



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.04.2018 Patentblatt 2018/17

(51) Int Cl.:
F02D 41/02 (2006.01) **F02D 41/14** (2006.01)
F02D 41/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17182770.2**

(22) Anmeldetag: **24.07.2017**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **AUDI AG**
85045 Ingolstadt (DE)

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

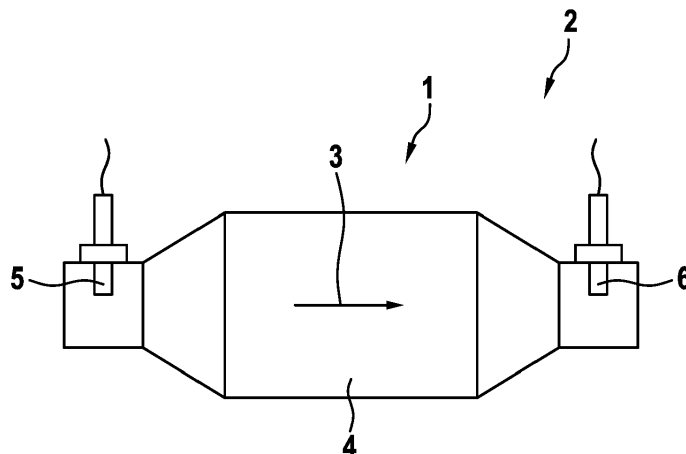
(30) Priorität: **24.10.2016 DE 102016220850**

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ANTRIEBSEINRICHTUNG SOWIE ENTSPRECHENDE ANTRIEBSEINRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinrichtung (2) mit einem Antriebsaggregat und einer Abgasreinigungseinrichtung (1), wobei die Abgasreinigungseinrichtung (1) einen von einem Abgasstrom des Antriebsaggregats durchströmbaren Katalysator (4) sowie eine stromaufwärts des Katalysators (4) in dem Abgasstrom angeordnete erste Lambdasonde (5) und eine stromabwärts des Katalysators (4) in dem Abgasstrom angeordnete zweite Lambdasonde (6) aufweist, wobei ein Sauerstoffbefüllungswert eines Sauerstoffspeichers des Katalysators (4) anhand eines von der ersten Lambdasonde (5) bereitgestellten ersten Lambdasignals sowie einem Offsetwert bestimmt wird, wobei während eines Kalibrierungsschritts ein Sauerstoffbefüllungswert

auf einen einem leeren Sauerstoffspeicher entsprechenden ersten Wert oder auf einen einem vollen Sauerstoffspeicher entsprechenden zweiten Wert gesetzt, der Sauerstoffbefüllungswert auf einen Vorgabebefüllungswert eingestellt und der Offsetwert anhand des zweiten Lambdasignals angepasst wird. Dabei ist vorgesehen, dass nach dem Kalibrierungsschritt ein Lambdasignalverlauf des zweiten Lambdasignals überwacht und bei Feststellen eines Extremwerts in dem Lambdasignalverlauf der Kalibrierungsschritt wiederholt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Antriebseinrichtung (2) mit einem Antriebsaggregat und einer Abgasreinigungseinrichtung (1).

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinrichtung mit einem Antriebsaggregat und einer Abgasreinigungseinrichtung, wobei die Abgasreinigungseinrichtung einen von einem Abgasstrom des Antriebsaggregats durchströmbar Katalysator sowie eine stromaufwärts des Katalysators in dem Abgasstrom angeordnete erste Lambdasonde und eine stromabwärts des Katalysators in dem Abgasstrom angeordnete zweite Lambdasonde aufweist, wobei ein Sauerstoffbefüllungswert eines Sauerstoffspeichers des Katalysators anhand eines von der ersten Lambdasonde bereitgestellten ersten Lambdasignals sowie einem Offsetwert bestimmt wird, wobei bei Unterschreiten einer Lambdasignaluntergrenze durch ein von der zweiten Lambdasonde bereitgestelltes zweites Lambdasignal und/oder bei Überschreiten einer Lambdasignalobergrenze durch das zweite Lambdasignal ein Kalibrierungsschritt zum Kalibrieren der ersten Lambdasonde eingeleitet wird, wobei während des Kalibrierungsschritts der Sauerstoffbefüllungswert bei dem Unterschreiten auf einen einem leeren Sauerstoffspeicher entsprechenden ersten Wert und/oder bei dem Überschreiten auf einen einem vollen Sauerstoffspeicher entsprechenden zweiten Wert gesetzt, der Sauerstoffbefüllungswert auf einen Vorgabebefüllungswert eingestellt und der Offsetwert anhand des zweiten Lambdasignals angepasst wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Antriebseinrichtung.

[0002] Das Verfahren dient dem Betreiben der Antriebseinrichtung beziehungsweise der Abgasreinigungseinrichtung, welche Bestandteil der Antriebseinrichtung ist. Zusätzlich zu der Abgasreinigungseinrichtung verfügt die Antriebseinrichtung über das Antriebsaggregat, welches als abgaserzeugendes Antriebsaggregat vorliegt und insoweit während seines Betriebs Abgas erzeugt. Das Antriebsaggregat kann beispielsweise als Brennkraftmaschine, als Brennstoffzelle oder dergleichen vorliegen. Das von dem Antriebsaggregat erzeugte Abgas wird der Abgasreinigungseinrichtung zugeführt, insbesondere bevor das Abgas in eine Außenumgebung der Antriebseinrichtung entlassen wird.

[0003] Mithilfe der Abgasreinigungseinrichtung wird das Abgas wenigstens teilweise von Schadstoffen befreit. Zu diesem Zweck weist die Abgasreinigungseinrichtung den wenigstens einen Katalysator auf, der von dem Abgas des Antriebsaggregats in Form des Abgasstroms durchströmbar ist. Der Abgasreinigungseinrichtung sind weiterhin zwei Lambdasonden zugeordnet, nämlich die erste Lambdasonde und die zweite Lambdasonde. Die erste Lambdasonde ist stromaufwärts des Katalysators und die zweite Lambdasonde stromabwärts des Katalysators in dem Abgasstrom angeordnet. Dabei ragen die beiden Lambdasonden beispielsweise in den Abgasstrom hinein.

[0004] Mithilfe der beiden Lambdasonden kann der Sauerstoffgehalt des Abgases an der jeweiligen Position stromaufwärts beziehungsweise stromabwärts des Ka-

talysators bestimmt werden. Mithilfe der ersten Lambdasonde kann also der Sauerstoffgehalt stromaufwärts des Katalysators beziehungsweise strömungstechnisch zwischen der Brennkraftmaschine und dem Katalysator, und mittels der zweiten Lambdasonde der Sauerstoffgehalt stromabwärts des Katalysators, insbesondere strömungstechnisch zwischen dem Katalysator und einem Endrohr, ermittelt werden. Die erste Lambdasonde stellt ein erstes Lambdasignal und die zweite Lambdasonde ein zweites Lambdasignal zur Verfügung, wobei aus ersterem ein erster Lambdawert und aus letzterem ein zweiter Lambdawert bestimmt werden kann.

[0005] Der Katalysator verfügt über einen Sauerstoffspeicher beziehungsweise arbeitet selbst als solcher. Das bedeutet, dass bei Vorliegen von magerem Abgas - also im Falle eines Sauerstoffüberschusses bei der Verbrennung mit Lambda größer als eins - Sauerstoff aus dem Abgas in den Sauerstoffspeicher übergeht und in diesem zwischengespeichert wird. Liegt dagegen fettes Abgas - resultierend aus der Verbrennung bei Kraftstoffüberschuss mit Lambda kleiner als eins - vor, so wird dem Sauerstoffspeicher zuvor gespeicherter Sauerstoff entnommen. Auf diese Weise wird zumindest über einen bestimmten Zeitraum sichergestellt, dass das zur Abgasreinigung notwendige stöchiometrische Verhältnis mit Lambda gleich 1 wenigstens näherungsweise bereitgestellt werden kann. Je größer die Sauerstoffspeicherkapazität des Katalysators ist, umso mehr Sauerstoff kann in ihm beziehungsweise in dem Sauerstoffspeicher zwischengespeichert werden, sodass ein längerer Zeitraum mit einem von Lambda gleich 1 abweichenden Verbrennungsluftverhältnis überbrückt werden kann.

