweisend eine alternative Abgasbehandlungsvorrichtung, die für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist,

20

Fig. 3: ein Blockdiagramm, welches den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt,

Fig. 4: ein weiteres Blockdiagramm, welches einen weiteren Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt, und

25

Fig. 5: ein weiteres Blockdiagramm, welches einen weiteren Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt.

30

Fig. 6: ein Diagramm, welches verschiedene Parameter einer Abgasbehandlungsvorrichtung während des Betriebs des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt.

In Fig. 1 ist ein Kraftfahrzeug 16, aufweisend eine Verbrennungskraftmaschine 2 sowie eine an die Verbrennungskraftmaschine 2 angeschlossene

Abgasbehandlungsvorrichtung 1 dargestellt. Die Abgasbehandlungsvorrichtung 1 weist hintereinander einen Oxidationskatalysator 24, einen Partikelfilter 25, eine Heizung 3, eine Zufuhreinrichtung 4 für Reduktionsmittel (z. B. Harnstoffwasserlösung), einen Hydrolysekatalysator 5, einen Speicher 11 sowie einen SCR-Katalysator 6 auf. Im SCR-Katalysator 6 ist ein Temperatursensor 22 vorgesehen. Im Hydrolysekatalysator 5 ist ebenfalls ein Temperatursensor 22 vorgesehen. Im Speicher 11 ist ein Stickstoffsensordaten 13 vorgesehen, mit welchem die Beladung des Speichers 11 mit Reduktionsmittel überwacht werden kann. Die Zufuhreinrichtung 4 wird über eine Leitung aus dem Reduktionsmittel-Dosiersystem 23 mit Reduktionsmittel versorgt. Die Heizung 3 wird in Abhängigkeit der von den Temperatursensoren 22 und dem Stickstoffsensordaten 13 ermittelten Daten von einem Steuergerät 17 gesteuert. Der Oxidationskatalysator 24 und der Partikelfilter 25 dienen der Vorbehandlung der Abgase der Verbrennungskraftmaschine 2. Gegebenenfalls kann die Zufuhreinrichtung 4 in Abgasströmungsrichtung, ausgehend von der Verbrennungskraftmaschine 2, auch vor dem Partikelfilter 25 und/oder dem Oxidationskatalysator 24, angeordnet sein. Auch die Heizung 3 kann in Abgasströmungsrichtung vor dem Partikelfilter 25 und/oder dem Oxidationskatalysator 24 angeordnet sein.

Fig. 2 zeigt ebenfalls ein Kraftfahrzeug 16, aufweisend eine Verbrennungskraftmaschine 2 sowie eine Abgasbehandlungsvorrichtung 1. In dieser Abgasbehandlungsvorrichtung 1 ist, ausgehend von der Verbrennungskraftmaschine 2, hintereinander zunächst eine Zufuhreinrichtung 4 für ein Reduktionsmittel vorgesehen, die von einem Reduktionsmittel-Dosiersystem 23 mit Reduktionsmittel versorgt wird. Im Anschluss daran sind eine Heizung 3 sowie eine Abgasbehandlungskomponente 30 angeordnet. In der Abgasbehandlungskomponente 30 sind verschiedene Funktionen gemeinsam realisiert. Die Abgasbehandlungskomponente 30 beinhaltet einen Hydrolysekatalysator 5 sowie einen Speicher 11 für ein Reduktionsmittel und einen SCR-Katalysator 6. Der SCR-Katalysator 6 und der Speicher 11 sind in einer gemeinsamen Beschichtung 19 realisiert. Die Beschichtung 19 enthält Reduktionsmittel speichernde Anteile, die den

Speicher 11 bilden, sowie die selektive katalytische Reduktion begünstigende Anteile, die den SCR-Katalysator 6 bilden. In der Abgasbehandlungskomponente 30 sind ein Temperatursensor 22 sowie ein Stickstoffsensordata-bbox="145 198 165 213">5

Speichers 11 mit Reduktionsmittel bestimmt werden. Die Heizung 3 wird von dem Steuergerät 17 in Abhängigkeit der von dem Temperatursensordata-bbox="145 221 165 236">10

22 und dem Stickstoffsensordata-bbox="145 244 165 259">15

13 ermittelten Daten gesteuert.

Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens. In Fig. 3 sind die Verfahrensschritte a), b) und c) dargestellt. Es ist auch erkennbar, dass das erfindungsgemäße Verfahren nach Art einer Schleife wiederholt ausgeführt wird. Entsprechend der Feststellung in Schritt a), wie der Füllstand des zumindest einen Speichers aktuell ist, wird Schritt b) ausgeführt oder die Schleife bereits hier zurückgeführt, wenn der Füllstand oberhalb eines Füllstandsminimums liegt. Liegt der Füllstand unterhalb eines Füllstandsminimums, so wird in Schritt b) der aktuelle Abgasmassenstrom geprüft. Liegt der Abgasmassenstrom in einem Niedriglastbereich, so wird Schritt c) eingeleitet. Ist dies nicht der Fall, so wird die Schleife wieder zu Schritt a) zurückgeführt. Bei Erfüllung der Bedingungen des Füllstands und des Abgasmassenstroms, wie sie in Schritt c) definiert sind, wird Reduktionsmittel zugeführt. Daraufhin beginnt die Schleife von vorne bei Schritt a).

