

(19)



(11)

EP 4 545 762 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.04.2025 Patentblatt 2025/18

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01N 11/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24207921.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01N 11/00; F01N 2550/02; F01N 2560/02;
F01N 2560/021; F01N 2560/026; F01N 2900/08

(22) Anmeldetag: **21.10.2024**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(71) Anmelder: **AUDI AG**
85057 Ingolstadt (DE)

(72) Erfinder: **ODENDALL, Bodo**
85101 Lenting (DE)

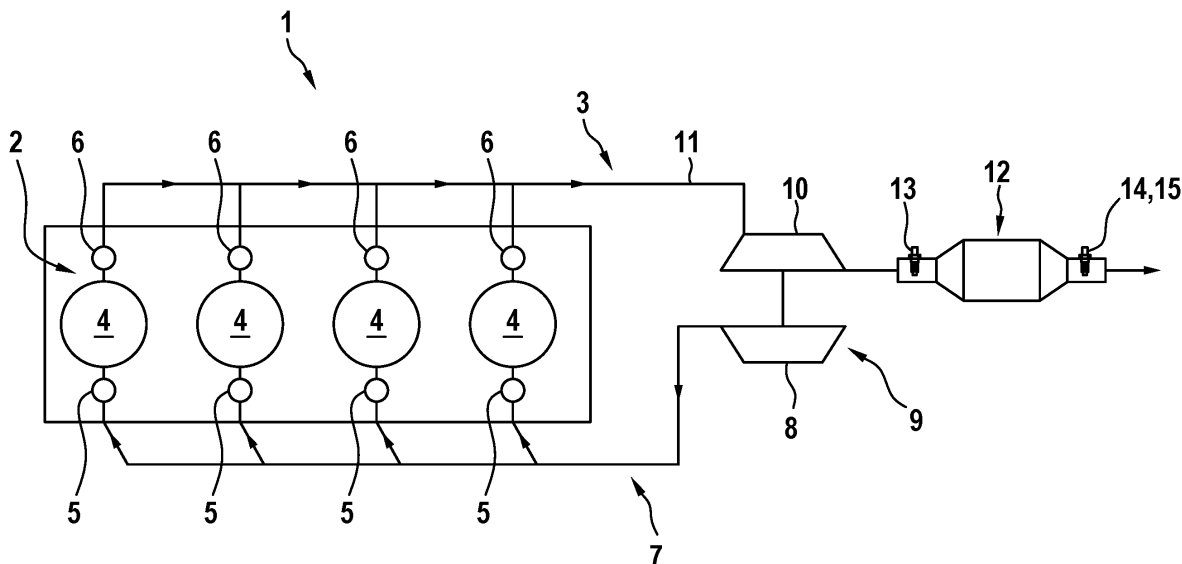
(74) Vertreter: **Dietz, Christopher Friedrich et al**
Gleiss Große Schrell und Partner mbB
Patentanwälte Rechtsanwälte
Leitzstraße 45
70469 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **27.10.2023 DE 102023210670**

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ANTRIEBSEINRICHTUNG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG, ANTRIEBSEINRICHTUNG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG SOWIE COMPUTERPROGRAMMPRODUKT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, die über ein Abgas erzeugendes Antriebsaggregat (2), eine als Fahrzeugkatalysator ausgestaltete Abgasnachbehandlungseinrichtung (12) zur Nachbehandlung des Abgases sowie einen stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (12) angeordneten, auf Stickoxid und Ammoniak reagierenden Schadstoffsensor (15) zum Ermitteln eines Schadstoffgehalts in dem Abgas verfügt, wobei das Ermitteln des Schadstoffgehalts aus einem

Messwert des Schadstoffsensors (15) und einem Sensoroffset erfolgt. Dabei ist vorgesehen, dass der Sensoroffset nur in einem ersten Betriebsbereich (16) des Antriebsaggregats (2) und ein Katalysatorzustandsparameter nur in einem von dem ersten Betriebsbereich (16) verschiedenen zweiten Betriebsbereich (17) des Antriebsaggregats (2) ermittelt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Antriebseinrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug sowie ein Computerprogrammprodukt.

Fig. 1**EP 4 545 762 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinrichtung für ein Kraftfahrzeug, die über ein Abgas erzeugendes Antriebsaggregat, eine als Fahrzeugkatalysator ausgestaltete Abgasnachbehandlungseinrichtung zur Nachbehandlung des Abgases sowie einen stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordneten, auf Stickoxid und Ammoniak reagierenden Schadstoffsensor zum Ermitteln eines Schadstoffgehalts in dem Abgas verfügt, wobei das Ermitteln des Schadstoffgehalts aus einem Messwert des Schadstoffsensors und einem Sensoroffset erfolgt. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Antriebseinrichtung für ein Kraftfahrzeug sowie ein Computerprogrammprodukt.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist beispielsweise die Druckschrift US 2023/0112942 A1 bekannt. Diese beschreibt Verfahren und Systeme zum Einstellen eines Ammoniaksensorausgangs unter Verwendung von Messwerten eines Stickoxidsensors, wobei der Stickoxidsensor eine Querempfindlichkeit für Ammoniak aufweist. Beispielsweise wird ein Verstärkungswert des Ammoniaksenors bestimmt und aktualisiert, während kein Stickoxid festgestellt wird, um einen korrigierten Ammoniaksensorausgangswert zu berechnen. Ein Offsetwert des Ammoniaksenors wird bestimmt und aktualisiert, während kein Ammoniak festgestellt wird, um den Ammoniaksensor auf null zu setzen, wenn kein Stickoxid festgestellt wird.

[0003] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinrichtung für ein Kraftfahrzeug vorzuschlagen, welches gegenüber bekannten Verfahren Vorteile aufweist, insbesondere eine genaue Ermittlung eines Zustands des Fahrzeugkatalysators ermöglicht.

[0004] Dies wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinrichtung für ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht. Dabei ist vorgesehen, dass der Sensoroffset nur in einem ersten Betriebsbereich des Antriebsaggregats und ein Katalysatorzustandsparameter nur in einem von dem ersten Betriebsbereich verschiedenen zweiten Betriebsbereich des Antriebsaggregats ermittelt wird.

[0005] Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Es wird darauf hingewiesen, dass die in der Beschreibung erläuterten Ausführungsbeispiele nicht beschränkend sind; vielmehr sind beliebige Variationen der in der Beschreibung, den Ansprüchen sowie den Figuren offenbarten Merkmale realisierbar.

[0006] Die Antriebseinrichtung dient dem Antreiben des Kraftfahrzeugs, insoweit also dem Bereitstellen eines auf das Antreiben des Kraftfahrzeugs gerichteten Antriebsdrehmoments. Zum Bereitstellen des Antriebsdrehmoments weist die Antriebseinrichtung das Antriebsaggregat auf. Das Antriebsaggregat liegt vorzugsweise als Brennkraftmaschine vor, insbesondere als Otto-

Brennkraftmaschine oder als Diesel-Brennkraftmaschine. Dem Antriebsaggregat werden während eines Betriebs der Antriebseinrichtung zumindest zeitweise Kraftstoff und Frischgas zugeführt, wobei das Frischgas zumindest zeitweise Frischluft enthält. Zusätzlich kann das Frischgas Abgas aufweisen, sofern eine Abgasrückführung realisiert ist, bei welcher das von dem Antriebsaggregat erzeugte Abgas zumindest teilweise wieder in das Antriebsaggregat zurückgeführt wird, nämlich als Bestandteil des Frischgases. Der Kraftstoff und das Frischgas, die dem Antriebsaggregat zugeführt werden, bilden ein Kraftstoff-Frischgas-Gemisch mit einer bestimmten Zusammensetzung, das in dem Antriebsaggregat zur Reaktion gebracht wird.

[0007] Während des Betriebs des Antriebsaggregats fällt aufgrund der chemischen Reaktion von Kraftstoff und Frischgas miteinander Abgas an, welches in Richtung einer Außenumgebung der Antriebseinrichtung beziehungsweise des Kraftfahrzeugs abgeführt wird. Da in dem von dem Antriebsaggregat erzeugten Abgas Schadstoffe enthalten sind, wird das Abgas vor dem Entlassen in die Außenumgebung zunächst der Abgasnachbehandlungseinrichtung zugeführt. In der Abgasnachbehandlungseinrichtung werden die Schadstoffe zumindest teilweise in ungefährlichere Produkte umgesetzt. Erst nach dem Durchlaufen der Abgasnachbehandlungseinrichtung wird das Abgas in die Außenumgebung abgeführt.

