

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
23. Juni 2016 (23.06.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/096068 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/00 (2006.01) F02B 75/04 (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01) F02D 15/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/002220

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. November 2015 (05.11.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 018 855.8
17. Dezember 2014 (17.12.2014) DE

(71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder: AZADEH, Reza; Hintere Keilbergstrasse 46B,
93055 Regensburg (DE).

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

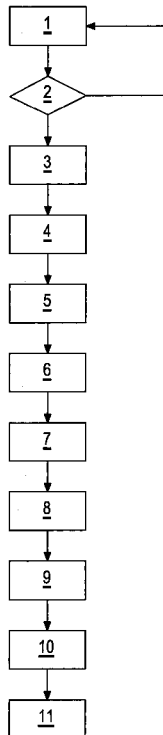
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA,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

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND CORRESPONDING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE SOWIE ENTSPRECHENDE BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an internal combustion engine, which has a plurality of cylinders, an adjusting device for jointly adjusting the compression ratios in the cylinders, and a lambda sensor for determining the residual oxygen content in the exhaust gas of the internal combustion engine for each cylinder individually. According to the invention, at a first setpoint compression ratio, first cylinder lambda values are sensed for the cylinders and, at a second setpoint compression ratio different from the first target compression ratio, second cylinder lambda values are sensed for the cylinders, wherein a deviation between actual compression ratios of the cylinders is determined from the differences between the first cylinder lambda values and the second cylinder lambda values.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, die mehrere Zylinder, eine Versteileinrichtung zum gemeinsamen Verstellen der Verdichtungsverhältnisse in den Zylindern sowie eine Lambdasonde zum zylinderselektiven Bestimmen des Restsauerstoffgehalts in Abgas der Brennkraftmaschine aufweist. Dabei ist vorgesehen, dass für die Zylinder bei einem ersten Sollverdichtungsverhältnis erste Zylinderlambdawerte und bei einem von dem ersten Sollverdichtungsverhältnis verschiedenen zweiten Sollverdichtungsverhältnis zweite Zylinderlambdawerte erfasst werden, wobei aus den Differenzen zwischen den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten eine Abweichung zwischen Istverdichtungsverhältnissen der Zylinder ermittelt wird.

Figur 1

WO 2016/096068 A1



Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine sowie entsprechende Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine,
5 die mehrere Zylinder, eine Verstelleinrichtung zum gemeinsamen Verstellen
der Verdichtungsverhältnisse in den Zylindern sowie eine Lambdasonde zum
zylinderselektiven Bestimmen des Restsauerstoffgehalts im Abgas der
Brennkraftmaschine aufweist, wobei für die Zylinder bei einem ersten Soll-
verdichtungsverhältnis erste Zylinderlambdawerte und bei einem von dem
10 ersten Sollverdichtungsverhältnis verschiedenen zweiten Sollverdichtungs-
verhältnis zweite Zylinderlambdawerte erfasst werden, wobei aus den Diffe-
renzen zwischen den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinder-
lambdawerten eine Abweichung zwischen Istverdichtungsverhältnissen
der Zylinder ermittelt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkraftma-
15 schine.

Die Brennkraftmaschine dient beispielsweise dem Antreiben eines Kraftfahr-
zeugs, also dem Bereitstellen eines auf das Antreiben des Kraftfahrzeugs
gerichteten Drehmoments. Sie verfügt über mehrere Zylinder, in welchen
20 jeweils ein Kolben längsbeweglich angeordnet ist. Jeder der Kolben ist mit
einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine wirkverbunden. Mittels der Kur-
belwelle wird die lineare Bewegung der Kolben in eine Drehbewegung um-
gesetzt. In jedem der Zylinder herrscht während eines Arbeitsspiels ein be-
stimmtes Verdichtungsverhältnis vor, welches insbesondere durch ein Maxi-
25 malverdichtungsverhältnis gekennzeichnet ist, das dem maximalen, während
des Arbeitsspiels erreichten Verdichtungsverhältnis entspricht.

Das in dem jeweiligen Zylinder vorliegende Verdichtungsverhältnis beein-
flusst zahlreiche Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine, beispielsweise die
30 Verbrennungsgeschwindigkeit von Kraftstoff in dem Zylinder, die dabei vor-

herrsche Verbrennungstemperatur sowie die Abgastemperatur. Zudem beeinflusst das Verdichtungsverhältnis die Nachreaktionen in einem Abgastrakt der Brennkraftmaschine und somit die Zusammensetzung der Emissionskomponenten sowie den Restsauerstoffgehalt des Abgases.