[0006] Insbesondere die stromaufwärts des Katalysators angeordnete erste Lambdasonde weist häufig lediglich eine geringe Genauigkeit auf. Beispielsweise weicht das von ihr bereitgestellte erste Lambdasignal um einen bestimmten Wert, den sogenannten Offsetfehler von dem tatsächlich an der Stelle der ersten Lambdasonde vorliegenden Verbrennungsluftverhältnis in dem Abgas ab. Aufgrund dieses Fehlers kann es vorkommen, dass die Brennkraftmaschine auf eine Gemischzusammensetzung eines der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoff-Luft-Gemischs eingestellt wird, welche von derjenigen abweicht, die zum Erzielen einer guten beziehungsweise besseren Konvertierungsleistung des Katalysators notwendig wäre.

[0007] Entsprechend ist es das Ziel, den Fehler der ersten Lambdasonde beziehungsweise den Offsetfehler möglichst schnell auszugleichen. Dies kann beispielsweise mittels eines Reglers erfolgen, welcher das von der zweiten Lambdasonde bereitgestellte zweite Lambdasignal auf einen Lambdasollwert regelt. Diese Regelung kann jedoch lediglich mit einer äußerst geringen Regelgeschwindigkeit durchgeführt werden, weil bei der Verwendung einer höheren Regelgeschwindigkeit Regelschwingungen auftreten, die wiederum ihrerseits zu einer schlechteren Konvertierungsleistung des Katalysators führen. Die Regelung des zweiten Lambdasignals

auf den Lambdasollwert wird als Trimmregelung bezeichnet. Im Rahmen der Trimmregelung wird ein Korrekturwert für das erste Lambdasignal ermittelt, welche den Offsetfehler ausgleichen soll. Der Korrekturwert kann insoweit auch als Offsetwert bezeichnet werden.

[0008] Beispielsweise ist es nun vorgesehen, das Verbrennungsluftverhältnis anhand des von der ersten Lambdasonde bereitgestellten ersten Lambdasignals auf einen Lambdasollwert einzustellen, insbesondere einzuregeln. Der Lambdasollwert wird dabei bevorzugt aus einem Lambdavorgabewert und dem Offsetwert ermittelt. Umgekehrt ist es selbstverständlich möglich, den ersten Lambdawert unter Zuhilfenahme des Offsetwerts aus dem ersten Lambdasignal zu ermitteln. In anderen Worten wird hierbei der erste Lambdawert aus dem ersten Lambdasignal bestimmt, wobei zuvor das erste Lambdasignal mittels des Offsetwerts korrigiert wird. Die zum Regeln herangezogene Regelgröße ergibt sich somit aus dem Vorgabelambdawert, dem ersten Lambdasignal beziehungsweise dem ersten Lambdawert sowie dem Offsetwert. Der Vorgabelambdawert entspricht bevorzugt Lambda gleich eins.

[0009] Aus dem Stand der Technik ist beispielsweise die Druckschrift DE 10 2012 019 907 A1 bekannt. Diese betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer Abgasreinigungseinrichtung, wobei die Abgasreinigungseinrichtung einen von einem Abgasstrom der Brennkraftmaschine durchströmbaren Katalysator sowie eine stromaufwärts des Katalysators in dem Abgasstrom angeordnete erste Lambdasonde und eine stromabwärts des Katalysators in dem Abgasstrom angeordnete zweite Lambdasonde aufweist.

[0010] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinrichtung vorzuschlagen, welches gegenüber bekannten Verfahren Vorteile aufweist, insbesondere stets eine hohe Konvertierungsleistung des Katalysators erzielt, wobei eine äußerst rasche Kalibrierung der ersten Lambdasonde vorgenommen wird.

[0011] Dies wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht. Dabei ist vorgesehen, dass nach dem Kalibrierungsschritt ein Lambdasignalverlauf des zweiten Lambdasignals überwacht und bei Feststellen eines Extremwerts in dem Lambdasignalverlauf der Kalibrierungsschritt wiederholt wird.

[0012] Der Sauerstoffbefüllungswert des Sauerstoffspeichers wird beispielsweise mittels eines Modells ermittelt. Dabei wird bevorzugt ausgehend von einem Ausgangswert eine Integration eines Sauerstoffeintrags in den Katalysator und/oder eines Sauerstoffaustrags aus dem Katalysator vorgenommen, wobei letzterer vernachlässigt werden kann. Entsprechend hängt die Genauigkeit des Sauerstoffbefüllungswerts stark von der Genauigkeit des ersten Lambdasignals ab, welches den Sauerstoffeintrag beschreibt. Weil das erste Lambdasignal, wie eingangs beschrieben, häufig mit einem Offsetfehler beaufschlagt ist, wird das erste Lambdasignal mithilfe

des Offsetwerts korrigiert oder eine Lambdaregelung auf einem Soll-Lambdawert vorgenommen, welcher aus einem Vorgabelambdawert sowie dem Offsetwert ermittelt wird. In die Regelgröße der Lambdaregelung fließen mithin das erste Lambdasignal, der Lambdavorgabewert sowie der Offsetwert ein.

[0013] Analog hierzu fließt in den Sauerstoffbefüllungswert eine Größe ein, welche aus dem ersten Lambdasignal sowie dem Offsetwert bestimmt ist, beispielsweise durch Addition. Durch das integrale Bestimmen des Sauerstoffbefüllungswerts integriert sich auch die Abweichung des ersten Lambdasignals von dem tatsächlich in dem Abgas vorliegenden Verbrennungsluftverhältnis, sodass der Fehler des Sauerstoffbefüllungszustands über die Zeit anwächst. Dies wird wenigstens teilweise durch die Verwendung des Offsetwerts verhindert oder zumindest verringert, weil diese - nach entsprechender Festlegung - das erste Lambdasignal in Richtung des tatsächlich vorliegenden Verbrennungsluftverhältnisses korrigiert.

[0014] Entsprechend ist es jedoch notwendig, den Offsetwert zu bestimmen, um eine zuverlässige und genaue Korrektur des ersten Lambdasignals vornehmen zu können. Bei diesem Bestimmen wird der Effekt ausgenutzt, dass für den Fall, dass das erste Lambdasignal den Offsetfehler aufweist und entsprechend zum Erreichen eines gewünschten Sauerstoffbefüllungszustands eine Gemischzusammensetzung an dem Antriebsaggregat eingestellt wird, welche von dem stöchiometrischen Verhältnis mit Lambda gleich eins abweicht, die zweite Lambdasonde zumindest nach einer bestimmten Zeitspanne entweder Sauerstoffmangel oder Sauerstoffüberschuss in dem Abgas anzeigt. Mithin erlaubt das zweite Lambdasignal einen genaueren Schluss hinsichtlich des Befüllungszustands des Sauerstoffspeichers des Katalysators als das mit dem Offset behaftete erste Lambdasignal.

[0015] Unterschreitet das zweite Lambdasignal die Lambdasignaluntergrenze und/oder überschreitet das zweite Lambdasignal die Lambdasignalobergrenze, so wird der Kalibrierungsschritt zum Kalibrieren der ersten Lambdasonde eingeleitet. Im Rahmen des Kalibrierungsschritts wird zunächst der Sauerstoffbefüllungszustand bei dem Unterschreiten auf den ersten Wert gesetzt, welcher dem leeren Sauerstoffspeicher entspricht. Überschreitet dagegen das zweite Lambdasignal die Lambdasignalobergrenze, so wird der Sauerstoffbefüllungswert auf den zweiten Wert gesetzt. Dieser entspricht dem vollen Sauerstoffspeicher. Die Lambdasignaluntergrenze und die Lambdasignalobergrenze werden üblicherweise verschieden gewählt und sind beispielsweise konstant. Selbstverständlich können sie jedoch in Abhängigkeit von einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine gewählt werden.

[0016] Der Sauerstoffbefüllungswert des Sauerstoffspeichers wird also auf einen definierten Wert zurückgesetzt, welcher mittels des zweiten Lambdasignals sicher festgestellt wurde. Unterschreitet nämlich das zweite

Lambdasignal die Lambdasignaluntergrenze, so kann davon ausgegangen werden, dass der Sauerstoffspeicher tatsächlich leer ist. Entsprechend kann analog bei dem Überschreiten der Lambdasignalobergrenze durch das zweite Lambdasignal von einem vollen Sauerstoffspeicher ausgegangen werden. Der Zeitpunkt, zu dem ein solches Zurücksetzen des Sauerstoffbefüllungswerts erfolgt, wird zwischengespeichert, beispielsweise von einem Steuergerät, mittels welchem das Verfahren durchgeführt wird.