[0008] Die Abgasnachbehandlungseinrichtung liegt als Fahrzeugkatalysator vor, bevorzugt als Drei-Wege-Katalysator. Der Fahrzeugkatalysator kann mit einem Partikelfilter integriert ausgestaltet sein. Zu diesem Zweck ist zum Beispiel der Partikelfilter mit einer katalytischen Beschichtung versehen. Eine Umwandlungsrate und damit die Konvertierungsleistung der Abgasnachbehandlungseinrichtung, mit welcher die Schadstoffe in die ungefährlicheren Produkte umgesetzt werden, hängen insbesondere von der Zusammensetzung des der Abgasnachbehandlungseinrichtung zugeführten Abgases und/oder von einer Sauerstoffbeladung der Abgasnachbehandlungseinrichtung ab, welche wiederum in Zusammenhang mit der Zusammensetzung des Abgases steht. Vorzugsweise hängt die Konvertierungsleistung zudem von dem Katalysatorzustandsparameter ab, welcher den Zustand des Fahrzeugkatalysators beschreibt.

[0009] Zum Betreiben der Antriebseinrichtung werden bevorzugt unter anderem ein erstes Verbrennungsluftverhältnis und ein zweites Verbrennungsluftverhältnis herangezogen. Das erste Verbrennungsluftverhältnis entspricht einem Verbrennungsluftverhältnis in dem Abgas stromaufwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung, also strömungstechnisch zwischen dem Antriebsaggregat und der Abgasnachbehandlungseinrichtung. Das zweite Verbrennungsluftverhältnis ist ein stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung in dem Abgas vorliegendes Verbrennungsluftverhältnis. Das erste Verbrennungsluftverhältnis wird bevorzugt mithilfe einer ersten Lambdasonde und das zweite Verbren-

nungsluftverhältnis mithilfe einer zweiten Lambdasonde gemessen. Hierzu ist die erste Lambdasonde stromaufwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung und die zweite Lambdasonde stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet.

[0010] Beispielsweise werden die beiden Verbrennungsluftverhältnisse, also das erste Verbrennungsluftverhältnis und das zweite Verbrennungsluftverhältnis, zum Durchführen einer Lambdaeigeldung herangezogen. Hierbei wird insbesondere die Zusammensetzung des Kraftstoff-Frischgas-Gemischs anhand des ersten Verbrennungsluftverhältnisses eingestellt, wohingegen das zweite Verbrennungsluftverhältnis zur Korrektur des ersten Verbrennungsluftverhältnisses im Rahmen einer Trimmregelung verwendet wird. Letztlich wird das Kraftstoff-Frischgas-Gemisch beziehungsweise seine Zusammensetzung also zumindest zeitweise in Abhängigkeit von dem ersten Verbrennungsluftverhältnis und dem zweiten Verbrennungsluftverhältnis eingestellt.

[0011] Aufgrund der stetig strenger werdenden Vorschriften für die Abgasemission muss diese immer genauer überwacht werden. Daher ist der Schadstoffsensord vorgesehen, insbesondere zusätzlich zu den beiden Lambdasonden, welcher auf Stickoxid und Ammoniak reagiert. Vorzugsweise ist der Schadstoffsensord ein Stickoxidsensord, der eine Querempfindlichkeit für Ammoniak aufweist. Der Messwert des Stickoxidsensors wird daher sowohl von dem Stickoxidgehalt als auch von dem Ammoniakgehalt in dem Abgas beeinflusst. Insbesondere resultiert aus dem Messwert des Stickoxidsensors eine Summe aus dem Stickoxidgehalt und dem Ammoniakgehalt, die in dem Abgas stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung vorliegen. Unter dem Stickoxid wird hierbei insbesondere nur Stickstoffmonoxid, nur Stickstoffdioxid oder - bevorzugt - sowohl Stickstoffmonoxid als auch Stickstoffdioxid verstanden, also die Gesamtheit aus Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid. Der Schadstoffsensord ist stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet, misst also den Schadstoffgehalt in dem Abgas stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung.

[0012] Mithilfe des Schadstoffsensors wird der Schadstoffgehalt ermittelt, nämlich unter Verwendung des Messwerts des Schadstoffsensors. Zusätzlich wird der Sensoroffset berücksichtigt, welcher eine Abweichung des Messwerts von dem tatsächlichen Schadstoffgehalt möglichst präzise beschreibt. Insbesondere ist der Schadstoffgehalt gleich einer Summe aus dem Messwert des Schadstoffsensors und dem Sensoroffset oder der Schadstoffgehalt ergibt sich aus dem Messwert abzüglich des Sensoroffsets. In jedem Fall liegt der Schadstoffgehalt als Funktion des Messwerts und des Sensoroffsets vor. Der Schadstoffgehalt beziehungsweise der jeweilige Gehalt ist eine Gehaltsangabe beziehungsweise Gehaltsgröße und gibt den Gehalt des jeweiligen Stoffs, insbesondere des Schadstoffs, an dem Abgas an. Die Gehaltsangabe liegt beispielsweise als Massenanteil, Stoffmengenanteil oder Volumenanteil vor. Sie kann je-

doch auch als Massenkonzentration, Stoffmengenkonzentration oder Volumenkonzentration angegeben sein.

[0013] Aus dem Schadstoffgehalt wird der Katalysatorzustandsparameter ermittelt, welcher den Zustand des Fahrzeugkatalysators beschreibt, insbesondere seine Konvertierungsleistung. Bei dem Katalysatorzustandsparameter handelt es sich insbesondere um einen Parameter, welcher lediglich periodisch bestimmt wird, also nicht permanent zur Verfügung stehen muss. Beispielsweise beschreibt der Katalysatorzustandsparameter eine alterungsbedingte Veränderung des Fahrzeugkatalysators, also eine aufgrund des Alters beziehungsweise aufgrund altersbedingter Einflüsse veränderte, insbesondere reduzierte Konvertierungsleistung. Der Katalysatorzustandsparameter wird insoweit lediglich periodisch bestimmt.

[0014] Vorzugsweise dient der Katalysatorzustandsparameter als Eingangsgröße für ein Katalysatormodell, mittels welchem aus einem Eingangsgehalt ein Ausgangsgehalt wenigstens einer Abgaskomponente ermittelt wird. Der Eingangsgehalt liegt hierbei stromaufwärts und der Ausgangsgehalt stromabwärts des Fahrzeugkatalysators in dem Abgas vor. Bevorzugt wird das Katalysatormodell während eines Betriebs des Antriebsaggregats durchgehend zum Ermitteln des Ausgangsgehalts aus dem Eingangsgehalt verwendet. Als Eingangsgehalt wird insbesondere ein Gehalt der wenigstens einen Abgaskomponente in Rohemissionen des Antriebsaggregats verstanden. Die Rohemissionen beziehungsweise der Eingangsgehalt kann mittels eines Sensors gemessen oder mithilfe eines Modells bestimmt werden.

[0015] Anhand des Messwerts beziehungsweise des aus diesem ermittelten Schadstoffgehalts kann jedoch nicht zwischen einer Veränderung des Schadstoffgehalts aufgrund des sich verändernden Katalysatorzustandsparameters und einer Veränderung des Sensoroffsets unterschieden werden. So kann der Schadstoffsensord einen hohen Schadstoffgehalt und folglich eine geringe Konvertierungsleistung sowohl anzeigen, wenn ein entsprechender Sensoroffset vorliegt, als auch wenn die Konvertierungsleistung tatsächlich gering ist. Der gemessene Schadstoffgehalt lässt von sich aus keinen Rückschluss auf den Hintergrund des Messwerts zu.

[0016] Aus diesem Grund ist es vorgesehen, verschiedene Betriebsbereich des Antriebsaggregats zu unterscheiden und in Abhängigkeit von dem jeweiligen Betriebsbereich des Antriebsaggregats entweder den Sensoroffset oder den Katalysatorzustandsparameter zu ermitteln, nicht jedoch die jeweils andere Größe. Genauer gesagt werden zwei Betriebsbereiche des Antriebsaggregats definiert, wobei in dem ersten Betriebsbereich der Sensoroffset und in dem zweiten Betriebsbereich der Katalysatorzustandsparameter ermittelt wird. Anders ausgedrückt wird in dem ersten Betriebsbereich nur der Sensoroffset, nicht jedoch der Katalysatorzustandsparameter und in dem zweiten Betriebsbereich nur der Katalysatorzustandsparameter, nicht jedoch der Sensoroffset bestimmt. Das bedeutet, dass der Sensoroffset

nur in dem ersten Betriebsbereich und der Katalysatorzustandsparameter nur in dem zweiten Betriebsbereich ermittelt wird. Die beiden Betriebsbereiche sind voneinander verschieden. Hierunter ist zu verstehen, dass wenigstens ein sie beschreibender Parameter in den beiden Betriebsbereich unterschiedliche Werte aufweist. Insbesondere überlappen sich die beiden Betriebsbereiche hinsichtlich des Parameters nicht, sondern grenzen allenfalls aneinander an oder sind - bevorzugt - voneinander beabstandet.