5

Das optimale Verdichtungsverhältnis hängt üblicherweise von einem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine ab, welcher durch die Drehzahl und/oder das von der Brennkraftmaschine erzeugte Drehmoment gekennzeichnet ist. Das bedeutet jedoch, dass für unterschiedliche Betriebspunkte unterschiedliche optimale Verdichtungsverhältnisse vorliegen können. Aus diesem Grund ist der Brennkraftmaschine die Verstelleinrichtung zugeordnet, mittels welcher die in den Zylindern erreichten Verdichtungsverhältnisse verstellt werden können. Dabei ist die Verstelleinrichtung zum gemeinsamen Verstellen der Verdichtungsverhältnisse ausgebildet. Entsprechend können mittels der Verstelleinrichtung lediglich die Verdichtungsverhältnisse aller Zylinder, nicht jedoch das Verdichtungsverhältnis eines einzelnen Zylinders unabhängig von den Verdichtungsverhältnissen der anderen Zylinder, eingestellt werden.

Die Brennkraftmaschine beziehungsweise ein der Brennkraftmaschine zugeordneter Abgastrakt, der von Abgas der Brennkraftmaschine durchströmt wird, weist die Lambdasonde auf, mittels welcher der Restsauerstoffgehalt in dem Abgas der Brennkraftmaschine ermittelt werden kann. Dieses Bestimmen des Restsauerstoffgehalts wird dabei zylinderselektiv vorgenommen. Das bedeutet, dass ein ermittelter Restsauerstoffgehalt jeweils einem Zylinder der Brennkraftmaschine zugeordnet wird. Zu diesem Zweck wird insbesondere die Laufzeit des Abgases von dem Zylinder bis hin zu der Lambdasonde berücksichtigt. Aus dem zylinderselektiv bestimmten Restsauerstoffgehalt können insoweit Rückschlüsse auf die Verbrennungsverhältnisse in dem entsprechenden Zylinder gezogen werden.

30

Aus dem Stand der Technik sind beispielsweise die Druckschriften JP 2010-024859 A und US 2012/0215423 A1 bekannt.

5 Es ist nun Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine vorzuschlagen, welches gegenüber dem bekannten Stand der Technik Vorteile aufweist, insbesondere einen effizienteren Betrieb der Brennkraftmaschine ermöglicht.

10 Dies wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht. Dabei ist vorgesehen, dass aus den Differenzen zwischen den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten ein Drehmomentunterschied und/oder ein Wirkungsgradunterschied zwischen den Zylindern ermittelt werden und aus dem ermittelten Drehmomentunterschied oder Wirkungsgradunterschied die Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen ermittelt wird, und dass aus der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen zylinderspezifische Korrekturwerte für wenigstens einen Betriebsparameter der Zylinder ermittelt und an der Brennkraftmaschine eingestellt werden, sodass die Zylinder jeweils das gleiche Drehmoment zur Verfügung stellen und/oder denselben Wirkungsgrad aufweisen. Grundsätzlich ist also vorgesehen, dass für die Zylinder bei einem ersten Sollverdichtungsverhältnis erste Zylinderlambdawerte und bei einem von dem ersten Sollverdichtungsverhältnis verschiedenen zweiten Sollverdichtungsverhältnis zweite Zylinderlambdawerte erfasst werden, wobei aus den Differenzen zwischen den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten eine Abweichung zwischen Istverdichtungsverhältnissen der Zylinder ermittelt wird.

15
20
25

Mittels der Verstelleinrichtung können zwar die Verdichtungsverhältnisse in den Zylindern eingestellt werden. Dabei wird das gewünschte Sollverdichtungsverhältnis an der Verstelleinrichtung eingestellt. Da jedoch mittels der

30

Verstelleinrichtung lediglich das gemeinsame Verstellen der Verdichtungsverhältnisse vorgesehen ist, können sich beispielsweise aufgrund von Toleranzen tatsächlich unterschiedliche Verdichtungsverhältnisse, auch als Istverdichtungsverhältnisse bezeichnet, in den Zylindern einstellen.

5

Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass in unterschiedlichen Zylindern voneinander abweichende Istverdichtungsverhältnisse, insbesondere voneinander abweichende Maximalverdichtungsverhältnisse, auftreten können. Dies kann zu Schwankungen des Drehmoments, Klopfen und erhöhtem Kraftstoffverbrauch führen.