[0017] Nach dem Zurücksetzen des Sauerstoffbefüllungswerts wird die an dem Antriebsaggregat eingestellte Gemischzusammensetzung derart eingestellt, insbesondere gesteuert und/oder geregelt, dass sich - sofern der aus dem ersten Lambdasignal und dem Offsetwert ermittelte erste Lambdawert dem tatsächlich in dem Abgas vorliegenden Verbrennungsluftverhältnis entspricht - der Vorgabebefüllungswert an dem Sauerstoffspeicher eingestellt, insbesondere über einen Einstellzeitraum hinweg. Die Gemischzusammensetzung soll also derart eingestellt werden, dass der Sauerstoffbefüllungswert nach dem Einstellen mit dem Vorgabebefüllungswert übereinstimmt. Bevorzugt liegt der Vorgabebefüllungswert zwischen dem ersten Wert und dem zweiten Wert, insbesondere genau mittig zwischen diesen beiden Werten, insbesondere also bei einem Sauerstoffbefüllungswert von 50 %.

[0018] Das Einstellen erfolgt üblicherweise anhand des ersten Lambdasignals, welches das in dem Abgas vorliegende Verbrennungsluftverhältnis stromaufwärts des Katalysators wiedergibt. Während des Einstellens wird die Bilanzierung des Sauerstoffbefüllungswerts gemäß den vorstehenden Ausführungen weiterhin vorgenommen, allerdings ausgehend von dem vor dem Einstellen festgelegten Sauerstoffbefüllungswert, nämlich entweder dem ersten Wert oder dem zweiten Wert. Es soll darauf hingewiesen werden, dass der auf diese Art und Weise bestimmte Sauerstoffbefüllungswert nicht notwendigerweise mit dem tatsächlich in dem Sauerstoffspeicher vorliegenden Sauerstoffbefüllungszustand übereinstimmt.

[0019] Nach dem Einstellen des Sauerstoffbefüllungswerts auf den Vorgabebefüllungswert, insbesondere also wenn der Sauerstoffbefüllungswert dem Vorgabebefüllungswert entspricht, wird der Offsetwert anhand des zweiten Lambdasignals angepasst. Gibt der aus dem ersten Lambdasignal sowie dem Offsetwert bestimmte Sauerstoffbefüllungswert das in dem Abgas stromaufwärts des Katalysators vorliegende Verbrennungsluftverhältnis im Wesentlichen genau wieder, so liegt nach dem Einstellen ein tatsächlicher Sauerstoffbefüllungszustand vor, welcher dem Vorgabebefüllungswert entspricht. Das bedeutet, dass in dem Sauerstoffspeicher eine bestimmte Menge Sauerstoff gespeichert ist. Entsprechend zeigt das zweite Lambdasignal, im Wesentlichen unabhängig von dem ersten Lambdasignal ein stöchiometrisches Verhältnis in dem Abgas stromabwärts des Katalysators an. Ist dies der Fall, so ist keine Kor-

rektur des Offsetwerts notwendig, es erfolgt also allenfalls eine Anpassung des Offsetwerts, bei welcher dieser nicht oder lediglich geringfügig verändert wird.

[0020] Zeigt dagegen das zweite Lambdasignal einen Sauerstoffmangel oder einen Sauerstoffüberschuss an, so entspricht zwar der rechnerisch bestimmte Sauerstoffbefüllungswert dem Vorgabebefüllungswert, der Sauerstoffspeicher ist jedoch tatsächlich entweder vollständig gefüllt oder vollständig geleert. Entsprechend kann darauf geschlossen werden, dass die Kombination aus dem ersten Lambdasignal und dem Offsetwert nicht das tatsächlich in dem Abgas vorliegende Verbrennungsluftverhältnis wiedergibt. Der Offsetwert wird somit mit einem Wert korrigiert, welcher davon abhängt, ob das zweite Lambdasignal einem Sauerstoffüberschuss oder einem Sauerstoffmangel entspricht. Bevorzugt erfolgt das Anpassen lediglich dann, wenn das zweite Lambdasignal einen bestimmten unteren Grenzwert unterschreitet oder einen bestimmten oberen Grenzwert überschreitet, insbesondere diese weiterhin unterschreitet beziehungsweise überschreitet.

[0021] Nach dem Anpassen des Offsetwerts ist der Kalibrierungsschritt zunächst beendet. Nach dem Kalibrierungsschritt wird das zweite Lambdasignal beziehungsweise sein in Form des Lambdasignalverlaufs vorliegender Verlauf überwacht. Wird in dem Lambdasignalverlauf ein Extremwert festgestellt, also ein Maximum oder ein Minimum, insbesondere ein lokales Maximum oder ein lokales Minimum, so wird der Kalibrierungsschritt wiederholt, insbesondere unverzüglich wiederholt. In anderen Worten wird der Kalibrierungsschritt erneut durchgeführt, sobald festgestellt wird, dass die Anpassung des Offsetwerts nicht ausreichend war. Dies ergibt sich aus einem "Abkippen" des zweiten Lambdasignals in Richtung seines vor dem Einleiten des Kalibrierungsschritts, insbesondere bei Einleiten des Kalibrierungsschritts, vorliegenden Ausgangswerts.

[0022] Das Lambdasignal weist beim Einleiten des Kalibrierungsschritts den bestimmten Wert auf. Weil der Sauerstoffbefüllungswert auf den Vorgabebefüllungswert eingestellt wird, nämlich durch eine entsprechende Anpassung der Gemischzusammensetzung für das Antriebsaggregat, vergrößert sich zunächst eine Differenz zwischen dem zweiten Lambdasignal und dem Wert.

[0023] War das Anpassen des Offsetwerts ausreichend, so verändert sich das zweite Lambdasignal ausgehend von dem Ausgangswert in Richtung eines Sollwerts und verharrt anschließend zumindest näherungsweise auf diesem. War das Anpassen nicht ausreichend, so wird zunächst die Differenz zwischen dem zweiten Lambdasignal und dem Ausgangswert größer, um anschließend wieder abzunehmen. Entsprechend "kippt" das zweite Lambdasignal wieder in Richtung des Ausgangswerts zurück, was nach dem Überschreiten des Extremwerts erfolgt.

[0024] Sobald ein solcher Extremwert festgestellt wird, steht insoweit fest, dass das Anpassen des Offsetwerts nicht ausreichend war. Entsprechend wird der Kalibrie-

rungsschritt zum erneuten Anpassen des Offsetwerts wiederholt. Dies erfolgt solange, bis nach dem Kalibrierungsschritt der Extremwert nicht mehr auftritt, sondern vielmehr das zweite Lambdasignal auf seinem Sollwert verbleibt.

[0025] Im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zum Überwachen des zweiten Lambdasignals ein Maximalwert und/oder ein Minimalwert des zweiten Lambdasignals ermittelt werden/wird, wobei bei Unterschreiten des Maximalwerts und/oder bei Überschreiten des Minimalwerts auf den Extremwert erkannt wird. Nach dem Kalibrierungsschritt werden insoweit permanent der Maximalwert und/oder der Minimalwert des zweiten Lambdasignals erfasst. Beispielsweise wird am Ende des Kalibrierungsschritts, beispielsweise unmittelbar nach dem Anpassen des Offsetwerts oder beim Anpassen des Offsetwerts der Maximalwert und/oder der Minimalwert zurückgesetzt, also bevorzugt der Maximalwert auf einen sehr kleinen und der Minimalwert auf einen sehr großen Ausgangswert gesetzt.

[0026] Überschreitet nachfolgend das zweite Lambdasignal den Maximalwert, so wird der Maximalwert gleich dem zweiten Lambdasignal gesetzt. Analog wird bei Unterschreiten des Minimalwerts durch das zweite Lambdasignal der Minimalwert gleich dem zweiten Lambdasignal gesetzt. Unterschreitet nun das zweite Lambdasignal den Maximalwert und/oder überschreitet es den Minimalwert, so wird auf das Vorliegen des Extremwerts erkannt und entsprechend der Kalibrierungsschritt wiederholt.