[0017] Der erste Betriebsbereich ist derart gewählt, dass in ihm keine oder lediglich eine geringere Abhängigkeit des Schadstoffgehalts beziehungsweise des Messwerts von dem Katalysatorzustandsparameter vorliegt als in dem zweiten Betriebsbereich. Umgekehrt ist der zweite Betriebsbereich derart gewählt, dass der Schadstoffgehalt beziehungsweise der Messwert in ihm eine stärkere Abhängigkeit von dem Katalysatorzustandsparameter zeigt als in dem ersten Betriebsbereich. Somit ist der mithilfe des Schadstoffsensors gemessene Schadstoffgehalt beziehungsweise seine Veränderung in dem ersten Betriebsbereich eindeutig dem Sensoroffset und in dem zweiten Betriebsbereich eindeutig dem Katalysatorzustandsparameter zuzuordnen. Hierdurch wird sowohl eine genaue Bestimmung des Sensoroffsets als auch eine präzise Erkennung auf den Zustand des Fahrzeugkatalysators ermöglicht.

[0018] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der erste Betriebsbereich und der zweite Betriebsbereich durch wenigstens einen der folgenden Betriebsparameter charakterisiert sind: ein stromaufwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung vorliegendes erstes Verbrennungsluftverhältnis in dem Abgas, ein stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung vorliegendes zweites Verbrennungsluftverhältnis in dem Abgas, ein Massenstrom des Abgases, ein Massenstromgradient des Abgases und eine Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung. Es kann vorgesehen sein, dass lediglich einer der genannten Betriebsparameter zur Charakterisierung der beiden Betriebsbereiche herangezogen wird. Vorzugsweise kommen jedoch mehrere oder sogar alle der genannten Parameter zum Einsatz.

[0019] Das erste Verbrennungsluftverhältnis wird mittels der bereits erwähnten ersten Lambdasonde ermittelt, das zweite Verbrennungsluftverhältnis mithilfe der zweiten Lambdasonde. Das erste Verbrennungsluftverhältnis liegt für den ersten Betriebsbereich in einem ersten Bereich und für den zweiten Betriebsbereich in einem zweiten Bereich. Analog hierzu liegt das zweite Verbrennungsluftverhältnis für den ersten Betriebsbereich in einem (weiteren) ersten Bereich und für den zweiten Betriebsbereich in einem (weiteren) zweiten Bereich. Der Massenstrom beschreibt diejenige Abgasmenge pro Zeiteinheit, welche die Abgasnachbehandlungseinrichtung durchströmt. Der Massenstrom ist insoweit ein Durchsatz des Abgases durch die Abgasnachbehandlungseinrichtung. Der Massenstromgradient beschreibt eine Veränderung des Massenstroms über der Zeit. Die

Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung wird vorzugsweise mittels eines Sensors gemessen. Sie kann jedoch selbstverständlich auch mithilfe eines Temperaturmodells ermittelt werden.

[0020] Der Massenstrom des Abgases liegt für den ersten Betriebsbereich in einem ersten Massenstrombereich und für den zweiten Betriebsbereich in einem zweiten Massenstrombereich. Der Massenstromgradient liegt für den ersten Betriebsbereich in einem ersten Massenstromgradientenbereich und für den zweiten Betriebsbereich in einem zweiten Massenstromgradientenbereich. Die Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung liegt für den ersten Betriebsbereich in einem ersten Temperaturbereich und für den zweiten Betriebsbereich in einem zweiten Temperaturbereich. Die Verwendung der genannten Betriebsparameter ermöglicht eine gezielte Differenzierung zwischen den Betriebsbereichen.

[0021] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Betriebsparameter ein erster Betriebsparameter ist, der für den ersten Betriebsbereich und den zweiten Betriebsbereich verschiedene Wertebereiche umfasst, und ein aus den Betriebsparametern ausgewählter zweiter Betriebsparameter für den ersten Betriebsbereich und den zweiten Betriebsbereich identische Wertebereiche umfasst. Es wurde bereits erwähnt, dass mehrere der genannten Betriebsparameter zur Charakterisierung der Betriebsbereiche herangezogen werden können. Vorzugsweise sind die beiden Betriebsbereiche hinsichtlich des ersten Betriebsparameters hierbei voneinander verschieden, stimmen jedoch für den zweiten Betriebsparameter überein. Hierunter ist zu verstehen, dass in den beiden Betriebsbereichen der erste Betriebsparameter in unterschiedlichen Wertebereichen liegt, die Wertebereiche für den zweiten Betriebsparameter jedoch übereinstimmen. Anders ausgedrückt, unterscheiden sich die Bedingungen zwischen den Betriebsbereichen für den ersten Betriebsparameter, während sie für den zweiten Betriebsparameter identisch sind.

[0022] Der erste Betriebsparameter ist beispielsweise der Massenstrom des Abgases, wohingegen als zweiter Betriebsparameter ein von dem Massenstrom verschiedener Betriebsparameter der genannten Betriebsparameter herangezogen wird. Es kann vorgesehen sein, dass mehrere zweite Betriebsparameter verwendet werden, die jeweils für die beiden Betriebsbereiche in identischen Wertebereichen liegen. Besonders bevorzugt wird hierbei wiederum der Massenstrom als erster Betriebsparameter verwendet, welcher für die beiden Betriebsbereiche in voneinander verschiedenen Wertebereichen liegt. Für die zweiten Betriebsparameter zeichnen sich die Betriebsbereiche hingegen durch identische Wertebereiche aus. Mit der beschriebenen Vorgehensweise wird sichergestellt, dass der Katalysatorzustandsparameter zuverlässig ermittelt wird.

[0023] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass auf den ersten Betriebsbereich und/oder den zweiten Betriebsbereich erkannt wird, insbesondere nur dann

oder genau dann, falls der Massenstrom des Abgases innerhalb eines jeweiligen bestimmten Massenstrombereichs liegt. Der Massenstrom ist der momentane Massenstrom des Abgases durch die Abgasnachbehandlungseinrichtung. Hierunter ist zu verstehen, dass der Massenstrom für den ersten Betriebsbereich in einem dem ersten Betriebsbereich zugeordneten Massenstrombereich und für den zweiten Betriebsbereich in einem dem zweiten Betriebsbereich zugeordneten Massenstrombereich liegt. Der dem ersten Betriebsbereich zugeordnete Massenstrombereich kann auch als erster Massenstrombereich und der dem zweiten Betriebsbereich zugeordnete Massenstrombereich als zweiter Massenstrombereich bezeichnet werden. Die beiden Massenstrombereiche sind vorzugsweise voneinander verschieden, insbesondere überlappen sie einander nicht. Sie grenzen somit beispielsweise unmittelbar aneinander an oder sind - bevorzugt - voneinander beabstandet.

[0024] Vorzugsweise umfasst der erste Massenstrombereich kleinere Werte als der zweite Massenstrombereich, liegt also unter diesem. Beispielsweise ist der erste Massenstrombereich kleiner als der zweite Massenstrombereich, beispielsweise beträgt ein Umfang des ersten Massenstrombereichs höchstens 60 %, höchstens 50 % oder höchstens 40 % eines Umfangs des zweiten Massenstrombereichs. Ein Abstand zwischen den Massenstrombereichen beträgt bevorzugt mindestens 30 %, mindestens 20 % oder mindestens 10 % des Umfangs des ersten Massenstrombereichs und/oder mindestens 20 %, mindestens 10 % oder mindestens 7,5 % des Umfangs des zweiten Massenstrombereichs.

[0025] Beispielsweise wird als erster Massenstrombereich ein Bereich von mehr als 0 kg/h bis höchstens 225 kg/h, von mindestens 5 kg/h bis höchstens 200 kg/h oder von mindestens 10 kg/h bis höchstens 175 kg/h verwendet. Als zweiter Massenstrombereich wird bevorzugt ein Bereich von mindestens 225 kg/h, mindestens 250 kg/h oder mindestens 275 kg/h verwendet. Zusätzlich kann der zweite Massenstrombereich höchstens 700 kg/h, höchstens 600 kg/h oder höchstens 500 kg/h betragen. Diese Vorgehensweise ermöglicht das Ermitteln des Sensoroffsets und des Katalysatorzustandsparameters mit hoher Genauigkeit.