10

Aus diesem Grund ist es nun vorgesehen, dass für wenigstens zwei der Zylinder, vorzugsweise jedoch für alle Zylinder, Abweichungen zwischen den Istverdichtungsverhältnissen ermittelt werden, wobei beispielsweise ein Referenzverdichtungsverhältnis herangezogen wird und die Abweichungen der Istverdichtungsverhältnisse der weiteren Zylinder relativ zu diesem Referenzverdichtungsverhältnis angegeben werden. Das Referenzverdichtungsverhältnis ist zum Beispiel ein mittleres Verdichtungsverhältnis.

15

Das Ermitteln der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen erfolgt mit Hilfe der Lambdawerte, die bei unterschiedlichen Sollverdichtungsverhältnissen ermittelt werden. Insoweit soll zunächst mittels der Verstelleinrichtung das erste Sollverdichtungsverhältnis eingestellt werden. Liegt das erste Sollverdichtungsverhältnis vor, so werden für wenigstens zwei der Zylinder die ersten Zylinderlambdawerte ermittelt, wobei für jeden der Zylinder jeweils ein erster Zylinderlambdawert mit Hilfe der Lambdasonde gemessen wird. Nachfolgend wird das zweite Sollverdichtungsverhältnis mit Hilfe der Verstelleinrichtung eingestellt, wobei das zweite Sollverdichtungsverhältnis von dem ersten Sollverdichtungsverhältnis verschieden ist. Liegt das zweite Sollverdichtungsverhältnis vor, so werden erneut die zweiten Zylinder-

20

25

30

derlambdawerte für die wenigstens zwei der Zylinder erfasst, wobei wiederum für jeden der Zylinder jeweils ein zweiter Zylinderlambdawert mit Hilfe der Lambdasonde gemessen wird.

- 5 Wie bereits eingangs erläutert, hat das Verdichtungsverhältnis einen Einfluss auf verschiedene Parameter, beispielsweise die Verbrennungsgeschwindigkeit, die Verbrennungstemperatur sowie die Abgastemperatur. Zudem beeinflusst das Verdichtungsverhältnis die Nachreaktionen des Abgases im Abgastrakt. Entsprechend treten bei unterschiedlichen Verdichtungsverhältnissen unterschiedliche Restsauerstoffgehalte beziehungsweise unterschiedliche Lambdawerte auf. Weil die Lambdawerte zylinderselektiv bestimmt werden und mithin einem konkreten Zylinder zugeordnet werden können, kann anhand der Zylinderlambdawerte auf das in dem entsprechenden Zylinder vorliegende Istverdichtungsverhältnis geschlossen werden, zumindest relativ
- 10 zu einem anderen der Zylinder, beispielsweise dem Referenzzylinder.
- 15

Beispielsweise ist es vorgesehen, aus dem ersten Zylinderlambdawert und dem zweiten Zylinderlambdawert eines ersten Zylinder eine erste Zylinderlambdadifferenz zu ermitteln. Aus dem ersten Zylinderlambdawert und dem zweiten Zylinderlambdawert eines zweiten der Zylinder wird dagegen eine zweite Zylinderlambdadifferenz ermittelt. Aus einem Vergleich der ersten Zylinderlambdadifferenz mit der zweiten Zylinderlambdadifferenz können nun auf Abweichungen zwischen den Istverdichtungsverhältnissen der Zylinder geschlossen werden.

25

Insoweit werden die Istverdichtungsverhältnisse der Zylinder mit Hilfe der Lambdasonde und der Verstelleinrichtung rekonstruiert. Dabei werden mittels der Verstelleinrichtung die Istverdichtungsverhältnisse verändert, insbesondere stufenweise verändert, und die Messwerte der Lambdasonde für die

30 Auswertung der Istverdichtungsverhältnisse herangezogen. Obwohl das Ver-

verdichtungsverhältnis in den Zylindern keine direkt messbare Größe ist, kann es mit Hilfe des beschriebenen Verfahrens zumindest relativ rekonstruiert werden. Anhand der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen kann anschließend beispielsweise ein Korrekturwert für wenigstens einen Betriebsparameter ermittelt werden.

Die Verstelleinrichtung zum Verstellen der Verdichtungsverhältnisse kann grundsätzlich beliebig ausgestaltet sein. Beispielsweise weist die Verstelleinrichtung einen Mehrgelenkskurbeltrieb auf. Dieser verfügt bevorzugt über mehrere drehbar auf Hubzapfen einer Kurbelwelle gelagerte Koppelglieder, über an Kolben der Brennkraftmaschine angelenkte Kolbenpleuelstangen und über Anlenkpleuelstangen, wobei jedes Koppelglied schwenkbar mit einer der Kolbenpleuelstangen und schwenkbar mit einer der Anlenkpleuelstangen verbunden ist.