[0027] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass nur dann auf den Extremwert erkannt wird, wenn der Minimalwert um einen Mindestbetrag überschritten oder der Maximalwert um den Mindestbetrag unterschritten wird. Geringfügige Schwankungen um den Maximalwert beziehungsweise den Minimalwert herum sollen insoweit keine erneute Durchführung des Kalibrierungsschritts auslösen. Vielmehr soll dies nur dann erfolgen, wenn das zweite Lambdasignal um den Mindestbetrag von dem Maximalwert beziehungsweise dem Minimalwert abweicht. Der Mindestbetrag ist beispielsweise konstant, insbesondere absolut oder relativ bezüglich des zweiten Lambdawerts und/oder des Extremwerts.

[0028] Im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Mindestbetrag in Abhängigkeit von dem zweiten Lambdawert und/oder dem Extremwert ermittelt wird. Beispielsweise liegt also der Mindestbetrag als Ausgangswert einer Funktion vor, welche als Eingangswert den zweiten Lambdawert beziehungsweise das zweite Lambdasignal und/oder den Extremwert aufweist.

[0029] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zum Anpassen des Offsetwerts dieser um einen Differenzwert inkrementiert wird, wenn nach dem Einstellen auf den Vorgabebefüllungswert das zweite Lambdasignal einer mageren Gemischzusammensetzung entspricht, und/oder um den Diffe-

renzwert dekrementiert wird, wenn nach dem Einstellen auf den Vorgabebefüllungswert das zweite Lambdasignal einer fetten Gemischzusammensetzung entspricht. Wird mithilfe der zweiten Lambdasonde also ein Luftüberschuss festgestellt, so wird der Offsetwert um den Differenzwert vergrößert. Bei Vorliegen eines Sauerstoffmangels stromabwärts des Katalysators wird er dagegen um den Differenzwert verkleinert. Der Differenzwert kann dabei konstant sein oder in Abhängigkeit von einer Betriebsgröße und/oder einer Zustandsgröße der Antriebseinrichtung, insbesondere des Antriebsaggregats, variabel festgelegt sein.

[0030] In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Differenzwert konstant ist oder in Abhängigkeit von einem Lambdadifferenzwert ermittelt wird, der der Differenz zwischen dem Sauerstoffbefüllungswert und einem anhand des zweiten Lambdasignals bestimmten Annahmewert entspricht, wobei der Annahmewert bei Unterschreiten der Lambdasignalluntergrenze durch das zweite Lambdasignal auf den ersten Wert und/oder bei Überschreiten der Lambdasignallobergrenze durch das zweite Lambdasignal auf den zweiten Wert gesetzt wird. Der Differenzwert, mittels welchem der Offsetwert angepasst wird, kann also konstant gewählt werden. Beispielsweise wird er in Abhängigkeit von dem Vorzeichen des zweiten Lambdasignals nach dem Einstellen des Sauerstoffbefüllungswerts auf den Vorgabebefüllungswert zu dem bisherigen Offsetwert hinzu addiert oder von diesem abgezogen. Mit einem konstanten Differenzwert ist jedoch keine Adaption, beispielsweise in Abhängigkeit von der Differenz zwischen dem aus dem ersten Lambdasignal und dem Offsetwert bestimmten Größe zu dem tatsächlich in dem Abgas vorliegenden Verbrennungsluftverhältnis möglich. Daher wird der Differenzwert bevorzugt variabel in Abhängigkeit von wenigstens einer Größe bestimmt.

[0031] Eine derartige Größe ist zum Beispiel der Lambdadifferenzwert. Zusätzlich oder alternativ hängt der Differenzwert von dem Gradient des zweiten Lambdasignals ab. Wenn das in dem Abgas stromabwärts des Katalysators vorliegende Verbrennungsluftverhältnis noch weit von einem stöchiometrischen Verhältnis entfernt ist, folgt aus dem Einstellen des Sauerstoffbefüllungswerts auf den Vorgabebefüllungswert ein großer Gradient des zweiten Lambdasignals. Dies ist damit zu begründen, dass der Sauerstoffspeicher deutlich von dem stöchiometrischen Verhältnis abweichenden Bereich allenfalls eine geringe Wirkung aufweist.

[0032] Befindet sich das Verbrennungsluftverhältnis allerdings schon in der Nähe des stöchiometrischen Verhältnisses, ist Lambda also bereits näherungsweise gleich eins, so ist der Effekt des Sauerstoffspeichers deutlich größer. Somit reagiert das zweite Lambdasignal mit einem kleineren Gradienten auf die Veränderung der Gemischzusammensetzung, die während des Einstellens des Sauerstoffbefüllungswerts auf den Vorgabebefüllungswert gewählt wird. Beispielsweise wird ein während des Einstellens vorliegender Maximalwert des Gra-

dienten zum Bestimmen des Differenzwerts herangezogen. Alternativ kann selbstverständlich auch ein zeitlicher Mittelwert des Gradienten über das Einstellen hinweg Verwendung finden.

[0033] Beispielsweise kann es vorgesehen sein, dass der Differenzwert mittels eines Reglers bestimmt wird, der wenigstens ein Proportionalglied, ein Integralglied und/oder ein Differentialglied aufweist. Diese Art der Bestimmung des Differenzwerts findet insbesondere Anwendung, wenn der Differenzwert variabel ist, also beispielsweise von dem Lambdadifferenzwert und/oder dem Gradient des zweiten Lambdasignals abhängt.

[0034] Der Lambdadifferenzwert wird beispielsweise aus dem Sauerstoffbefüllungswert und dem Annahmewert ermittelt. Der Annahmewert wird dabei unter Verwendung des zweiten Lambdasignals bestimmt. Ist das zweite Lambdasignal nach dem Einstellen des Sauerstoffbefüllungswert auf den Vorgabebefüllungswert kleiner als die Lambdasignaluntergrenze, so wird das zweite Lambdasignal auf den ersten Wert gesetzt. Analog hierzu kann es vorgesehen sein, den Annahmewert auf den zweiten Wert zu setzen, wenn nach dem Einstellen das zweite Lambdasignal die Lambdasignalobergrenze überschreitet.

[0035] Vorstehend wurde bereits erläutert, dass anhand des zweiten Lambdasignals darauf geschlossen werden kann, ob der Sauerstoffspeicher gefüllt oder entleert ist. Mithilfe der zweiten Lambdasonde kann insoweit bei Unterschreiten der Lambdasignaluntergrenze beziehungsweise bei Überschreiten der Lambdasignalobergrenze ein äußerst genauer Schluss hinsichtlich des Sauerstoffbefüllungszustands des Sauerstoffspeichers vorgenommen werden. Der Sauerstoffbefüllungswert gibt dagegen den angenommenen Sauerstoffbefüllungszustand an. Aus der Differenz zwischen dem Sauerstoffbefüllungswert und dem Annahmewert kann entsprechend das notwendige Ausmaß der Anpassung des Offsetwerts mit hoher Genauigkeit abgeleitet werden.

[0036] Zusätzlich zu der Differenz zwischen dem Sauerstoffbefüllungswert und dem Annahmewert kann ein Abgasmassenstrom und/oder die Dauer des Einstellzeitraums, während welchem das Einstellen des Sauerstoffbefüllungswerts auf den Vorgabebefüllungswert erfolgt, herangezogen werden. Der Abgasmassenstrom beschreibt die Menge des Abgases pro Zeiteinheit, insbesondere die Masse pro Zeiteinheit, welche durch den Katalysator hindurchströmt. Aus dem Abgasmassenstrom und der Dauer des Einstellzeitraums kann also die Masse des Abgases bestimmt werden, welche während des Einstellzeitraums den Katalysator durchströmt. Die Masse des in dem Sauerstoffspeicher zumindest theoretisch gespeicherten Sauerstoffs ergibt sich aus der Beziehung

$$m_{O_2} = \left(\frac{\lambda_{ein} - 1}{\lambda_{ein}} - \frac{\lambda_{aus} - 1}{\lambda_{aus}} \right) \cdot \dot{m} \cdot \Delta t,$$

wobei λ_{ein} dem ersten Lambdawert, λ_{aus} dem zweiten Lambdawert, $\dot{m}$ dem Abgasmassenstrom und Δt der Dauer des Einstellzeitraums entspricht.