[0026] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass auf den ersten Betriebsbereich und/oder den zweiten Betriebsbereich erkannt wird, insbesondere nur dann oder genau dann, falls zumindest eine der nachfolgenden Bedingungen erfüllt ist: das erste Verbrennungsluftverhältnis liegt innerhalb eines jeweiligen bestimmten ersten Verbrennungsluftverhältnissbereichs, das zweite Verbrennungsluftverhältnis liegt innerhalb eines jeweiligen bestimmten zweiten Verbrennungsluftverhältnissbereichs, der Massenstromgradient liegt innerhalb eines jeweiligen bestimmten Gradientenbereichs und die Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung liegt innerhalb eines jeweiligen bestimmten Temperaturbereichs.

[0027] Auf die Verwendung des ersten Verbrennungs-

luftverhältnisses und/oder des zweiten Verbrennungsluftverhältnisses zur Charakterisierung der Betriebsbereiche wurde bereits hingewiesen. Die beiden Verbrennungsluftverhältnissbereiche, also der erste Verbrennungsluftverhältnissbereich und der zweite Verbrennungsluftverhältnissbereich, sind unabhängig voneinander gewählt, können jedoch überlappen. Es kann vorgesehen sein, dass die Verbrennungsluftverhältnisse für die Betriebsbereiche jeweils separat betrachtet werden. Es wird also von dem Vorliegen des ersten Betriebsbereichs ausgegangen, sofern das erste Verbrennungsluftverhältnis innerhalb eines dem ersten Betriebsbereich zugeordneten ersten Verbrennungsluftverhältnissbereichs und/oder das zweite Verbrennungsluftverhältnis innerhalb eines dem ersten Betriebsbereich zugeordneten zweiten Verbrennungsluftverhältnissbereichs liegt.

[0028] Zusätzlich oder alternativ wird von dem Vorliegen des zweiten Betriebsbereichs ausgegangen, sofern das erste Verbrennungsluftverhältnis innerhalb eines dem zweiten Betriebsbereich zugeordneten ersten Verbrennungsluftverhältnissbereichs und/oder das zweite Verbrennungsluftverhältnis innerhalb eines dem zweiten Betriebsbereich zugeordneten zweiten Verbrennungsluftverhältnissbereichs liegt. Es kann vorgesehen sein, dass die Verbrennungsluftverhältnissbereiche für beide Betriebsbereiche identisch sind. Es wird also von dem Vorliegen sowohl des ersten Betriebsbereichs als auch des zweiten Betriebsbereichs ausgegangen, sofern das erste Verbrennungsluftverhältnis in den ersten Verbrennungsluftverhältnissbereich und/oder das zweite Verbrennungsluftverhältnis in dem zweiten Verbrennungsluftverhältnissbereich liegt und eventuelle weitere Bedingungen erfüllt sind.

[0029] Als erster Verbrennungsluftverhältnissbereich wird beispielsweise ein Bereich von mindestens 0,95 und höchstens 1,05, mindestens 0,97 und höchstens 1,03 oder mindestens 0,98 und höchstens 1,02 verwendet, vorzugsweise für beide Betriebsbereiche. Für das zweite Verbrennungsluftverhältnis wird vorzugsweise eine Nernstspannung von mindestens 0,68 V bis höchstens 0,75 V, von mindestens 0,69 V bis höchstens 0,74 V oder von mindestens 0,70 V bis höchstens 0,73 V beziehungsweise das dieser Nernstspannung entsprechende Verbrennungsluftverhältnis herangezogen, vorzugsweise ebenfalls für beide Betriebsbereiche.

[0030] Der Massenstromgradient ist der Gradient des Massenstroms des Abgases über der Zeit, also die erste Ableitung des Massenstroms. Der erste Massenstromgradientenbereich und der zweite Massenstromgradientenbereich sind vorzugsweise identisch und betragen höchstens 40 kg/h/s, höchstens 30 kg/h/s oder höchstens 25 kg/h/s. Die Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung ist beispielsweise eine Temperatur eines Wabenkörpers der Abgasnachbehandlungseinrichtung, durch welchen das Abgas zur Abgasnachbehandlung geführt wird, oder eine Temperatur eines Gehäuses der Abgasnachbehandlungseinrichtung, in welchem der Wabenkörper angeordnet ist. Der Wabenkörper ist ins-

besondere mit der katalytischen Beschichtung versehen. Es wird nur dann auf den jeweiligen Betriebsbereich erkannt, sofern die jeweilige Größe innerhalb dem jeweiligen Bereich liegt. Bevorzugt ist es notwendig, dass dies für mehrere oder sogar alle der genannten Größen gilt. Erneut wird hierdurch eine besonders hohe Genauigkeit erzielt.

[0031] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass davon ausgegangen wird, dass der erste Betriebsbereich und/oder der zweite Betriebsbereich vorliegt, insbesondere nur dann oder genau dann, falls die jeweilige Bedingung über eine jeweilige Zeitspanne hinweg erfüllt ist. Für jede der genannten Bedingungen, welche zum Prüfen des jeweiligen Betriebsbereich herangezogen wird, ist also eine jeweilige Zeitspanne definiert. Erst wenn die entsprechende Bedingung über diese Zeitspanne hinweg zutrifft, wird die Bedingung als erfüllt angesehen. Hierdurch wird das Erkennen auf den jeweiligen Betriebsbereich verhindert, falls die jeweilige Größe lediglich über einen kurzen Zeitraum hinweg in dem geforderten Bereich liegt. So wird eine Beeinflussung durch instationäres Verhalten des Antriebsaggregats verhindert und eine hohe Genauigkeit erzielt.

[0032] Besonders bevorzugt gilt, dass auf den ersten Betriebsbereich erkannt und der Sensoroffset ermittelt wird, insbesondere nur dann oder genau dann, falls eine oder mehrere der nachfolgend genannten Bedingungen zutreffen, insbesondere alle der genannten Bedingungen:

- Das erste Verbrennungsluftverhältnis liegt über eine erste Zeitspanne hinweg innerhalb des dem ersten Betriebsbereich zugeordneten bestimmten ersten Verbrennungsluftverhältnissbereichs,
- das zweite Verbrennungsluftverhältnis liegt über eine zweite Zeitspanne hinweg innerhalb des dem ersten Betriebsbereich zugeordneten bestimmten zweiten Verbrennungsluftverhältnissbereichs,
- der Massenstrom des Abgases liegt über eine dritte Zeitspanne hinweg innerhalb des dem ersten Betriebsbereich zugeordneten bestimmten Massenstrombereichs,
- der Massenstromgradient liegt über eine vierte Zeitspanne hinweg innerhalb des dem ersten Betriebsbereich zugeordneten bestimmten Gradientenbereichs, sowie
- die Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung liegt über eine fünfte Zeitspanne hinweg innerhalb des dem ersten Betriebsbereich zugeordneten bestimmten Temperaturbereichs.

[0033] Zusätzlich oder alternativ wird auf den zweiten Betriebsbereich erkannt und der Sensoroffset ermittelt wird, insbesondere nur dann oder genau dann, falls eine

oder mehrere der nachfolgend genannten Bedingungen zutreffen, insbesondere alle der genannten Bedingungen:

- 5 - Das erste Verbrennungsluftverhältnis liegt über eine erste Zeitspanne hinweg innerhalb des dem zweiten Betriebsbereich zugeordneten bestimmten ersten Verbrennungsluftverhältnissbereichs,
- 10 - das zweite Verbrennungsluftverhältnis liegt über eine zweite Zeitspanne hinweg innerhalb des dem zweiten Betriebsbereich zugeordneten bestimmten zweiten Verbrennungsluftverhältnissbereichs,
- 15 - der Massenstrom des Abgases liegt über eine dritte Zeitspanne hinweg innerhalb des dem zweiten Betriebsbereich zugeordneten bestimmten Massenstrombereichs,
- 20 - der Massenstromgradient liegt über eine vierte Zeitspanne hinweg innerhalb des dem zweiten Betriebsbereich zugeordneten bestimmten Gradientenbereichs, sowie
- 25 - die Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung liegt über eine fünfte Zeitspanne hinweg innerhalb des dem zweiten Betriebsbereich zugeordneten bestimmten Temperaturbereichs.