Der Mehrgelenkskurbeltrieb verfügt also über mehrere Koppelglieder, die drehbar auf Hubzapfen der Kurbelwelle gelagert sind. An jedem Koppelglied ist eine der Kolbenpleuelstangen und eine der Anlenkpleuelstangen schwenkbar angelenkt beziehungsweise schwenkbar gelagert. Die Kolbenpleuelstange ist auf ihrer dem jeweiligen Koppelglied abgewandten Seite schwenkbar an einem Kolben der Brennkraftmaschine gelagert, wobei der Kolben in einem der Zylinder der Brennkraftmaschine linear verlagerbar angeordnet ist. Die Anlenkpleuelstangen dienen dem Einstellen bestimmter Verdichtungsverhältnisse in den Zylindern. Zu diesem Zweck können die Anlenkpleuelstangen drehbar auf Hubzapfen einer Exzenterwelle gelagert sein. Vorzugsweise kann eine Drehwinkelstellung der Exzenterwelle mittels einer Stellvorrichtung, insbesondere in Abhängigkeit von einem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine, verstellt werden. Das in den Zylindern erzielte Verdichtungsverhältnis beziehungsweise Istverdichtungsverhältnis hängt von der Drehwinkelstellung der Exzenterwelle ab.

Bevorzugt weist das Koppelglied zwei nach entgegengesetzten Seiten über die Kurbelwelle überstehende, an ihrem Ende jeweils mit einem Schwenkgelenk versehene Arme auf. Selbstverständlich sind auch andere Ausführungsformen möglich. Die Drehachse des Koppelglieds um die Kurbelwelle beziehungsweise um den Hubzapfen der Kurbelwelle kann als Koppelglieddrehachse bezeichnet werden. Eines der Schwenkgelenke dient zur schwenkbaren Verbindung mit der Kolbenpleuelstange, die einen der Kolben der Brennkraftmaschine über das Koppelglied mit der Kurbelwelle verbindet.

Die Drehachse dieses Schwenkgelenks wird beispielsweise als Kolbenpleueldrehachse bezeichnet. Aufgrund der Verschwenkbarkeit des Koppelglieds ist die Kolbenpleueldrehachse nicht ortsfest, sondern wird zusammen mit dem Koppelglied verlagert beziehungsweise verschwenkt. Ein anderes der Schwenkgelenke dient zur schwenkbaren Verbindung mit der sogenannten Anlenkpleuelstange, welche mit ihrem anderen, dem Koppelglied gegenüberliegenden Ende auf dem Hubzapfen der Exzenterwelle gelagert ist. Die Drehachse dieses Schwenkgelenks kann als Anlenkpleueldrehachse bezeichnet werden, während die Drehachse der Anlenkpleuelstange auf dem Hubzapfen der Exzenterwelle im Rahmen der Beschreibung beispielhaft als Exzenterdrehachse geführt wird.

Die Anlenkpleuelstange verfügt zur Ausbildung der Schwenkgelenke bevorzugt über zwei Pleuelaugen. Das erste Pleuelauge ist Bestandteil des Schwenkgelenks, über welches die Anlenkpleuelstange mit dem Kolbenglied zusammenwirkt. Das erste Pleuelauge umgreift dabei beispielsweise einen an dem Koppelglied gehaltenen Koppelstift beziehungsweise Lagerbolzen. Das zweite Pleuelauge ist analog dazu Bestandteil des Schwenkgelenks, über welches die Anlenkpleuelstange mit der Exzenterwelle verbunden ist. Insbesondere umgreift das zweite Pleuelauge den Hubzapfen der Exzenterwelle wenigstens bereichsweise.