[0037] Die Größe λ_{aus} beziehungsweise der zweite Term kann jedoch häufig vernachlässigt werden, weil das Verbrennungsluftverhältnis in dem aus dem Katalysator ausströmenden Abgas aufgrund des Sauerstoffspeichers gleich eins ist. Entsprechend kann die Beziehung zu

$$m_{O_2} = \left(\frac{\lambda_{ein} - 1}{\lambda_{ein}} \right) \cdot \dot{m} \cdot \Delta t,$$

vereinfacht werden.

[0038] Der Lambdadifferenzwert $\Delta\lambda$ kann beispielsweise aus der Beziehung

$$\Delta\lambda = 1 + \frac{\Delta m_{O_2}}{\dot{m} \cdot \Delta t}$$

ermittelt werden, wobei die verwendeten Größen den vorstehend definierten entsprechen. Die angegebene Beziehung gilt für $\lambda \approx 1$. Als Grundlage für die Ermittlung wird die Sauerstoffmassendifferenz Δm_{O_2} herangezogen, die die Differenz zwischen der Kombination aus dem ersten Lambdasignal und dem Offsetwert einerseits zu dem tatsächlich in dem Abgas vorliegenden Verbrennungsluftverhältnis andererseits angibt. In anderen Worten entspricht die Sauerstoffmassendifferenz der Differenz zwischen dem Sauerstoffbefüllungswert und dem Annahmewert beziehungsweise umgekehrt.

[0039] Im Rahmen einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Einstellen des Sauerstoffbefüllungswerts auf den Vorgabebefüllungswert während des Kalibrierungsschritts in einem Einstellzeitraum vorgenommen wird, wobei die Dauer des Einstellzeitraums konstant ist oder in Abhängigkeit von wenigstens einer Betriebsgröße der Antriebseinrichtung, insbesondere von dem ersten Lambdasignal und/oder dem zweiten Lambdasignal gewählt wird. Das Einstellen erfolgt insoweit über den Einstellzeitraum hinweg, beginnt also mit dem Beginn des Einstellzeitraums und endet mit dem Ende des Einstellzeitraums. Die Dauer des Einstellzeitraums ist stets größer als Null und beträgt - wenn er konstant gewählt ist - beispielsweise mindestens 1 Sekunde, mindestens 2 Sekunden, mindestens 3 Sekunden, mindestens 4 Sekunden oder mindestens 5 Sekunden. Alternativ kann auch eine variable Wahl der Dauer vorgesehen sein, beispielsweise in Abhängigkeit von der Betriebsgröße. Als solche wird dabei vorzugsweise zumindest eines der beiden Lambdasignale verwendet, insbesondere das zweite Lambdasignal der stromabwärts des Katalysators angeordneten zweiten Lambdasonde.

[0040] Beispielsweise wird zu Beginn des Einstellzeit-

raums ein Ausgangswert des Lambdasignals gemerkt, der Ausgangswert also gleich dem zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Lambdasignal gesetzt. Während des Einstellzeitraums wird kontinuierlich oder in Intervallen ein Differenzwert des aktuellen Lambdasignals von dem Ausgangswert bestimmt. Der Maximalwert des Differenzwerts während des Einstellzeitraums wird in Form eines Maximaldifferenzwerts festgehalten - also je nachdem, ob ein Sauerstoffbefüllungswert auf den ersten oder den zweiten Wert gesetzt wird ein Minimalwert oder ein Maximalwert des Lambdasignals.

[0041] Stimmt das mit dem Offsetwert korrigierte Lambdasignal mit dem tatsächlichen Verbrennungsluftverhältnis nicht überein, so wird sich das Lambdasignal nach Überschreiten der Maximaldifferenz wieder in Richtung des Ausgangswert verändert. Unterschreitet der (momentane) Differenzwert den Maximaldifferenzwert oder überschreitet eine Differenz zwischen dem (momentanen) Differenzwert und dem Maximaldifferenzwert einen bestimmten Schwellenwert, der von Null verschieden ist, so wird der Einstellzeitraum beendet und der Offsetwert angepasst. Weil aufgrund des Verlaufs des Differenzwerts darauf geschlossen werden kann, dass der Offsetfehler mittels des Offsetwerts nicht vollständig kompensiert wurde, wird bevorzugt zugleich das Vorgehen wiederholt, also der Kalibrierungsschritt erneut durchgeführt.

[0042] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass als erste Lambdasonde eine Breitbandlambdasonde und/oder als zweite Lambdasonde eine Sprunglambdasonde verwendet wird. Die Sprunglambdasonde hat im Vergleich zu der Breitbandlambdasonde lediglich ein relativ kleines Lambdafenster, innerhalb welchem sich das Lambdasignal verändert. Beispielsweise liegt das Lambdafenster der Sprunglambdasonde in einem Bereich von 0,98 bis 1,02, innerhalb welchem sich das von der Lambdasonde gelieferte Lambdasignal verändert. Außerhalb dieses Lambdafensters bleibt das Lambdasignal dagegen konstant.

[0043] Mithilfe der Breitbandlambdasonde kann dagegen ein Lambdafenster abgedeckt werden, welches um ein Mehrfaches größer ist als das Lambdafenster der Sprunglambdasonde. Beispielsweise liegt das Lambdafenster der Breitbandlambdasonde in einem Bereich, welcher von einer unteren Schranke und einer oberen Schranke begrenzt wird, wobei die untere Schranke beispielsweise bei 0,8 bis 0,9 und die obere Schranke bei bis zu 3, bis zu 2, bis zu 1,2 oder bis zu 1,1 liegt. Selbstverständlich können beide Lambdasonden entweder als Breitbandlambdasonde oder als Sprunglambdasonde ausgebildet sein. Besonders bevorzugt ist jedoch die erste Lambdasonde als Breitbandlambdasonde und die zweite Lambdasonde als Sprunglambdasonde ausgebildet.

[0044] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass der Sauerstoffbefüllungswert mittels eines Modells, insbesondere integral, aus dem ersten Lambdasignal bestimmt wird.

Auf eine derartige Vorgehensweise wurde bereits vorstehend eingegangen. Bevorzugt wird also der Sauerstoffbefüllungswert allein aufgrund des ersten Lambdasignals bestimmt, sodass das zweite Lambdasignal keine Berücksichtigung findet. Dies reicht aus, um eine Bilanzierung des Sauerstoffeintrags in den Sauerstoffspeicher und des Sauerstoffaustrags aus dem Sauerstoffspeicher aufzustellen, nämlich weil aufgrund des Sauerstoffspeichers das stromabwärts des Katalysators vorliegende Verbrennungsluftverhältnis gleich eins entspricht.

[0045] Es kann jedoch ebenso vorgesehen sein, neben dem ersten Lambdasignal auch das zweite Lambdasignal zum Bestimmen des Sauerstoffbefüllungswerts heranzuziehen. Auf diese Art und Weise kann die Genauigkeit nochmals vergrößert werden, weil auch die Menge des den Katalysator verlassenen Sauerstoffs genauer bestimmt werden kann. Ist die zweite Lambdasonde als Sprunglambdasonde ausgebildet, so kann zu diesem Zweck beispielsweise eine Linearisierung des zweiten Lambdasignals durchgeführt werden. Die Ermittlung des Sauerstoffbefüllungswerts erfolgt bevorzugt integral, also ausgehend von einem festgelegten Wert, beispielsweise dem ersten Wert oder dem zweiten Wert, der zum Zurücksetzen des Sauerstoffbefüllungswerts unter den genannten Bedingungen verwendet wird.

[0046] Schließlich kann im Rahmen einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass der Vorgabebefüllungswert auf einen zwischen dem ersten Wert und dem zweiten Wert liegenden Wert gesetzt wird. Zumindest ist vorgesehen, dass der Vorgabebefüllungswert sowohl von dem ersten Wert als auch dem zweiten Wert abweicht. Bevorzugt ist diese Abweichung möglichst groß, um den durch das Einstellen des Sauerstoffbefüllungswerts auf den Vorgabebefüllungswert zu überbrückenden Abstand möglichst groß zu gestalten. Entsprechend wird der Vorgabebefüllungswert bevorzugt genau zwischen den ersten Wert und den zweiten Wert gesetzt, beispielsweise also auf 50 % der Differenz zwischen den beiden Werten ausgehend von einem der beiden Werte.