30 **[0034]** Vorzugsweise werden folgende Zeitspannen verwendet: die erste Zeitspanne weist eine Länge von vorzugsweise mindestens 1 s, mindestens 2 s oder mindestens 3 s auf. Zusätzlich oder alternativ weist die zweite Zeitspanne eine Länge von mindestens 2 s, mindestens 3 s oder mindestens 4 s auf. Die dritte Zeitspanne kann eine Länge von 0 s aufweisen, zusätzlich oder alternativ ebenso die vierte Zeitspanne. Die dritte Zeitspanne und/oder die vierte Zeitspanne können jedoch auch länger als 0 s sein, insbesondere eine Länge von mindestens 1 s, mindestens 2 s oder mindestens 3 s aufweisen. Die fünfte Zeitspanne weist zum Beispiel eine Länge von mindestens 2 s, mindestens 3 s oder mindestens 4 s auf.

45 **[0035]** Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der erste Verbrennungsluftverhältnissbereich und/oder der zweite Verbrennungsluftverhältnissbereich jeweils ein stöchiometrisches Verbrennungsluftverhältnis enthalten. Unter dem stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis wird dasjenige Verbrennungsluftverhältnis verstanden, bei welchem der in dem Kraftstoff-Frischgas-Gemisch enthaltene Kraftstoff sowie das in ihm enthaltene Frischgas vollständig miteinander reagieren. Das stöchiometrische Verbrennungsluftverhältnis liegt bei $\lambda = 1$ vor. Beispielsweise ist zumindest einer der Verbrennungsluftverhältnissbereiche symmetrisch bezüglich des stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnisses, das stöchiometrische Verbrennungsluftverhältnis liegt insoweit mittig in ihm vor. Insbesondere gilt dies

für den ersten Verbrennungsverhältnisbereich, optional jedoch auch für den zweiten Verbrennungsluftverhältnisbereich. Die beschriebene Vorgehensweise ermöglicht das Erzielen einer hohen Genauigkeit bei dem Bestimmen des Sensoroffsets und des Katalysatorzustandsparameters.

[0036] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass als Temperaturbereich ein über einer Light Off-Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung liegender Temperaturbereich verwendet wird, insbesondere für beide Betriebsbereiche. Unter der Light Off-Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung ist diejenige Temperatur zu verstehen, ab welcher die Abgasnachbehandlungseinrichtung eine Konvertierungsleistung von 50 % für die umzuwandelnden Schadstoffe aufweist, insbesondere für das Stickoxid. Um sicherzustellen, dass die Konvertierungsleistung der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Stickoxid hinreichend ist, um den Sensoroffset mit guter Genauigkeit zu ermitteln, wird der Temperaturbereich so gewählt, dass eine untere Grenze über der Light Off-Temperatur liegt. Vorzugsweise wird der Temperaturbereich nach unten, also in Richtung kleinerer Temperaturen, von einer unteren Grenze begrenzt, welche mindestens 50 K, mindestens 100 K oder mindestens 150 K größer ist als die Light Off-Temperatur. Beispielsweise beträgt die untere Grenze mindestens 450 °C, mindestens 500 °C oder mindestens 550 °C. Mit dieser Vorgehensweise werden die bereits genannten Vorteile erzielt.

[0037] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass als zweite Lambdasonde eine in den Schadstoffsensor integrierte Lambdasonde verwendet wird. Der Schadstoffsensor, mittels welchem der Stickoxidgehalt und/oder der Ammoniakgehalt gemessen wird, dient insoweit zusätzlich auch zum Messen des zweiten Verbrennungsluftverhältnisses. Hierzu ist eine entsprechende Ausgestaltung des Schadstoffsensors beziehungsweise der Lambdasonde umgesetzt. Hierdurch wird eine besonders kompakte Ausgestaltung erreicht.

[0038] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass als erste Lambdasonde eine Breitbandlambdasonde und als zweite Lambdasonde eine Sprunglambdasonde verwendet wird. Die Breitbandlambdasonde ermöglicht das Erfassen des Restsauerstoffgehalts beziehungsweise des entsprechenden Verbrennungsluftverhältnisses über einen weiteren Messbereich hinweg als die Sprunglambdasonde. Die Breitbandlambdasonde wird vorzugsweise zum Durchführen der bereits erwähnten Lambdaregelung und entsprechend zum Einstellen der Zusammensetzung des Kraftstoff-Frischgas-Gemischs verwendet, mit welchem das Antriebsaggregat betrieben wird. Die Sprunglambdasonde weist einen schmalen Messbereich auf als die Breitbandlambdasonde, insbesondere wird sie (nur) für eine Erkennung eines Verbrennungsluftverhältnisses von $\lambda = 1$ herangezogen. Allerdings ist die Messgenauigkeit der Sprunglambdasonde höher als die der Breitbandlambdasonde. Abweichungen und Fehler der Breitbandlambdasonde

werden vorzugsweise mithilfe der Trimmregelung beziehungsweise unter Verwendung der Sprunglambdasonde zumindest teilweise ausgeglichen. Hierdurch wird das Einstellen der Zusammensetzung des Kraftstoff-Frischgas-Gemischs mit hoher Genauigkeit realisiert.

[0039] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass zum Bestimmen des Katalysatorzustandsparameters das Antriebsaggregat zunächst in dem ersten Betriebsbereich betrieben wird, um den Sensoroffset zu ermitteln, und anschließend durch Betreiben des Antriebsaggregats in dem zweiten Betriebsbereich der Katalysatorzustandsparameter unter Verwendung des zuvor ermittelten Sensoroffsets bestimmt wird. Es ist also vorgesehen, zunächst den Sensoroffset zu ermitteln, bevor anschließend zeitlich beabstandet hiervon der Katalysatorzustandsparameter ermittelt wird. Beispielsweise ist es hierzu vorgesehen, das Antriebsaggregat gezielt in dem ersten Betriebsbereich zu betreiben und den Sensoroffset zu ermitteln. Anschließend wird das Antriebsaggregat gezielt in dem zweiten Betriebsbereich betrieben, und der Katalysatorzustandsparameter bestimmt.

[0040] Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass das Antriebsaggregat allein in Abhängigkeit von einem von einem Benutzer des Kraftfahrzeugs vorgegebenen Vorgabewert angesteuert wird, beispielsweise von einem unter Verwendung eines Bedienelements vorgegebenen Vorgabewert. In diesem Fall findet kein gezieltes Anfahren des jeweiligen Betriebsbereichs statt. Vielmehr wird das Antriebsaggregat daraufhin überwacht, ob es in dem ersten Betriebsbereich oder in dem zweiten Betriebsbereich betrieben wird. Wird festgestellt, dass das Antriebsaggregat in dem ersten Betriebsbereich betrieben wird, so wird der Messwert des Schadstoffsensors ausgewertet und der Sensoroffset ermittelt. Wird hingegen festgestellt, dass das Antriebsaggregat in dem zweiten Betriebsbereich betrieben wird, so wird der Messwert des Schadstoffsensors erfasst.

[0041] Beispielsweise ist es vorgesehen, unmittelbar unter Verwendung des vorliegenden Sensoroffsets den Katalysatorzustandsparameter zu berechnen. Bevorzugt ist dies jedoch nur dann vorgesehen, falls das letzte Ermitteln des Sensoroffsets nicht länger als eine bestimmte Zeitspanne zurückliegt. Ist diese Zeitspanne überschritten, so wird zunächst abgewartet, bis das Antriebsaggregat in dem ersten Betriebsbereich betrieben wird. In diesem Fall wird der Sensoroffset ermittelt und dieser Sensoroffset gleich zum Bestimmen des Katalysatorzustandsparameters aus dem während des Betriebes des Antriebsaggregats in dem zweiten Betriebsbereich erfassten Messwert zu berechnen. Hierdurch wird eine hohe Genauigkeit erzielt.

[0042] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass als Katalysatorzustandsparameter ein eine Sauerstoffspeicherkapazität beschreibender Alterungsparameter des Fahrzeugkatalysators verwendet wird. Der Alterungsparameter beschreibt den Zustand des Fahrzeugkatalysators über der Zeit. Insbesondere hängt die

Sauerstoffspeicherkapazität des Fahrzeugkatalysators unmittelbar von dem Alterungsparameter ab beziehungsweise wird von diesem beschrieben. Zusätzlich oder alternativ beschreibt der Alterungsparameter die Konvertierungsleistung, insbesondere eine mithilfe des Fahrzeugkatalysators maximal erzielbare Konvertierungsleistung.