- Wie bereits erläutert, kann mittels des Mehrgelenkskurbeltriebs das in dem dem Kolben jeweils zugeordneten Zylinder erreichte Verdichtungsverhältnis eingestellt werden, insbesondere in Abhängigkeit von dem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine und/oder dem vorliegenden Arbeitstakt. Zum Verstellen des Verdichtungsverhältnisses wird die Exzenterwelle in eine bestimmte, dem gewünschten Sollverdichtungsverhältnis entsprechende Drehwinkelstellung beziehungsweise Istdrehwinkelstellung gebracht.
- 10 Es ist vorgesehen, dass aus den Differenzen zwischen den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten ein Drehmomentunterschied oder ein Wirkungsgradunterschied zwischen den Zylindern ermittelt wird. Dabei kann es, wie vorstehend bereits angedeutet, vorgesehen sein, dass zunächst für den ersten Zylinder die erste Zylinderlambdadifferenz und
- 15 für den zweiten Zylinder die zweite Zylinderlambdadifferenz ermittelt wird. Aus diesen Zylinderlambdadifferenzen kann anschließend auf den Drehmomentunterschied beziehungsweise den Wirkungsgradunterschied zwischen den Zylindern geschlossen werden. Selbstverständlich können die ersten Zylinderlambdawerte, beinhaltend jeweils einen ersten Zylinderlambdawert
- 20 pro Zylinder, und die zweiten Zylinderlambdawerte, ebenfalls beinhaltend jeweils einen Zylinderlambdawert pro Zylinder, unmittelbar der Ermittlung des Drehmomentunterschieds beziehungsweise des Wirkungsgradunterschieds zugrunde gelegt werden.
- 25 Aus dem ermittelten Drehmomentunterschied oder Wirkungsgradunterschied wird die Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnisses ermittelt. Das in den Zylindern jeweils vorliegende Istverdichtungsverhältnis ist maßgebend für das mittels diesem Zylinder erreichbare Drehmoment beziehungsweise den erreichbaren Wirkungsgrad. Entsprechend kann aus dem
- 30 Drehmomentunterschied beziehungsweise dem Wirkungsgradunterschied

auf die in den Zylindern vorliegenden Istverdichtungsverhältnisse beziehungsweise auf die Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen voneinander geschlossen werden.

- 5 Schließlich ist vorgesehen, dass aus der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen ein Korrekturwert für wenigstens einen Betriebsparameter von wenigstens einem der Zylinder ermittelt und an der Brennkraftmaschine eingestellt wird. Beispielsweise ist ein Vorgabewert des Betriebsparameters für alle Zylinder der Brennkraftmaschine identisch. Ein zylinder-
- 10 spezifischer Sollwert wird nun aus diesem Vorgabewert und dem ebenfalls zylinderspezifischen Korrekturwert ermittelt. Sind die Korrekturwerte der Zylinder unterschiedlich, so ergeben sich entsprechend auch unterschiedliche Sollwerte, welche nachfolgend an der Brennkraftmaschine eingestellt werden. Das bedeutet, dass die Zylinder mit unterschiedlichen Werten für den
- 15 Betriebsparameter betrieben werden können.

- Besonders bevorzugt wird der Korrekturwert aus der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen bestimmt. Auf diese Art und Weise können die unterschiedlichen Istverdichtungsverhältnisse in den Zylindern ausgegli-
- 20 chen werden, sodass nachfolgend idealerweise die Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils das gleiche Drehmoment zur Verfügung stellen und/oder denselben Wirkungsgrad aufweisen. Durch entsprechende Wahl des Korrekturwerts können insoweit die unterschiedlichen Istverdichtungsverhältnisse und mithin die Abweichung der Istverdichtungsverhältnisse zumindest
- 25 teilweise, insbesondere vollständig, ausgeglichen werden.

- In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die ersten Zylinderlambdawerte und die zweiten Zylinderlambdawerte bei demselben Betriebspunkt der Brennkraftmaschine ermittelt werden. Der Be-
- 30 triebspunkt ist vorzugsweise gekennzeichnet durch die Drehzahl der Brenn-

kraftmaschine und/oder das von der Brennkraftmaschine bereitgestellte Drehmoment. Das Verfahren soll insoweit bei konstanter Drehzahl oder bei konstantem Drehmoment durchgeführt werden. Besonders bevorzugt sind sowohl die Drehzahl als auch das Drehmoment während der Durchführung des Verfahrens konstant, sodass bei dem Erfassen der ersten Zylinderlambdawerte dieselbe Drehzahl und/oder dasselbe Drehmoment vorliegt wie bei dem Erfassen der zweiten Zylinderlambdawerte.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass als Betriebsparameter ein Zündzeitpunkt, eine Gemischzusammensetzung und/oder eine Nockenwellenposition verwendet werden/wird. Beispielsweise wird der Korrekturwert lediglich für einen dieser Betriebsparameter ermittelt und an der Brennkraftmaschine eingestellt. Besonders bevorzugt werden jedoch Korrekturwerte für mehrere Betriebsparameter, insbesondere alle der genannten Betriebsparameter ermittelt und nachfolgend zum Betreiben der Brennkraftmaschine herangezogen.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass bei einem Überschreiten einer Maximalabweichung durch die Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen auf eine Fehlfunktion der Brennkraftmaschine erkannt wird. Die Maximalabweichung ist dabei beispielsweise derart gewählt, dass eine derart große Abweichung nicht durch die entsprechende Wahl des Korrekturwerts ausgeglichen werden kann. Weil aufgrund einer derart großen Abweichung sowohl die Laufruhe der Brennkraftmaschine als auch ihr Kraftstoffverbrauch negativ beeinflusst werden kann, soll auf die Fehlfunktion der Brennkraftmaschine erkannt und diese vorzugsweise angezeigt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das zylinderselektive Bestimmen des Sauerstoffgehalts unter Berücksichtigung