[0047] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Antriebseinrichtung, insbesondere zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens, mit einem Antriebsaggregat und einer Abgasreinigungseinrichtung, wobei die Abgasreinigungseinrichtung einen von einem Abgasstrom des Antriebsaggregats durchströmbaren Katalysator sowie eine stromaufwärts des Katalysators in dem Abgasstrom angeordnete erste Lambdasonde und eine stromabwärts des Katalysators in dem Abgasstrom angeordnete zweite Lambdasonde aufweist.

[0048] Die Antriebseinrichtung ist dazu ausgebildet, einen Sauerstoffbefüllungswert eines Sauerstoffspeichers des Katalysators anhand eines von der ersten Lambdasonde bereitgestellten ersten Lambdasignals sowie einem Offsetwert zu bestimmen, wobei bei Unterschreiten einer Lambdasignaluntergrenze durch ein von der zweiten Lambdasonde bereitgestelltes zweites Lambdasig-

nal und/oder bei Überschreiten einer Lambdasignalobergrenze durch das zweite Lambdasignal ein Kalibrierungsschritt zum Kalibrieren der ersten Lambdasonde eingeleitet wird, wobei während des Kalibrierungsschritts der Sauerstoffbefüllungswert bei einem Unterschreiten auf einen einem leeren Sauerstoffspeicher entsprechenden ersten Wert und/oder bei dem Überschreiten auf einen einem vollen Sauerstoffspeicher entsprechenden zweiten Wert gesetzt, der Sauerstoffbefüllungswert auf einen Vorgabebefüllungswert eingestellt und der Offsetwert anhand des zweiten Lambdasignals angepasst wird.

[0049] Dabei ist vorgesehen, dass die Antriebseinrichtung weiter dazu ausgebildet ist, nach dem Kalibrierungsschritt einen Lambdasignalverlauf des zweiten Lambdasignals zu überwachen und bei Feststellen eines Extremwerts in dem Lambdasignalverlauf den Kalibrierungsschritt zu wiederholen.

[0050] Auf die Vorteile einer derartigen Ausgestaltung der Antriebseinrichtung beziehungsweise einer derartigen Vorgehensweise wurde bereits hingewiesen. Sowohl die Antriebseinrichtung als auch das Verfahren zu ihrem Betreiben können gemäß den vorstehenden Ausführungen weitergebildet sein, sodass insoweit auf diese verwiesen wird.

[0051] 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 eines Bereichs einer Abgasreinigungseinrichtung mit einem Katalysator sowie einer ersten Lambdasonde und einer zweiten Lambdasonde, und

Figur 2 ein Diagramm, in dem ein Verlauf eines von der ersten Lambdasonde bereitgestellten ersten Lambdasignals, der Verlauf eines von der zweiten Lambdasonde bereitgestellten zweiten Lambdasignals und ein Offsetwert, jeweils über der Zeit, aufgetragen sind.

[0052] Die Figur 1 zeigt einen Bereich einer Abgasreinigungseinrichtung 1, die als Bestandteil einer Antriebseinrichtung 2 vorliegt. Die Abgasreinigungseinrichtung 1 wird in Richtung eines Pfeils 3 von Abgas eines Antriebsaggregats der Antriebseinrichtung 2 durchströmt. Die Abgasreinigungseinrichtung 1 weist wenigstens einen Katalysator 4 auf, der über einen Sauerstoffspeicher beziehungsweise die Fähigkeit zur Sauerstoffspeicherung verfügt. Bezüglich des Abgases stromaufwärts des Katalysators 4 ist eine erste Lambdasonde 5, stromabwärts eine zweite Lambdasonde 6 vorgesehen. Das von dem Antriebsaggregat kommende Abgas überströmt also zunächst die erste Lambdasonde 5, durchläuft nachfolgend den Katalysator 4 und überströmt schließlich die zweite Lambdasonde 6. Mithilfe der ersten Lambdasonde 5

kann mithin der Restsauerstoffgehalt des Abgases vor dem Katalysator 4 und mithilfe der zweiten Lambdasonde 6 nach dem Katalysator 4 bestimmt werden. Der Restsauerstoffgehalt kann in Form eines Verbrennungsluftverhältnisses angegeben werden.

[0053] Anhand eines von der ersten Lambdasonde 5 bereitgestellten ersten Lambdasignals soll nun ein Sauerstoffbefüllungswert des Sauerstoffspeichers des Katalysators 4 bestimmt werden. Zusätzlich wird dabei ein Offsetwert $\Delta\lambda$ berücksichtigt, mittels welchem ein Offsetfehler der ersten Lambdasonde 5 im Idealfall vollständig ausgeglichen wird. Zum Bestimmen des Offsetwerts $\Delta\lambda$ wird insbesondere ein von der zweiten Lambdasonde 6 bereitgestelltes zweites Lambdasignal herangezogen. Unterschreitet dieses eine Lambdasignaluntergrenze, so wird ein Sauerstoffbefüllungswert auf einen ersten Wert gesetzt, der einem leeren Sauerstoffspeicher entspricht. Überschreitet dagegen das zweite Lambdasignal eine Lambdasignalobergrenze, so wird er auf einen zweiten Wert gesetzt, der einen vollen Sauerstoffspeicher anzeigt. Dies erfolgt im Rahmen eines Kalibrierungsschritts, der zum Kalibrieren der ersten Lambdasonde 5 durchgeführt wird.

[0054] Anschließend, insbesondere unmittelbar anschließend, an dieses Zurücksetzen des Sauerstoffbefüllungswerts, wird das Antriebsaggregat derart betrieben, dass der anhand des ersten Lambdasignals bestimmte Sauerstoffbefüllungswert über einen Einstellzeitraum hinweg auf einen Vorgabebefüllungswert eingestellt beziehungsweise geregelt wird. Spätestens zum Ende des Einstellzeitraums soll also der rechnerisch bestimmte Sauerstoffbefüllungswert mit dem Vorgabebefüllungswert übereinstimmen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass der tatsächlich vorliegende Sauerstoffbefüllungszustand ebenfalls gleich dem Vorgabebefüllungswert ist. Weicht am Ende des Einstellzeitraums das zweite Lambdasignal weiterhin von einem stöchiometrischen Verhältnis ab, so wird darauf geschlossen, dass die Kombination aus dem ersten Lambdasignal und dem Offsetwert $\Delta\lambda$ nicht das tatsächlich in dem Abgas vorliegende Verbrennungsluftverhältnis wiedergibt. Entsprechend wird der Offsetwert $\Delta\lambda$ anhand des zweiten Lambdasignals angepasst.

[0055] Nach dem Durchführen des Kalibrierungsschritts, insbesondere nach dem Anpassen des Offsetwerts anhand des zweiten Lambdasignals, wird ein Lambdasignalverlauf des zweiten Lambdasignals überwacht. Wird in dem Lambdasignalverlauf ein Extremwert festgestellt, so wird der Kalibrierungsschritt wiederholt. Insbesondere wird der Kalibrierungsschritt wiederholt, bis das zweite Lambdasignal einen gewünschten Wert erreicht hat, beispielsweise einen einem stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis entsprechenden Wert, oder zumindest in einem bestimmten Bereich um diesen Wert herum liegt, also beispielsweise weder die Lambdasignaluntergrenze unterschreitet, noch die Lambdasignalobergrenze überschreitet. Sowohl die Lambdasignaluntergrenze als auch die Lambdasignal-

bergrenze sind von einem stöchiometrischen Verhältnis verschieden, wobei die Lambdasignaluntergrenze beispielsweise einem Verbrennungsluftverhältnis kleiner als eins und die Lambdasignalobergrenze einem Verbrennungsluftverhältnis größer als eins entspricht.

[0056] Die Figur 2 zeigt ein Diagramm, in welchem drei Verläufe 7, 8 und 9 über der Zeit t wiedergegeben sind. Der Verlauf 7 entspricht dem ersten Lambdasignal, welches in Form eines Verbrennungsluftverhältnisses vorliegt. Der Verlauf 8 beschreibt das zweite Lambdasignal, welches als elektrische Spannung angegeben ist. Der Verlauf 9 beschreibt schließlich den Offsetwert $\Delta\lambda$. Dabei ist zu beachten, dass die dargestellte Zeitskala sowie die weiteren Größen rein beispielhaft sind und lediglich zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens dienen.