[0043] Beispielsweise findet der Alterungsparameter in einem Katalysatormodell Verwendung, welches den Fahrzeugkatalysator mathematisch beschreibt. Das Katalysatormodell wird bevorzugt permanent herangezogen, um aus einem Eingangsgehalt wenigstens einer Schadstoffkomponente, welche stromaufwärts des Fahrzeugkatalysators vorliegt, einen Ausgangsgehalt der wenigsten einen Abgaskomponente zu ermitteln, die stromabwärts des Fahrzeugkatalysators vorliegt. Die Abgaskomponente kann hierbei das Stickoxid sein, jedoch auch eine von dem Stickoxid verschiedene Abgaskomponente, wie beispielsweise Kohlenstoffdioxid, insbesondere Kohlenstoffmonoxid und/oder Kohlenstoffdioxid. Während also der Katalysatorzustandsparameter lediglich periodisch ermittelt wird, findet das Katalysatormodell durchgehend zur Überwachung der Schadstoffemissionen der Antriebseinrichtung beziehungsweise des Antriebsaggregats Anwendung. Der in das Katalysatormodell einfließende Katalysatorzustandsparameter wird lediglich von Zeit zu Zeit, also periodisch, angepasst beziehungsweise korrigiert. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine besonders genaues Ermitteln der Schadstoffemissionen sowie eine entsprechende Überwachung.

[0044] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Antriebseinrichtung für ein Kraftfahrzeug, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung, wobei die Antriebseinrichtung über ein Abgas erzeugendes Antriebsaggregat, eine als Fahrzeugkatalysator ausgestaltete Abgasnachbehandlungseinrichtung zur Nachbehandlung des Abgases sowie einen stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordneten, auf Stickoxid und Ammoniak reagierenden Schadstoffsensor zum Ermitteln eines Schadstoffgehalts in dem Abgas verfügt, wobei das Ermitteln des Schadstoffgehalts aus dem Messwert des Schadstoffsensors und einem Sensoroffset erfolgt. Dabei ist die Antriebseinrichtung dazu vorgesehen und ausgestaltet, den Sensoroffset nur in einem ersten Betriebsbereich des Antriebsaggregats und einen Katalysatorzustandsparameter nur in einem von dem ersten Betriebsbereich verschiedenen zweiten Betriebsbereich des Antriebsaggregats zu ermitteln.

[0045] Auf die Vorteile einer derartigen Vorgehensweise beziehungsweise einer derartigen Ausgestaltung der Antriebseinrichtung wurde bereits hingewiesen. Sowohl die Antriebseinrichtung für das Kraftfahrzeug als auch das Verfahren zu ihrem Betreiben können gemäß den Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung weitergebildet sein, sodass insoweit auf diese verwiesen wird.

[0046] Zudem betrifft die Erfindung ein Computerpro-

grammprodukt, umfassend Befehle, die bewirken, dass die Antriebseinrichtung gemäß den Ausführungen dieser Beschreibung die erläuterten Verfahrensschritte ausführt. Hinsichtlich der Vorteile und möglicher vorteilhafter Weiterbildungen wird in Gänze auf die Beschreibung verwiesen.

[0047] Die in der Beschreibung beschriebenen Merkmale und Merkmalskombinationen, insbesondere die in der nachfolgenden Figurenbeschreibung beschriebenen und/oder in den Figuren gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen, sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungsformen als von der Erfindung umfasst anzusehen, die in der Beschreibung und/oder den Figuren nicht explizit gezeigt oder erläutert sind, jedoch aus den erläuterten Ausführungsformen hervorgehen oder aus ihnen ableitbar sind.

[0048] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, ohne dass eine Beschränkung der Erfindung erfolgt. Dabei zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Antriebseinrichtung für ein Kraftfahrzeug,

Figur 2 ein Diagramm, in welchem eine Konvertierungsleistung eines Fahrzeugkatalysators aufgetragen ist, für welchen ein Katalysatorzustandsparameter einen ersten Wert aufweist, sowie

Figur 3 ein Diagramm, in welchem die Konvertierungsleistung für einen Fahrzeugkatalysator aufgetragen ist, für welchen der Katalysatorzustandsparameter einen zweiten Wert aufweist.

[0049] Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Antriebseinrichtung 1, die über ein Antriebsaggregat 2, welches hier in Form einer Brennkraftmaschine vorliegt, sowie einen Abgastrakt 3 verfügt. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Antriebsaggregat 2 mehrere Zylinder 4 mit jeweils einem Brennraum auf. Jeder der Zylinder 4 verfügt über wenigstens ein Einlassventil 5 und wenigstens ein Auslassventil 6. Über jedes der Einlassventile 5 kann dem jeweiligen Zylinder 4 Frischgas aus einem Frischgastrakt 7 zugeführt werden, wohingegen durch jedes der Auslassventile 6 Abgas aus dem entsprechenden Zylinder 4 abgeführt werden kann, nämlich in Richtung des Abgastrakts 3.

[0050] Das Frischgas wird an den Einlassventilen 5 mittels eines Verdichters 8 bereitgestellt, welcher Teil eines Abgasturboladers 9 ist. Zusätzlich zu dem Verdichter 8 weist der Abgasturbolader 9 eine Turbine 10 auf, welche über eine Abgasleitung 11, die Bestandteil des Abgastrakts 3 ist, an die Auslassventile 6 strömungs-

technisch angeschlossen ist. Stromabwärts der Turbine 10 liegt eine Abgasnachbehandlungseinrichtung 12 vor, welche hier als Fahrzeugkatalysator, insbesondere als Drei-Wege-Katalysator ausgestaltet ist. Stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung 12 mündet der Abgastrakt 3, beispielsweise über ein Endrohr, in eine Außenumgebung der Antriebseinrichtung 1 ein. Es sei darauf hingewiesen, dass der Abgasturbolader 9 rein optional ist. Er kann entsprechend auch entfallen.

[0051] Stromaufwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung 12 liegt eine erste Lambdasonde 13 vor, um an dieser Stelle einen ersten Restsauerstoffgehalt und entsprechend ein erstes Verbrennungsluftverhältnis des Abgases zu bestimmen. Stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung 12 dient eine zweite Lambdasonde 14 dem Bestimmen eines zweiten Restsauerstoffgehalts und entsprechend eines zweiten Verbrennungsluftverhältnisses des Abgases. Ebenfalls stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung 12 liegt ein Schadstoffsensor 15 vor, der auf Stickoxid und Ammoniak reagiert und dem Ermitteln eines Schadstoffgehalts in dem Abgas dient. Der Schadstoffsensor 15 ist beispielhaft in die zweite Lambdasonde 14 integriert dargestellt.

[0052] Das Ermitteln des Schadstoffgehalts in dem Abgas erfolgt durch Messen eines Messwerts unter Verwendung des Schadstoffsensors 15. Der Messwert wird mit einem Sensoroffset beaufschlagt. Hieraus ergibt sich der Schadstoffgehalt. Der Schadstoffgehalt ist also beispielsweise gleich einer Summe aus dem Messwert und dem Sensoroffset. Es kann auch vorgesehen sein, dass der Schadstoffgehalt gleich dem Messwert abzüglich des Sensoroffsets ist.

[0053] Die Figur 2 zeigt ein Diagramm, in welchem eine Konvertierungsleistung η über einer Katalysatortemperatur T und einem Abgasmassenstrom m aufgetragen ist. Die Abgasnachbehandlungseinrichtung 12 entspricht hierbei einem Fahrzeugkatalysator mit einem ersten Wert eines Katalysatorzustandsparameters. Als Katalysatorzustandsparameter wird insbesondere ein Alterungsparameter des Fahrzeugkatalysators verwendet. Grob eingezeichnet sind in das Diagramm ein erster Betriebsbereich 16 sowie ein zweite Betriebsbereich 17. Für den Fahrzeugkatalysator mit dem ersten Wert des Katalysatorzustandsparameters liegt die Konvertierungsleistung in beiden Betriebsbereichen 16 und 17 in etwa auf dem gleichen Niveau.

[0054] Die Figur 3 zeigt das Diagramm, in welchem wiederum die Konvertierungsleistung η über die Temperatur T und den Massenstrom m aufgetragen ist, nämlich für eine Abgasnachbehandlungseinrichtung 12, für die der Katalysatorzustandsparameter einen zweiten Wert aufweist, der von dem ersten Wert verschieden ist. Während der erste Wert des Katalysatorzustandsparameters auf einer neueren Fahrzeugkatalysator hinweist, steht der zweite Wert für einen älteren beziehungsweise stärker gealterten Fahrzeugkatalysator. Entsprechend ist die Konvertierungsleistung insgesamt niedriger. Bei einem

Vergleich der Diagramme für die unterschiedlichen Werte des Katalysatorzustandsparameters fällt insbesondere auf, dass die Konvertierungsleistung in dem ersten Betriebsbereich nahezu gleich ist, wohingegen sie in dem zweiten Betriebsbereich deutlich beziehungsweise deutlicher abweicht.