Fig. 4 unterscheidet sich von Fig. 3 darin, dass die weiteren Verfahrensschritte a.1) und c.1) eingeführt worden sind. In a.1) wird die Abgastemperatur geprüft. In Schritt c.1) wird mit einer Heizung die Abgastemperatur des Abgasstroms oder des Reduktionsmittels angehoben. Wird in Schritt a.1) eine Abgastemperatur oberhalb einer minimalen Grenztemperatur festgestellt, so wird das Verfahren gleichermaßen wie in Fig. 3 für Schritt a) und b) wieder zu Schritt a) zurückgeführt. Liegt die Abgastemperatur unterhalb einer minimalen Grenztemperatur, so wird in Schritt c.1) die Abgastemperatur durch Heizen angehoben. Sobald die Temperatur oberhalb der minimalen Grenztemperatur liegt, wird das Verfahren zurückgeführt zu Schritt a.1).

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Verfahrensschritte a), b), c), a.1), c.1) sind bereits aus den Fig. 3 und 4 bekannt. Der Verfahrensschritt c.2) prüft, ob der Abgasmassenstrom im Niedriglastbereich liegt. Der Verfahrensschritt c.3) prüft, ob der Füllstand des Speichers oberhalb eines Füllstandsmaximums liegt. In dem in Fig. 5 dargestellten Ablaufdiagramm werden die Verfahrensschritte a), b), a.1), c.1) parallel ausgeführt und bei jeweils positivem Ausgang der Grenzwertprüfung wird der Schritt c) eingeleitet. Sobald Schritt c) aktiv ist, werden die Verfahrensschritte c.2) und c.3) parallel ausgeführt. Liegt der Abgasmassenstrom noch immer im Niedriglastbereich und ist der Füllstand noch immer unterhalb eines Füllstandsmaximums, so wird weiterhin Schritt c) ausgeführt. Ist entweder c.2) oder c.3) nicht mehr erfüllt, so wird das parallele Verfahren, bestehend aus den Schritten a), b), a.1) und c.1), ausgeführt und das Verfahren läuft wieder von vorne ab.

Fig. 6 zeigt ein Diagramm, in welchem verschiedene Betriebsparameter einer Abgasbehandlungsvorrichtung während des Betriebs des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt sind. Die waagerechte Achse des Diagramms ist hierbei die Zeitachse 27. Die senkrechte Achse hat eine dreifache Funktion: sie dient einerseits als Massenstromachse 14 zur Darstellung des Massenstroms 9 durch die Abgasbehandlungsvorrichtung. Der Massenstrom 9 wird maßgeblich von den Mengen an Kraftstoff und Luft bestimmt, welche in der Verbrennungskraftmaschine, an die die Abgasbehandlungsvorrichtung angeschlossen ist, verbraucht werden.

Darüber hinaus dient die senkrechte Achse als Temperaturachse 28 zur Darstellung einer Temperatur 7 in der Abgasbehandlungsvorrichtung. Über die Zeitachse 27 ist in dem Diagramm zunächst eine Startphase 18 der Abgasbehandlungsvorrichtung dargestellt. In der Startphase 18 ist die Temperatur 7 zunächst noch sehr niedrig und steigt stark an.

Außerdem dient senkrechte Achse als Beladungsachse 15 zur Darstellung der Beladung 21 eines Speichers für ein Reduktionsmittel oder für einen

Reduktionsmittelvorläufer. Insbesondere ist hiermit eine Beladung 21 eines Ammoniak-Speicher-Katalysators mit Ammoniak gemeint.

Sobald die Startphase 18 abgeschlossen ist, verbraucht die Abgasbehand-
5 lungsvorrichtung Reduktionsmittel, bzw. Ammoniak, welcher in dem Speicher eingelagert ist. Daher sinkt die Beladung 21 des Speichers nach der Startphase 18 zunächst kontinuierlich. In verschiedenen Zeiträumen während des Betriebes der Abgasbehandlungsvorrichtung erfolgt eine Zufuhr 29 von Reduktionsmittel in die Abgasbehandlungsvorrichtung. In
10 diesen Zeiträumen steigt die Beladung 21 des Speichers wieder an. Damit eine Zufuhr 29 von Reduktionsmittel erfolgt, sollten insbesondere folgende drei Bedingungen erfüllt sein:

Als erste Bedingung wird geprüft, ob die Beladung 21 in dem Speicher
15 unter eine Mindestspeichermenge 12 gesunken ist. Als zweite Bedingung wird geprüft, ob der Massenstrom 9 durch die Abgasbehandlungsvorrichtung niedrig ist. Dies ist typischerweise in den im Diagramm markierten Niedriglastphasen 10 der Fall. Die Niedriglastphasen 10 sind vorzugswei-
20 se Leerlaufphasen, in denen die an die Abgasbehandlungsvorrichtung angeschlossene Verbrennungskraftmaschine im Leerlauf ist. Als dritte Bedingung wird geprüft, ob die Temperatur 7 in der Abgasbehandlungsvorrichtung größer als eine Grenztemperatur 8 ist, denn nur dann kann das Reduktionsmittel auch erfolgreich in den Speicher eingelagert werden. Wenn zwar die erste und die zweite Bedingung erfüllt sind, die dritte Be-
25 dingung allerdings nicht, kann z. B. ein Heizvorgang 26 erfolgen. Hierdurch kann die Temperatur 7 über die Grenztemperatur 8 angehoben werden. Da der Massenstrom 9 während dieses Heizvorgangs 26 besonders niedrig ist, erfolgt die Anhebung der Temperatur 7 durch den Heizvorgang 26 besonders schnell und mit besonders wenig Heizenergie. So-
30 bald durch den Heizvorgang 26 auch die dritte Bedingung erfüllt ist, könnte dann die Zufuhr 29 von Reduktionsmittel erfolgen. Die Zufuhr 29 wird insbesondere dann beendet, wenn die Beladung 21 eine maximale Speichermenge 20 erreicht hat.

Damit löst die Erfindung zumindest teilweise die im Zusammenhang mit dem Stand der Technik geschilderten technischen Probleme. Insbesondere wurde ein Verfahren zum Betrieb einer Abgasbehandlungsvorrichtung angegeben, welches auch bei sehr häufigen Lastwechseln der Verbrennungskraftmaschine eine sichere Umwandlung von Stickoxiden nach dem SCR-Verfahren ermöglicht. Zudem wurde eine besonders effektive und energetisch günstige Zugabestrategie für das Reduktionsmittel angegeben, wobei insbesondere abgasinterne Reduktionsmittelzwischenpeicher mit entsprechend geringem Aufwand mit Reduktionsmittel versorgt werden.

Bezugszeichenliste

	1	Abgasbehandlungsvorrichtung
	2	Verbrennungskraftmaschine
5	3	Heizung
	4	Zufuhreinrichtung
	5	Hydrolysekatalysator
	6	SCR-Katalysator
	7	Temperatur
10	8	Grenztemperatur
	9	Massenstrom
	10	Niedriglastphase
	11	Speicher
	12	Mindestspeichermenge
15	13	Stickstoffsensor
	14	Massenstromachse
	15	Beladungsachse
	16	Kraftfahrzeug
	17	Steuergerät
20	18	Startphase
	19	Beschichtung
	20	maximale Speichermenge
	21	Beladung
	22	Temperatursensor
25	23	Reduktionsmittel-Dosiersystem
	24	Oxidationskatalysator
	25	Partikelfilter
	26	Heizvorgang
	27	Zeitachse
30	28	Temperaturachse
	29	Zufuhr
	30	Abgasbehandlungskomponente