[0057] Für das zweite Lambdasignal ist eine Lambdasignaluntergrenze in Form der Spannung $U_{\min}$ festgelegt. Beispielsweise gilt $U_{\min} = 650$ mV. Unterschreitet nun das zweite Lambdasignal, wie hier dargestellt, diese Lambdasignaluntergrenze, so wird der Kalibrierungsschritt eingeleitet. Wie anhand des Verlaufs 7 erkennbar ist, wird dabei zunächst die Gemischzusammensetzung eines des Antriebsaggregats zugeführten Kraftstoff-Luft-Gemischs derart eingestellt, dass Sauerstoff aus dem Sauerstoffspeicher ausgetragen wird. Dies erfolgt derart, dass der Sauerstoffbefüllungswert auf einen Vorgabebefüllungswert eingestellt wird. Anschließend wird der Offsetwert anhand des zweiten Lambdasignals angepasst, in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Offsetwert verringert.

[0058] Aufgrund des Sauerstoffaustrags aus dem Sauerstoffspeicher beginnt sich der zweite Lambdawert ausgehend von seinem Ausgangswert zu verändern, nämlich in Richtung eines stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnisses. Nach dem Kalibrierungsschritt wird der Lambdasignalverlauf 8 des zweiten Lambdasignals überwacht. Wird dabei ein Extremwert 10 festgestellt (in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel sind mehrere derartiger Extremwerte 10 angedeutet), so wird der Kalibrierungsschritt zum weiteren Kalibrieren der ersten Lambdasonde wiederholt. Das Auftreten des Extremwerts deutet darauf hin, dass das Anpassen des Offsetwerts nicht ausreichend war, weil das zweite Lambdasignal wieder in Richtung seines Ausgangswerts "kippt". Entsprechend werden weitere Maßnahmen eingeleitet.

[0059] Mit dem hier beschriebenen Verfahren lässt sich ohne das Risiko von Reglerschwingungen ein Fehler der ersten Lambdasonde 5 schnell und genau bestimmen und beseitigen. Die Antriebseinrichtung 2 stellt sich mithin auf den Offsetfehler der ersten Lambdasonde 5 ein und kann nachfolgend derart betrieben werden, dass das von ihr erzeugte Abgas einem stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis entspricht, sodass es zumindest weitgehend von den in ihm enthaltenen Schadstoffen mittels des Katalysators 4 befreit werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Antriebseinrichtung (2) mit einem Antriebsaggregat und einer Abgasreinigungseinrichtung (1), wobei die Abgasreinigungseinrichtung (1) einen von einem Abgasstrom des Antriebsaggregats durchströmbaren Katalysator (4) sowie eine stromaufwärts des Katalysators (4) in dem Abgasstrom angeordnete erste Lambdasonde (5) und eine stromabwärts des Katalysators (4) in dem Abgasstrom angeordnete zweite Lambdasonde (6) aufweist, wobei

- ein Sauerstoffbefüllungswert eines Sauerstoffspeichers des Katalysators (4) anhand eines von der ersten Lambdasonde (5) bereitgestellten ersten Lambdasignals sowie einem Offsetwert bestimmt wird, wobei
- bei Unterschreiten einer Lambdasignaluntergrenze durch ein von der zweiten Lambdasonde (6) bereitgestelltes zweites Lambdasignal und/oder bei Überschreiten einer Lambdasignalobergrenze durch das zweite Lambdasignal ein Kalibrierungsschritt zum Kalibrieren der ersten Lambdasonde (5) eingeleitet wird, wobei
- während des Kalibrierungsschritts der Sauerstoffbefüllungswert bei dem Unterschreiten auf einen einem leeren Sauerstoffspeicher entsprechenden ersten Wert und/oder bei dem Überschreiten auf einen einem vollen Sauerstoffspeicher entsprechenden zweiten Wert gesetzt, der Sauerstoffbefüllungswert auf einen Vorgabebefüllungswert eingestellt und der Offsetwert anhand des zweiten Lambdasignals angepasst wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

- nach dem Kalibrierungsschritt ein Lambdasignalverlauf des zweiten Lambdasignals überwacht und bei Feststellen eines Extremwerts in dem Lambdasignalverlauf der Kalibrierungsschritt wiederholt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Überwachen des zweiten Lambdasignals ein Maximalwert und/oder ein Minimalwert des zweiten Lambdasignals ermittelt werden/wird, wobei bei Unterschreiten des Maximalwerts und/oder bei Überschreiten des Minimalwerts auf den Extremwert erkannt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur dann auf den Extremwert erkannt wird, wenn der Maximalwert um einen Mindestbetrag unterschritten oder der Minimalwert um den Mindestbetrag überschritten wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mindestbetrag in Abhängigkeit von dem zweiten Lambdawert und/oder dem Extremwert ermittelt wird. 5
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Anpassen des Offsetwerts dieser um einen Differenzwert inkrementiert wird, wenn nach dem Einstellen auf den Vorgabebefüllungswert das zweite Lambdasignal einer mageren Gemischzusammensetzung entspricht, und/oder um den Differenzwert dekrementiert wird, wenn nach dem Einstellen auf den Vorgabebefüllungswert das zweite Lambdasignal einer fetten Gemischzusammensetzung entspricht. 10 15
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Differenzwert konstant ist oder in Abhängigkeit von einem Lambdadifferenzwert ermittelt wird, der der Differenz zwischen dem Sauerstoffbefüllungswert und einem anhand des zweiten Lambdasignals bestimmten Annahmewert entspricht, wobei der Annahmewert bei Unterschreiten der Lambdasignaluntergrenze durch das zweite Lambdasignal auf den ersten Wert und/oder bei Überschreiten der Lambdasignalobergrenze durch das zweite Lambdasignal auf den zweiten Wert gesetzt wird. 20 25
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einstellen des Sauerstoffbefüllungswerts auf den Vorgabebefüllungswert während des Kalibrierungsschritts in einem Einstellzeitraum vorgenommen wird, wobei die Dauer des Einstellzeitraums konstant ist oder in Abhängigkeit von wenigstens einer Betriebsgröße der Antriebseinrichtung (2), insbesondere von dem ersten Lambdasignal und/oder dem zweiten Lambdasignal, gewählt wird. 30 35 40
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sauerstoffbefüllungszustand mittels eines Modells, insbesondere integral, aus dem ersten Lambdasignal ermittelt wird. 45
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorgabebefüllungswert auf einen zwischen dem ersten Wert und dem zweiten Wert liegenden Wert gesetzt wird. 50
10. Antriebseinrichtung (2), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Antriebsaggregat und einer Abgasreinigungseinrichtung (1), wobei die Abgasreinigungseinrichtung (1) einen von einem Abgasstrom des Antriebsaggregats durchströmbar Katalysator (4) sowie eine stromauf-

wärts des Katalysators (4) in dem Abgasstrom angeordnete erste Lambdasonde (5) und eine stromabwärts des Katalysators (4) in dem Abgasstrom angeordnete zweite Lambdasonde (6) aufweist, wobei die Antriebseinrichtung (2) dazu ausgebildet ist,

- einen Sauerstoffbefüllungswert eines Sauerstoffspeichers des Katalysators (4) anhand eines von der ersten Lambdasonde (5) bereitgestellten ersten Lambdasignals sowie einem Offsetwert zu bestimmen, wobei
- bei Unterschreiten einer Lambdasignaluntergrenze durch ein von der zweiten Lambdasonde (6) bereitgestelltes zweites Lambdasignal und/oder bei Überschreiten einer Lambdasignalobergrenze durch das zweite Lambdasignal ein Kalibrierungsschritt zum Kalibrieren der ersten Lambdasonde (5) eingeleitet wird, wobei
- während des Kalibrierungsschritts der Sauerstoffbefüllungswert bei dem Unterschreiten auf einen einem leeren Sauerstoffspeicher entsprechenden ersten Wert und/oder bei dem Überschreiten auf einen einem vollen Sauerstoffspeicher entsprechenden zweiten Wert gesetzt, der Sauerstoffbefüllungswert auf einen Vorgabebefüllungswert eingestellt und der Offsetwert anhand des zweiten Lambdasignals angepasst wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Antriebseinrichtung (2) weiter dazu ausgebildet ist, nach dem Kalibrierungsschritt einen Lambdasignalverlauf des zweiten Lambdasignals zu überwachen und bei Feststellen eines Extremwerts in dem Lambdasignalverlauf den Kalibrierungsschritt zu wiederholen.