[0055] Hieraus folgt, dass in dem ersten Betriebsbereich zuverlässiger als in dem zweiten Betriebsbereich auf einen Sensoroffset des Schadstoffsensors 15 erkannt werden kann. In dem zweiten Betriebsbereich 17 kann hingegen der Messwert des Schadstoffsensors 15 in Verbindung mit dem Sensoroffset dazu verwendet werden, den Katalysatorzustandsparameter zu ermitteln. Bevorzugt unterscheiden sich die Betriebsbereiche des Antriebsaggregats 2 lediglich hinsichtlich eines Massenstrom des Abgases, welcher die Abgasnachbehandlungseinrichtung 12 durchströmt. Beispielsweise beträgt der Massenstrom für den ersten Betriebsbereich mindestens 5 kg/h und und höchstens 200 kg/h und für den zweiten Betriebsbereich mindestens 250 kg/h und höchstens 600 kg/h. Die beschriebene Vorgehensweise ermöglicht eine zuverlässige Ermittlung sowohl des Sensoroffsets als auch des Katalysatorzustandsparameters.

25 BEZUGSZEICHENLISTE:

[0056]

- | | |
|----|---------------------------------|
| 1 | Antriebseinrichtung |
| 2 | Antriebsaggregat |
| 3 | Abgastrakt |
| 4 | Zylinder |
| 5 | Einlassventil |
| 6 | Auslassventil |
| 7 | Frischgastrakt |
| 8 | Verdichter |
| 9 | Abgasturbolader |
| 10 | Turbine |
| 11 | Abgasleitung |
| 12 | Abgasnachbehandlungseinrichtung |
| 13 | 1. Lambdasonde |
| 14 | 2. Lambdasonde |
| 15 | Schadstoffsensor |
| 16 | 1. Betriebsbereich |
| 17 | 2. Betriebsbereich |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, die über ein Abgas erzeugendes Antriebsaggregat (2), eine als Fahrzeugkatalysator ausgestaltete Abgasnachbehandlungseinrichtung (12) zur Nachbehandlung des Abgases sowie einen stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (12) angeordneten, auf Stickoxid und Ammoniak reagierenden Schadstoffsensor (15) zum Ermitteln eines Schadstoffgehalts in dem Abgas verfügt, wobei das Ermitteln des Schadstoffge-

- halts aus einem Messwert des Schadstoffsensors (15) und einem Sensoroffset erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensoroffset nur in einem ersten Betriebsbereich (16) des Antriebsaggregats (2) und ein Katalysatorzustandsparameter nur in einem von dem ersten Betriebsbereich (16) verschiedenen zweiten Betriebsbereich (17) des Antriebsaggregats (2) ermittelt wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Betriebsbereich (16) und der zweite Betriebsbereich (17) durch wenigstens einen der folgenden Betriebsparameter charakterisiert sind: ein stromaufwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (12) vorliegendes erstes Verbrennungsluftverhältnis in dem Abgas, ein stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (12) vorliegendes zweites Verbrennungsluftverhältnis in dem Abgas, ein Massenstrom des Abgases, ein Massenstromgradient des Abgases und eine Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung (12). 10 15 20
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Betriebsparameter ein erster Betriebsparameter ist, der für den ersten Betriebsbereich (16) und den zweiten Betriebsbereich (17) verschiedene Wertebereiche umfasst, und ein aus den Betriebsparametern ausgewählter zweiter Betriebsparameter für den ersten Betriebsbereich (16) und den zweiten Betriebsbereich (17) identische Wertebereiche umfasst. 25 30
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den ersten Betriebsbereich (16) und/oder den zweiten Betriebsbereich (17) erkannt wird, falls der Massenstrom des Abgases liegt innerhalb eines jeweiligen bestimmten Massenstrombereichs liegt. 35 40
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den ersten Betriebsbereich (16) und/oder den zweiten Betriebsbereich (17) erkannt wird, falls zumindest eine der nachfolgenden Bedingungen erfüllt ist: das erste Verbrennungsverhältnis liegt innerhalb eines jeweiligen bestimmten ersten Verbrennungsluftverhältnissbereichs, das zweite Verbrennungsluftverhältnis liegt innerhalb eines jeweiligen bestimmten zweiten Verbrennungsluftverhältnissbereichs, der Massenstromgradient liegt innerhalb eines jeweiligen bestimmten Gradientenbereichs und die Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung (12) liegt innerhalb eines jeweiligen bestimmten Temperaturbereichs. 45 50 55
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** davon ausgegangen wird, dass der erste Betriebsbereich (16) und/oder der zweite Betriebsbereich (17) vorliegt, falls die jeweilige Bedingung über eine jeweilige Zeitspanne hinweg erfüllt ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Bestimmen des Katalysatorzustandsparameters das Antriebsaggregat (2) zunächst in dem ersten Betriebsbereich (16) betrieben wird, um den Sensoroffset zu ermitteln, und anschließend durch Betreiben des Antriebsaggregats (2) in dem zweiten Betriebsbereich (17) der Katalysatorzustandsparameter unter Verwendung des zuvor ermittelten Sensoroffsets bestimmt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Katalysatorzustandsparameter ein eine Sauerstoffspeicherkapazität beschreibender Alterungsparameter des Fahrzeugkatalysators verwendet wird.
9. Antriebseinrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Antriebseinrichtung (1) über ein Abgas erzeugendes Antriebsaggregat (2), eine als Fahrzeugkatalysator ausgestaltete Abgasnachbehandlungseinrichtung (12) zur Nachbehandlung des Abgases sowie einen stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (12) angeordneten, auf Stickoxid und Ammoniak reagierenden Schadstoffsensor (15) zum Ermitteln eines Schadstoffgehalts in dem Abgas verfügt, wobei das Ermitteln des Schadstoffgehalts aus einem Messwert des Schadstoffsensors (15) und einem Sensoroffset erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung (1) dazu vorgesehen und ausgestaltet ist, den Sensoroffset nur in einem ersten Betriebsbereich (16) des Antriebsaggregats (2) und einen Katalysatorzustandsparameter nur in einem von dem ersten Betriebsbereich (16) verschiedenen zweiten Betriebsbereich (17) des Antriebsaggregats (2) zu ermitteln.
10. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bewirken, dass die Antriebseinrichtung (1) nach Anspruch 9 die Verfahrensschritte nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8 ausführt.