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Betrieb einer Abgasbehandlungsvorrichtung (1) mit
zumindest einem Speicher (11) für ein Reduktionsmittel und zu-
mindest einer Zuführungseinrichtung (4) für ein Reduktionsmittel,
wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte umfasst:
- 10 a) Prüfen eines Füllstands des zumindest einen Speichers (11);
b) Prüfen eines aktuellen Abgasmassenstroms;
c) Zuführen von Reduktionsmittel, wenn der Füllstand des
zumindest einen Speichers (11) unterhalb eines Füllstand-
minimums liegt und der Abgasmassenstrom in einem Nied-
riglastbereich liegt.
- 15 2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei vor Schritt c) der in
Schritt b) geprüfte aktuelle Abgasmassenstrom mit einem Ener-
giemodell ausgewertet wird, um festzulegen, ob in Schritt c) Re-
duktionsmittel zugeführt wird.
- 20 3. Verfahren nach Patentanspruch 2, wobei vor Schritt c) der in
Schritt b) geprüfte aktuelle Abgasmassenstrom, sowie ein geprüfter
Einflusswert einer Heizung mit einem Energiemodell ausgewertet
werden, um festzulegen, ob in Schritt c) zumindest eine der fol-
genden Aktionen durchgeführt wird:
- 25 - Heizen zumindest des Abgasstromes oder des Reduktions-
mittels, und
- Zuführen von Reduktionsmittel.
- 30 4. Verfahren nach einem der Patentansprüche 2 oder 3, wobei in dem
Energiemodell eine Energiemenge mit berücksichtigt wird, die auf-
grund von zumindest einer chemischen oder physikalischen Reak-
tion entsteht, wenn eine Menge an Reduktionsmittel zugeführt
wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Abgasbehandlungsvorrichtung wenigstens eine Heizung (3) aufweist, wobei das Verfahren weiter umfasst:
- 5
- Prüfen der Abgastemperatur vor Schritt c);
 - Heizen zumindest des Abgasstroms oder des Reduktionsmittels mit der wenigstens einen Heizung (3), wenn die Abgastemperatur unterhalb einer minimalen Grenztemperatur liegt.
- 10
6. Verfahren nach Patentanspruch 5, wobei das Heizen mit der wenigstens einen Heizung (3) so erfolgt, dass die Abgastemperatur zwischen einer zur Reduktion notwendigen Mindesttemperatur und einer betriebssicheren Höchsttemperatur liegt.
- 15
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei das Reduktionsmittel flüssig zugeführt wird, wenn die Abgastemperatur mindestens gleich der Siedetemperatur des Reduktionsmittels oder höher ist.
- 20
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei das Zuführen von Reduktionsmittel unterbrochen wird, wenn der Abgasmassenstrom nicht mehr im Niedriglastbereich liegt oder der Füllstand des zumindest einen Speichers (11) oberhalb eines Füllstandmaximums liegt.
- 25
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Niedriglastbereich beim Leerlauf einer Abgase erzeugenden Verbrennungskraftmaschine (2) vorliegt.
- 30
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Niedriglastbereich der Verbrennungskraftmaschine (2) mittels eines Leerlauferkennungsmittels in Schritt b) erkannt wird.

11. Kraftfahrzeug (16) mit einer Verbrennungskraftmaschine (2) und einer Abgasbehandlungsvorrichtung (1), aufweisend zumindest einen Speicher (11) für ein Reduktionsmittel und zumindest eine Zuführungseinrichtung (4) für ein Reduktionsmittel sowie ein Steuergerät (17), wobei das Steuergerät (17) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Patentansprüche eingerichtet ist.
- 5