sichtigung des Betriebspunkts der Brennkraftmaschine erfolgt. Insbesondere wird aus dem Betriebspunkt die Laufzeit des Abgases von dem jeweiligen Zylinder bis hin zu der Lambdasonde zumindest näherungsweise ermittelt. Diese Laufzeit kann anschließend bei dem zylinderselektiven Bestimmen des Restsauerstoffgehalts in dem Abgas verwendet werden, um den jeweils gemessenen Restsauerstoffgehalt einem der Zylinder zuzuordnen und so zu den Zylinderlambdawerten zu gelangen.

Schließlich kann in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass bei wenigstens einem von dem ersten Sollverdichtungsverhältnis und dem zweiten Sollverdichtungsverhältnis verschiedenen weiteren Sollverdichtungsverhältnis weitere Zylinderlambdawerte erfasst und bei dem Ermitteln der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen berücksichtigt werden. Es kann insoweit vorgesehen sein, dass nicht lediglich zwei unterschiedliche Sollverdichtungsverhältnisse, sondern wenigstens drei oder mehr unterschiedliche Sollverdichtungsverhältnisse verwendet werden. Auf diese Art und Weise kann die Genauigkeit der Berechnung der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen für die Zylinder deutlich verbessert werden.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkraftmaschine, insbesondere zur Durchführung des vorstehend erläuterten Verfahrens, die mehrere Zylinder, eine Verstelleinrichtung zur gemeinsamen Verstellung der Verdichtungsverhältnisse in den Zylindern sowie eine Lambdasonde zur zylinderselektiven Bestimmung des Restsauerstoffgehalts im Abgas der Brennkraftmaschine aufweist. Dabei ist vorgesehen, dass die Brennkraftmaschine dazu ausgebildet ist, für die Zylinder bei einem ersten Sollverdichtungsverhältnis erste Zylinderlambdawerte und bei einem von dem ersten Sollverdichtungsverhältnis verschiedenen zweiten Sollverdichtungsverhältnis zweite Zylinderlambdawerte zu erfassen, wobei aus den Differenzen zwischen den ersten Zylinder-

der Lambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten eine Abweichung zwischen Istverdichtungsverhältnissen der Zylinder ermittelt wird. Weiterhin ist vorgesehen, dass aus den Differenzen zwischen den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten ein Drehmomentunterschied und/oder ein Wirkungsgradunterschied zwischen den Zylindern
5 ermittelt werden und aus dem ermittelten Drehmomentunterschied oder Wirkungsgradunterschied die Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen ermittelt wird, und dass aus der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen zylinderspezifische Korrekturwerte für wenigstens
10 einen Betriebsparameter der Zylinder ermittelt und an der Brennkraftmaschine eingestellt werden, sodass die Zylinder jeweils das gleiche Drehmoment zur Verfügung stellen und/oder denselben Wirkungsgrad aufweisen. Auf die Vorteile einer derartigen Vorgehensweise beziehungsweise einer derartigen Ausgestaltung der Brennkraftmaschine wurde bereits hingewiesen.
15 Sowohl die Brennkraftmaschine als auch das Verfahren können gemäß den vorstehenden Ausführungen weitergebildet sein, sodass insoweit auf diese verwiesen wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in der Zeichnung dargestellten
20 Ausführungsbeispiele näher erläutert, ohne dass eine Beschränkung der Erfindung erfolgt. Dabei zeigt die einzige

Figur eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Betreiben einer Brennkraftmaschine.

25

Die Figur zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben einer Brennkraftmaschine. Diese verfügt über mehrere Zylinder sowie eine Verstelleinrichtung mittels welcher die Verdichtungsverhältnisse in den Zylindern gemeinsam verstellt werden können. Außerdem ist der Brennkraftmaschine
30 beziehungsweise einem Abgastrakt der Brennkraftmaschine eine Lamb-

dasonde zugeordnet, mittels welcher der Restsauerstoffgehalt in Abgas der Brennkraftmaschine gemessen werden kann. Die Lambdasonde weist dabei eine zeitliche Auflösung auf, welche ausreichend ist, um den Restsauerstoffgehalt in dem Abgas zylinderselektiv zu bestimmen, also jedem Zylinder den
5 Restsauerstoffgehalt zuzuordnen, welcher in dem aus diesem Zylinder stammenden Abgas vorliegt.