Fig. 1

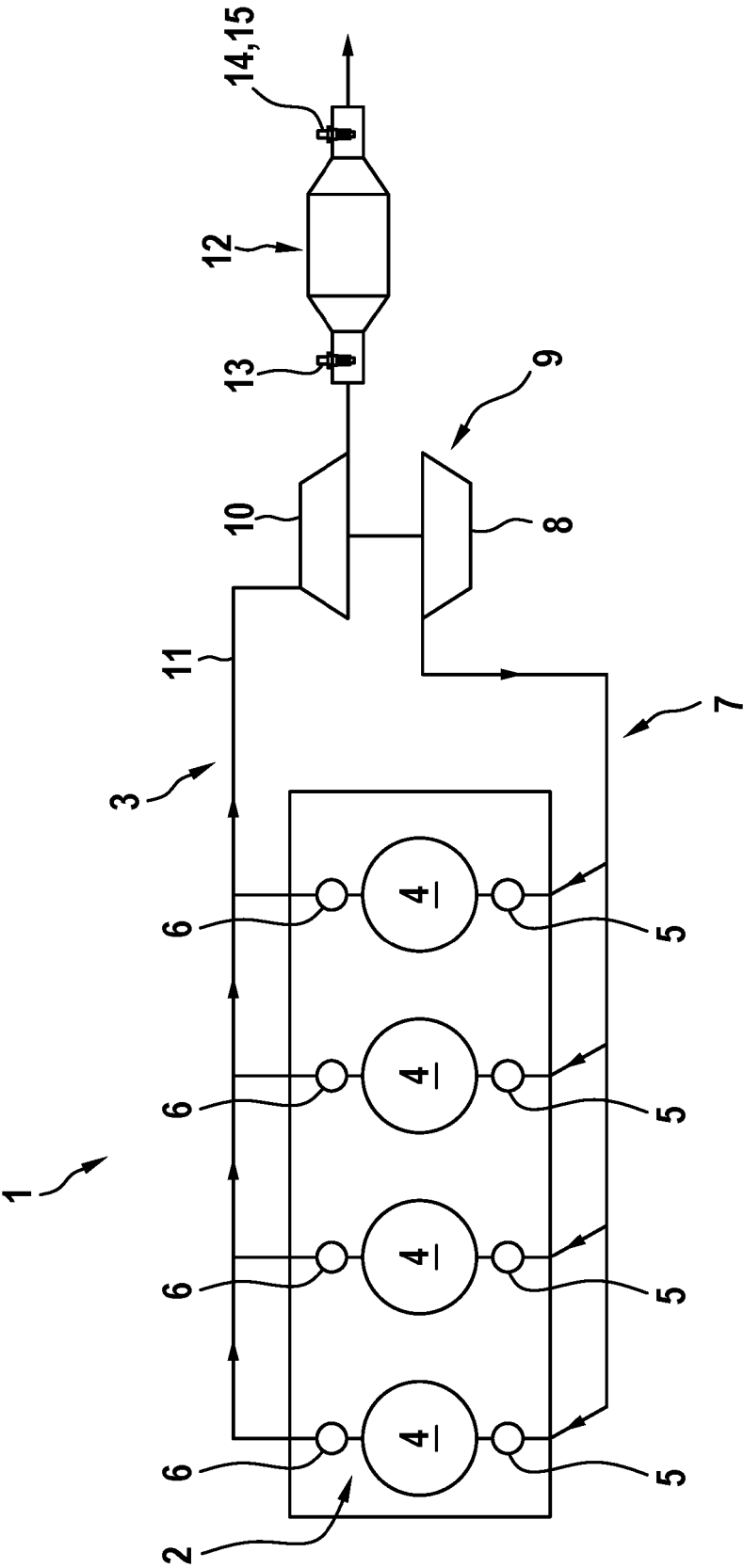


Fig. 2

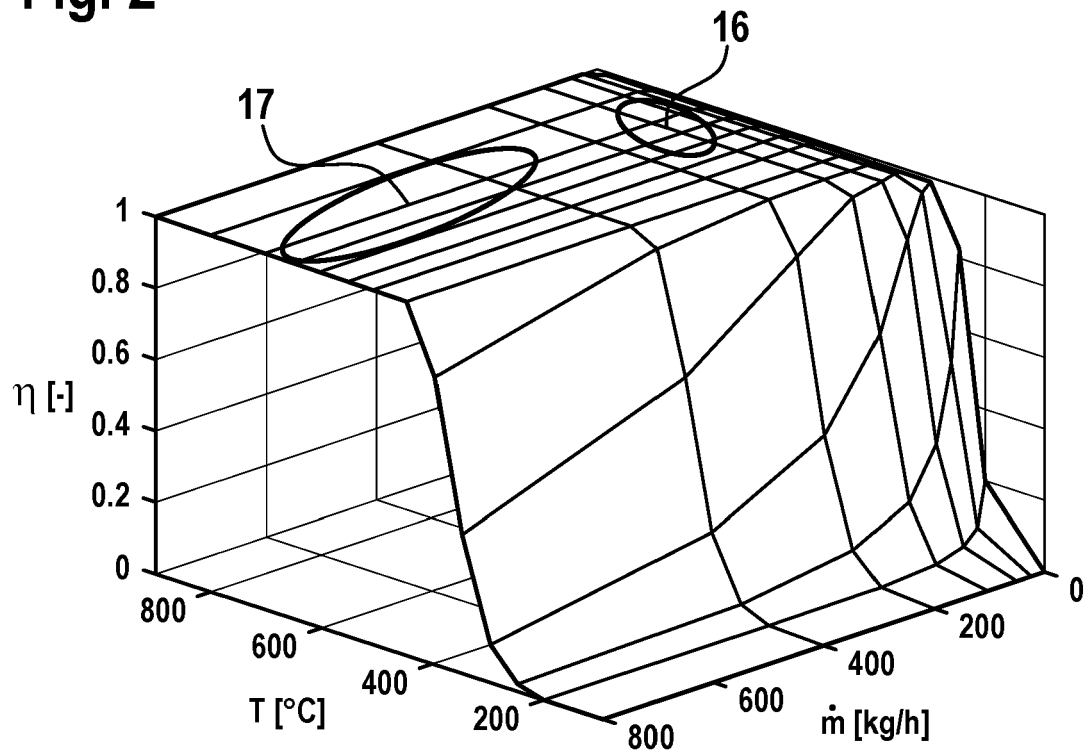
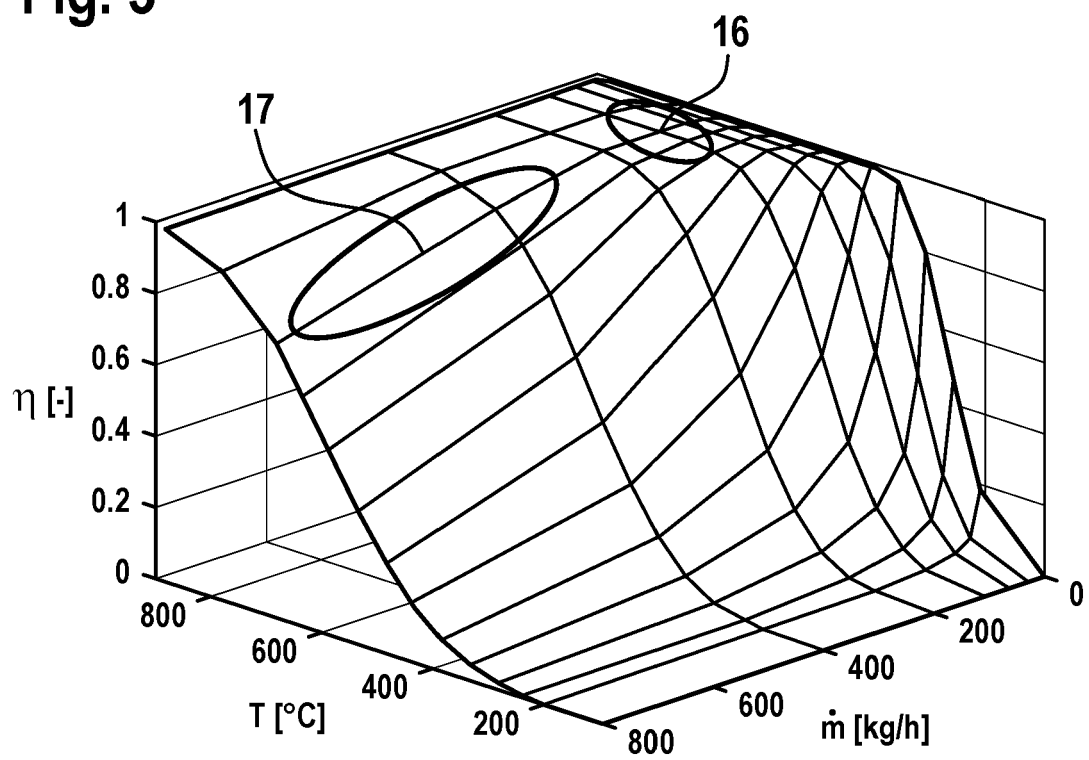


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 24 20 7921

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2023/112942 A1 (KUBINSKI DAVID [US] ET AL) 13. April 2023 (2023-04-13) * Ansprüche 1-6; Abbildungen 1-2 * -----	1-10	INV. F01N11/00
A	DE 198 52 240 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 18. Mai 2000 (2000-05-18) * Ansprüche 1-6 * -----	1-10	
A	DE 103 39 062 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 11. November 2004 (2004-11-11) * Ansprüche 1-3 * -----	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. November 2024	Prüfer Seifert, Marco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 20 7921

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

22 - 11 - 2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2023112942 A1	13-04-2023	CN 115950925 A	11-04-2023
		DE 102022125728 A1	13-04-2023
		US 2023112942 A1	13-04-2023

DE 19852240 A1	18-05-2000	CN 1326530 A	12-12-2001
		DE 19852240 A1	18-05-2000
		EP 1131544 A1	12-09-2001
		JP 4472873 B2	02-06-2010
		JP 2002530563 A	17-09-2002
		US 2001054282 A1	27-12-2001
		WO 0029729 A1	25-05-2000

DE 10339062 A1	11-11-2004	KEINE	

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20230112942 A1 [0002]