1/4

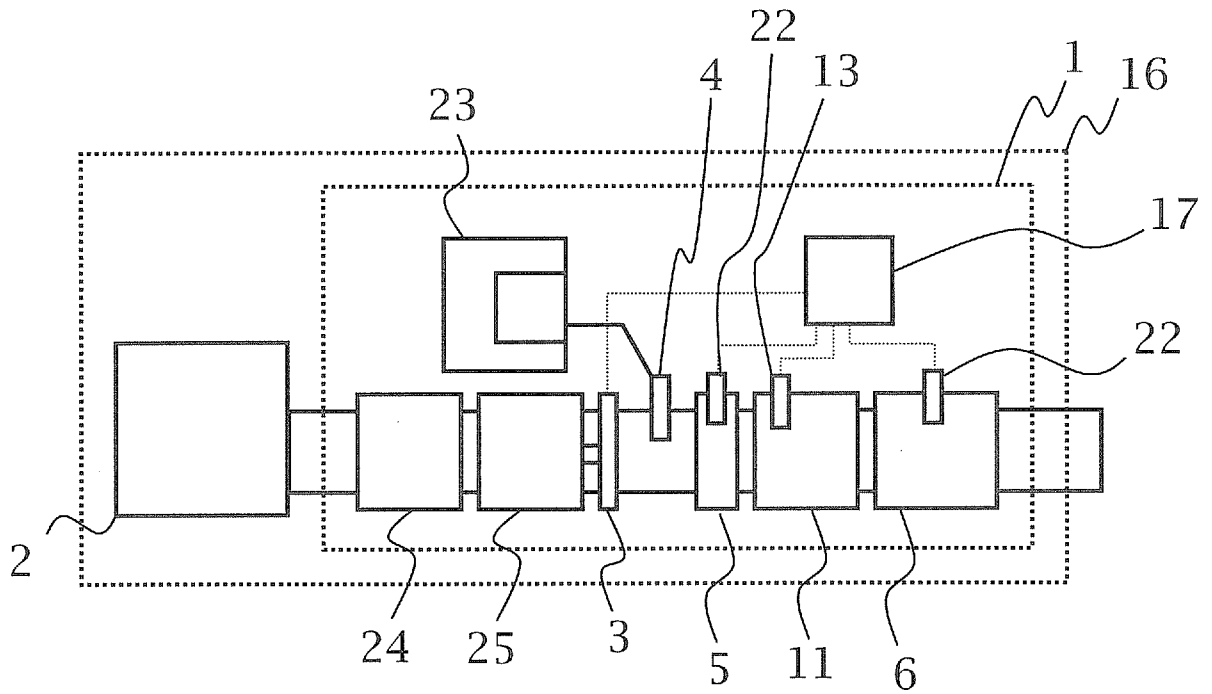


Fig. 1

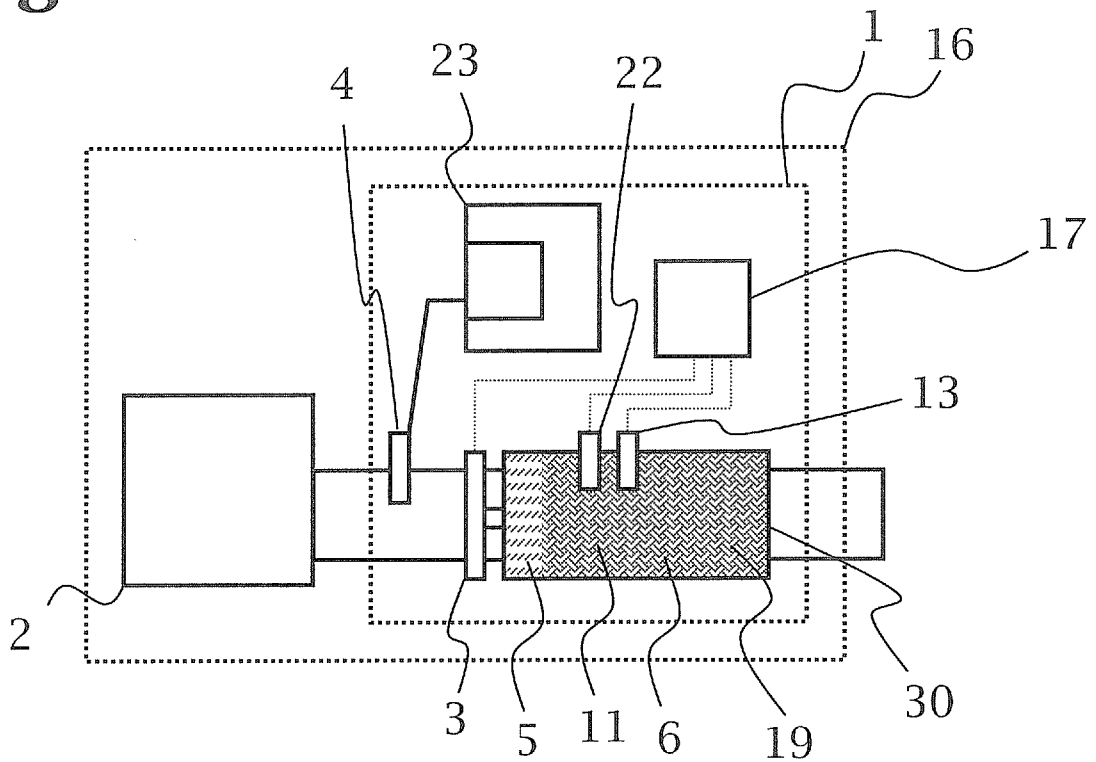


Fig. 2

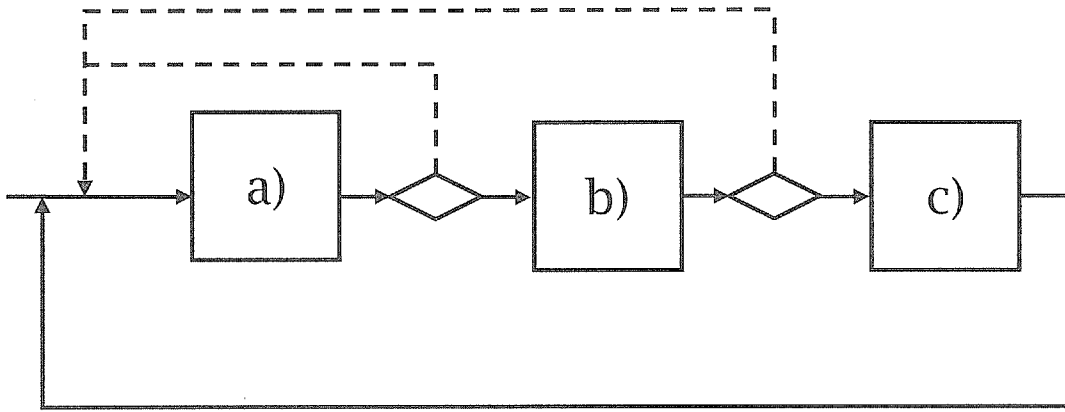


Fig. 3

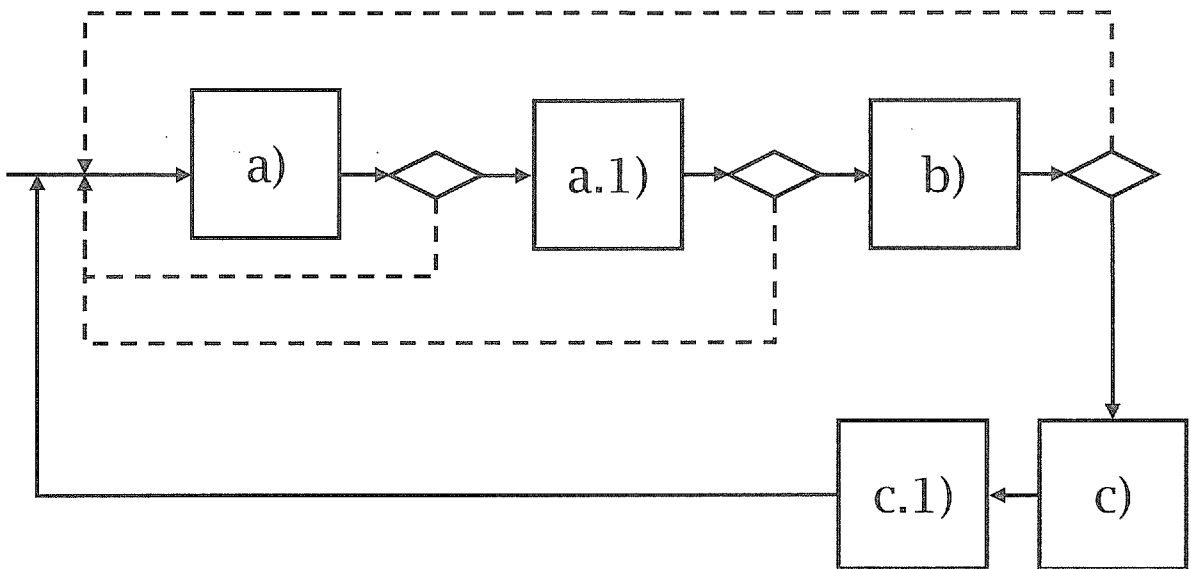


Fig. 4

3/4

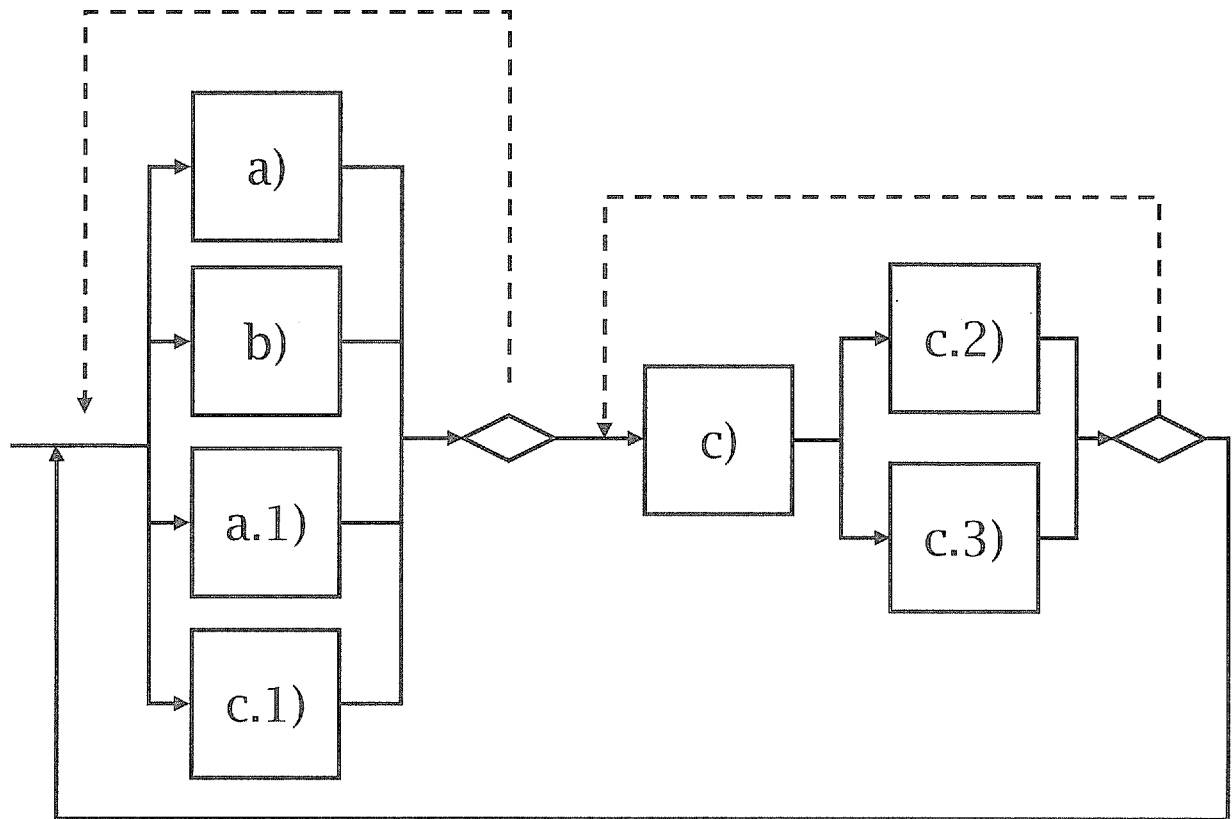


Fig. 5

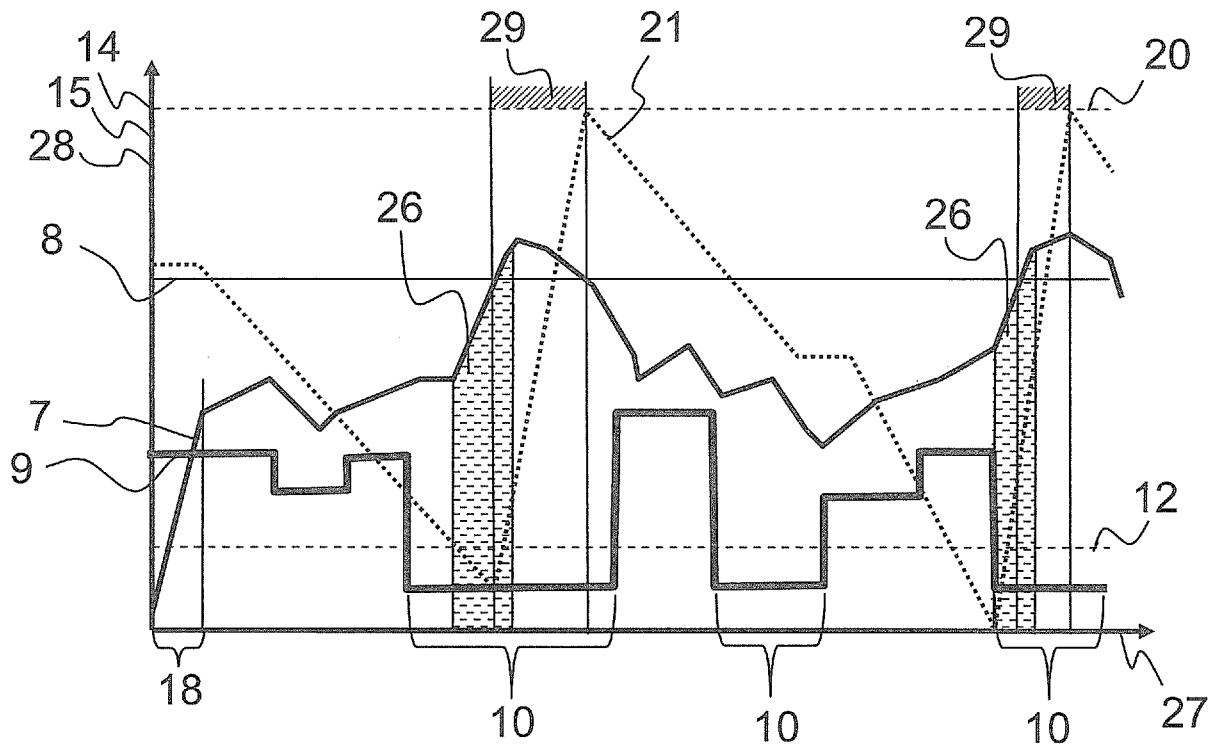


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/063912

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F01N3/20 F01N11/00 F01N3/08 B01D53/90 B01D53/94
 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 B01D

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 practical, search terms used)
 EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2007 040439 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 5 March 2009 (2009-03-05) paragraph [0005] paragraph [0025] - paragraph [0035]; figures 1,2,6	1-11