Das Verfahren startet in einem Startpunkt 1. Nachfolgend wird im Rahmen einer Verzweigung 2 festgestellt, ob ein stationärer Betrieb der Brennkraft-
10 maschine vorliegt, also ob der Betriebspunkt über der Zeit konstant ist. Dies kann beispielsweise im Falle eines Leerlaufs auftreten. Liegt kein stationärer Betrieb vor, so wird zurück zu dem Startpunkt 1 verzweigt. Ist dagegen der stationäre Betrieb gegeben, so wird zu einer Operation 3 verzweigt. In dieser wird die Verstellereinrichtung der Brennkraftmaschine dazu verwendet, die
15 Verdichtungsverhältnisse in den Zylindern auf ein erstes Sollverdichtungsverhältnis einzustellen. Das erste Verdichtungsverhältnis entspricht beispielsweise einem Maximalverdichtungsverhältnis, also dem höchstmöglichen Verdichtungsverhältnis.

20 Nachfolgend wird im Rahmen einer Operation 4 mittels der Lambdasonde der Restsauerstoffgehalt in dem Abgas der Brennkraftmaschine gemessen. Dies erfolgt über einen bestimmten Zeitraum, sodass vorzugsweise jedem Zylinder der Brennkraftmaschine ein Messwert der Lambdasonde zugeordnet werden kann. Insbesondere wird das Messen des Restsauerstoffgehalts über
25 mindestens ein Arbeitsspiel oder mindestens zwei Arbeitsspiele der Brennkraftmaschine vorgenommen.

Anschließend wird während der Operation 5 zumindest einigen der Zylinder, vorzugsweise allen Zylindern, jeweils ein erster Zylinderlambdawert zuge-
30 ordnet. Dies geschieht durch Auswerten des im Rahmen der Operation 4

gemessenen Restsauerstoffgehalts. Nachfolgend werden in einer Operation 6 die Verdichtungsverhältnisse der Zylinder mittels der Verstelleinrichtung auf ein zweites Sollverdichtungsverhältnis eingestellt. Das zweite Sollverdichtungsverhältnis ist beispielsweise ein Minimalverdichtungsverhältnis, also
5 das kleinstmögliche Verdichtungsverhältnis.

Anschließend wird erneut – analog zu der Operation 4 – der Restsauerstoffgehalt in dem Abgas der Brennkraftmaschine mittels der Lambdasonde gemessen. Anschließend wird aus dem gemessenen Restsauerstoffgehalt wäh-
10 rend der Operation 8 für wenigstens einige der Zylinder, vorzugsweise alle der Zylinder, jeweils ein zweiter Zylinderlambdawert bestimmt. Dies erfolgt analog zu der Vorgehensweise im Rahmen der Operation 5.

Nachfolgend werden im Rahmen einer Operation 9 die ersten Zylinderlambdawerte mit den zweiten Zylinderlambdawerten verglichen. Zudem können sie mit vordefinierten Toleranzen verglichen werden. Anschließend wird in einer Operation 10 aus den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten eine Abweichung zwischen Istverdichtungsverhältnissen von wenigstens zwei der Zylinder der Brennkraftmaschine, vorzugsweise
20 von allen Zylindern der Brennkraftmaschine, ermittelt.

Aus dieser Abweichung kann anschließend ein Korrekturwert für wenigstens einen Betriebsparameter errechnet werden. Der Betriebsparameter ist beispielsweise ein Zündzeitpunkt, eine Gemischzusammensetzung oder eine
25 Nockenwellenposition. Selbstverständlich können auch Korrekturwerte für mehrere dieser Betriebsparameter, insbesondere alle der genannten Betriebsparameter, ermittelt werden. Beispielsweise wird für jeden Zylinder ein separater Korrekturwert bestimmt. Der erhaltene Korrekturwert wird anschließend an der Brennkraftmaschine eingestellt, sodass der Zylinder mit
30 dem jeweiligen Korrekturwert betrieben wird. Weiterhin kann überprüft wer-

den, ob die Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen eine Maximalabweichung überschreitet. Ist dies der Fall, so wird vorzugsweise auf eine Fehlfunktion der Brennkraftmaschine erkannt. Nachfolgend wird das Verfahren in einem Endpunkt 11 beendet.