Fig. 1

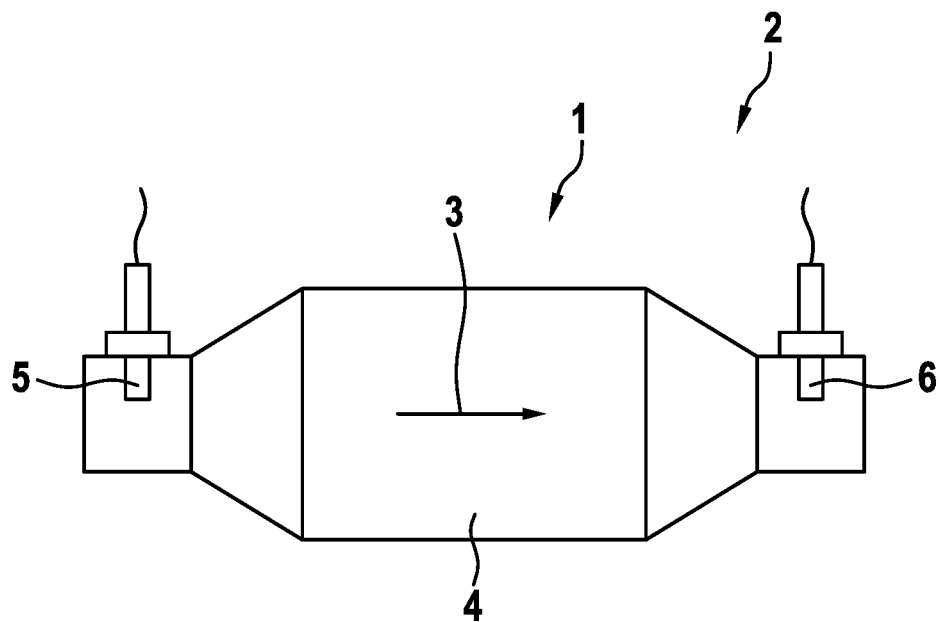
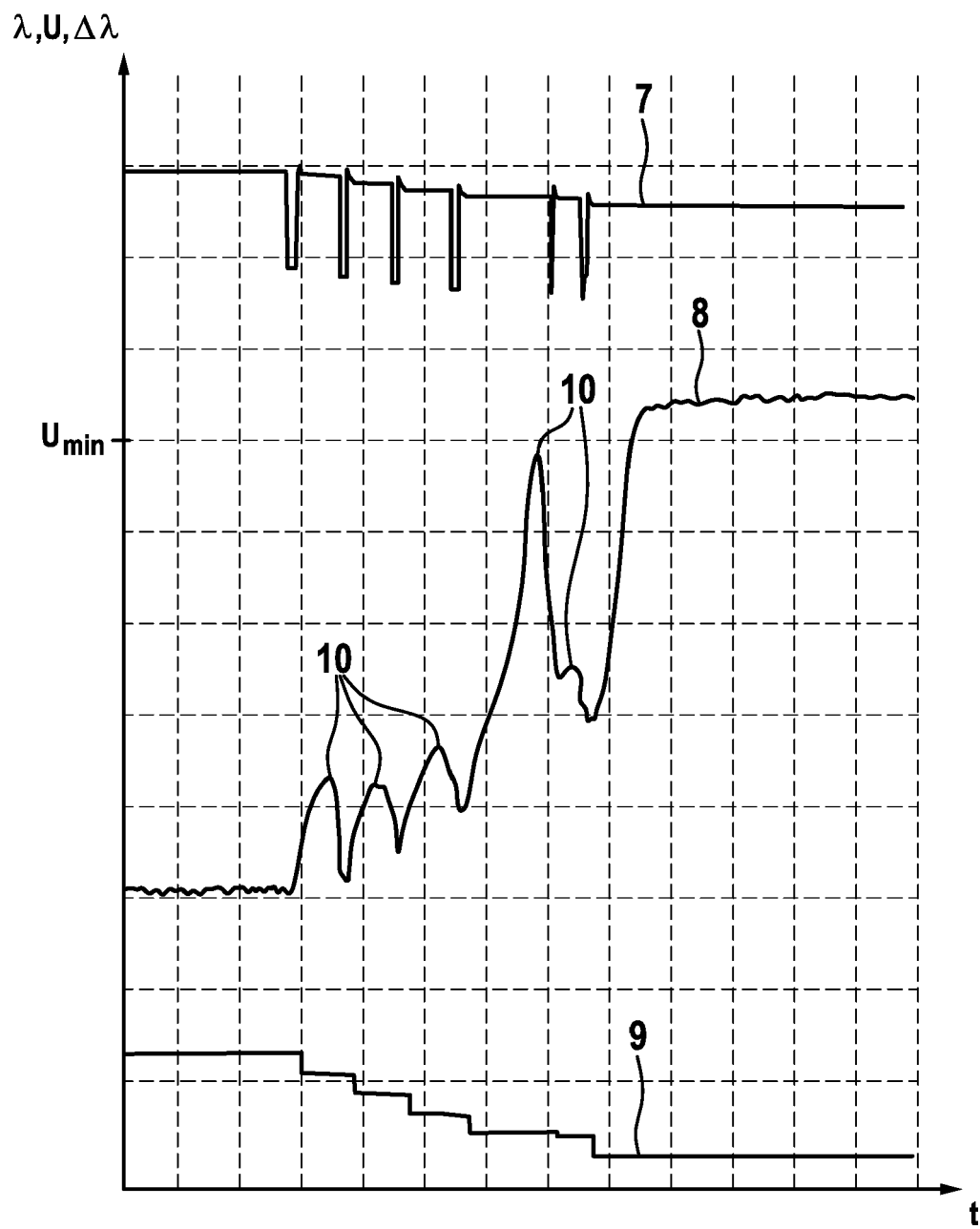


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 18 2770

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2014 015523 B3 (AUDI AG [DE]) 5. November 2015 (2015-11-05) * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	1-10	INV. F02D41/02 F02D41/14 F02D41/24
A	DE 10 2012 019907 A1 (AUDI AG [DE]) 17. April 2014 (2014-04-17) * Ansprüche 1-10; Abbildungen 1,2 *	1-10	
A	DE 10 2015 201400 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. Juli 2016 (2016-07-28) * Absätze [0023] - [0031]; Ansprüche 1-7; Abbildung 1 *	1-10	
A	DE 10 2013 201734 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7. August 2014 (2014-08-07) * Ansprüche 1-9; Abbildung 1 *	1-9	
A	DE 10 2012 019964 A1 (AUDI AG [DE]) 17. April 2014 (2014-04-17) * Absätze [0007], [0011], [0019], [0020]; Ansprüche 1-6; Abbildung 1 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01N F02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. März 2018	Prüfer Boye, Michael
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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 18 2770

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.

06-03-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102014015523 B3	05-11-2015	CN 105526020 A	27-04-2016
		DE 102014015523 B3	05-11-2015
		US 2016108836 A1	21-04-2016
DE 102012019907 A1	17-04-2014	CN 104718365 A	17-06-2015
		DE 102012019907 A1	17-04-2014
		JP 5959752 B2	02-08-2016
		JP 2015531452 A	02-11-2015
		US 2015260118 A1	17-09-2015
		WO 2014056625 A2	17-04-2014
DE 102015201400 A1	28-07-2016	CN 107208565 A	26-09-2017
		DE 102015201400 A1	28-07-2016
		EP 3250802 A1	06-12-2017
		WO 2016120190 A1	04-08-2016
DE 102013201734 A1	07-08-2014	CN 103967567 A	06-08-2014
		DE 102013201734 A1	07-08-2014
DE 102012019964 A1	17-04-2014	KEINE	

EPO FORM P0461

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

- DE 102012019907 A1 [0009]