X	EP 2 180 157 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 28 April 2010 (2010-04-28) paragraph [0036] - paragraph [0039] paragraph [0053]; figures 1,3,5	1-11
E	EP 2 357 334 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 17 August 2011 (2011-08-17) paragraphs [0068], [0087], [0096], [0101], [0117], [0118], [0129] - [0133]; figures 1,5,15	1,11
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 28 November 2011	Date of mailing of the international search report 05/12/2011
---	--

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 Tortosa Masiá, A
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/063912

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/024390 A1 (WILLS JOAN M [US] ET AL) 4 February 2010 (2010-02-04) paragraphs [0091], [0108] - [0011], [0130] - [0132] -----	1,11
X	DE 10 2008 042763 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15 April 2010 (2010-04-15) paragraphs [0022], [0039] -----	1,11
X	US 2007/204600 A1 (KUBINSKI DAVID JOHN [US] ET AL) 6 September 2007 (2007-09-06) the whole document -----	1,11
X	WO 2008/138682 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; PRAKASH K G [IN]; LORENZ THOMAS [DE]) 20 November 2008 (2008-11-20) the whole document -----	1,11
A	WO 2006/003868 A1 (NISSAN DIESEL MOTOR CO [JP]; HIRATA KIMINOBU [JP]) 12 January 2006 (2006-01-12) abstract -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/063912

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007040439 A1	05-03-2009	CN 101790623 A	28-07-2010
		DE 102007040439 A1	05-03-2009
		EP 2181258 A1	05-05-2010
		JP 2010537117 A	02-12-2010
		RU 2010111842 A	10-10-2011
		US 2010326051 A1	30-12-2010
		WO 2009030346 A1	12-03-2009
EP 2180157 A2	28-04-2010	EP 2180157 A2	28-04-2010
		US 2010101214 A1	29-04-2010
EP 2357334 A1	17-08-2011	EP 2357334 A1	17-08-2011
		JP 2011163164 A	25-08-2011
		US 2011192148 A1	11-08-2011
US 2010024390 A1	04-02-2010	NONE	
DE 102008042763 A1	15-04-2010	DE 102008042763 A1	15-04-2010
		FR 2937089 A1	16-04-2010
US 2007204600 A1	06-09-2007	NONE	
WO 2008138682 A1	20-11-2008	AT 516426 T	15-07-2011
		CN 101680336 A	24-03-2010
		DE 102007022594 A1	27-11-2008
		EP 2156024 A1	24-02-2010
		US 2010170226 A1	08-07-2010
		WO 2008138682 A1	20-11-2008
WO 2006003868 A1	12-01-2006	JP 4290081 B2	01-07-2009
		JP 2006017043 A	19-01-2006
		WO 2006003868 A1	12-01-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01N3/20 F01N11/00 F01N3/08 B01D53/90 B01D53/94 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01N B01D		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2007 040439 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 5. März 2009 (2009-03-05) Absatz [0005] Absatz [0025] - Absatz [0035]; Abbildungen 1,2,6 -----	1-11
X	EP 2 180 157 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 28. April 2010 (2010-04-28) Absatz [0036] - Absatz [0039] Absatz [0053]; Abbildungen 1,3,5 -----	1-11
E	EP 2 357 334 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 17. August 2011 (2011-08-17) Absätze [0068], [0087], [0096], [0101], [0117], [0118], [0129] - [0133]; Abbildungen 1,5,15 ----- -/--	1,11
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
28. November 2011	05/12/2011	
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 Tortosa Masiá, A	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/024390 A1 (WILLS JOAN M [US] ET AL) 4. Februar 2010 (2010-02-04) Absätze [0091], [0108] - [0011], [0130] - [0132] -----	1,11
X	DE 10 2008 042763 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. April 2010 (2010-04-15) Absätze [0022], [0039] -----	1,11
X	US 2007/204600 A1 (KUBINSKI DAVID JOHN [US] ET AL) 6. September 2007 (2007-09-06) das ganze Dokument -----	1,11
X	WO 2008/138682 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; PRAKASH K G [IN]; LORENZ THOMAS [DE]) 20. November 2008 (2008-11-20) das ganze Dokument -----	1,11
A	WO 2006/003868 A1 (NISSAN DIESEL MOTOR CO [JP]; HIRATA KIMINOBU [JP]) 12. Januar 2006 (2006-01-12) Zusammenfassung -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/063912

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007040439 A1	05-03-2009	CN 101790623 A	28-07-2010
		DE 102007040439 A1	05-03-2009
		EP 2181258 A1	05-05-2010
		JP 2010537117 A	02-12-2010
		RU 2010111842 A	10-10-2011
		US 2010326051 A1	30-12-2010
		WO 2009030346 A1	12-03-2009

EP 2180157 A2	28-04-2010	EP 2180157 A2	28-04-2010
		US 2010101214 A1	29-04-2010

EP 2357334 A1	17-08-2011	EP 2357334 A1	17-08-2011
		JP 2011163164 A	25-08-2011
		US 2011192148 A1	11-08-2011

US 2010024390 A1	04-02-2010	KEINE	

DE 102008042763 A1	15-04-2010	DE 102008042763 A1	15-04-2010
		FR 2937089 A1	16-04-2010

US 2007204600 A1	06-09-2007	KEINE	

WO 2008138682 A1	20-11-2008	AT 516426 T	15-07-2011
		CN 101680336 A	24-03-2010
		DE 102007022594 A1	27-11-2008
		EP 2156024 A1	24-02-2010
		US 2010170226 A1	08-07-2010
		WO 2008138682 A1	20-11-2008

WO 2006003868 A1	12-01-2006	JP 4290081 B2	01-07-2009
		JP 2006017043 A	19-01-2006
		WO 2006003868 A1	12-01-2006