5

Mit Hilfe des vorstehend beschriebenen Verfahrens kann die Effizienz der Brennkraftmaschine während ihres Betriebs deutlich erhöht werden. Dies hat insbesondere einen positiven Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine und/oder ihre Schadstoffemissionen.

10

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, die mehrere Zylinder, eine Verstelleinrichtung zum gemeinsamen Verstellen der Verdichtungsverhältnisse in den Zylindern sowie eine Lambdasonde zum zylinderselektiven Bestimmen des Restsauerstoffgehalts in Abgas der Brennkraftmaschine aufweist, wobei für die Zylinder bei einem ersten Sollverdichtungsverhältnis erste Zylinderlambdawerte und bei einem von dem ersten Sollverdichtungsverhältnis verschiedenen zweiten Sollverdichtungsverhältnis zweite Zylinderlambdawerte erfasst werden, wobei aus den Differenzen zwischen den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten eine Abweichung zwischen Istverdichtungsverhältnissen der Zylinder ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den Differenzen zwischen den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten ein Drehmomentunterschied und/oder ein Wirkungsgradunterschied zwischen den Zylindern ermittelt werden und aus dem ermittelten Drehmomentunterschied oder Wirkungsgradunterschied die Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen ermittelt wird, und dass aus der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen zylinderspezifische Korrekturwerte für wenigstens einen Betriebsparameter der Zylinder ermittelt und an der Brennkraftmaschine eingestellt werden, sodass die Zylinder jeweils das gleiche Drehmoment zur Verfügung stellen und/oder denselben Wirkungsgrad aufweisen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten Zylinderlambdawerte und die zweiten Zylinderlambdawerte bei demselben Betriebspunkt der Brennkraftmaschine ermittelt werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Betriebsparameter ein Zündzeitpunkt, eine Gemischzusammensetzung und/oder eine Nockenwellenposition verwendet werden.

5

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Überschreiten einer Maximalabweichung durch die Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen auf eine Fehlfunktion der Brennkraftmaschine erkannt wird.

10

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zylinderselektiven Bestimmen des Restsauerstoffgehalts unter Berücksichtigung des Betriebspunkts der Brennkraftmaschine erfolgt.

15

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei wenigstens einem von dem ersten Sollverdichtungsverhältnis und dem zweiten Sollverdichtungsverhältnis verschiedenen weiteren Sollverdichtungsverhältnis weitere Zylinderlambdawerte erfasst und bei dem Ermitteln der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen berücksichtigt werden.

20

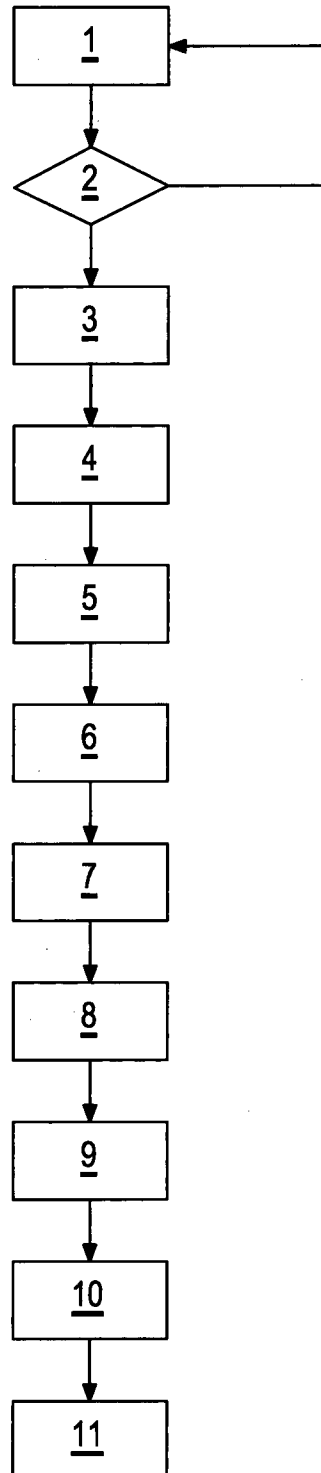
7. Brennkraftmaschine, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, die mehrere Zylinder, eine Verstelleinrichtung zur gemeinsamen Verstellung der Verdichtungsverhältnisse in den Zylindern sowie eine Lambdasonde zur zylinderselektiven Bestimmung des Restsauerstoffgehalts in Abgas der Brennkraftmaschine aufweist, wobei die Brennkraftmaschine dazu ausgebildet ist, für die Zylinder bei einem ersten Sollverdichtungsverhältnis erste Zylinderlambdawerte und bei einem von dem ersten Sollverdich-

25

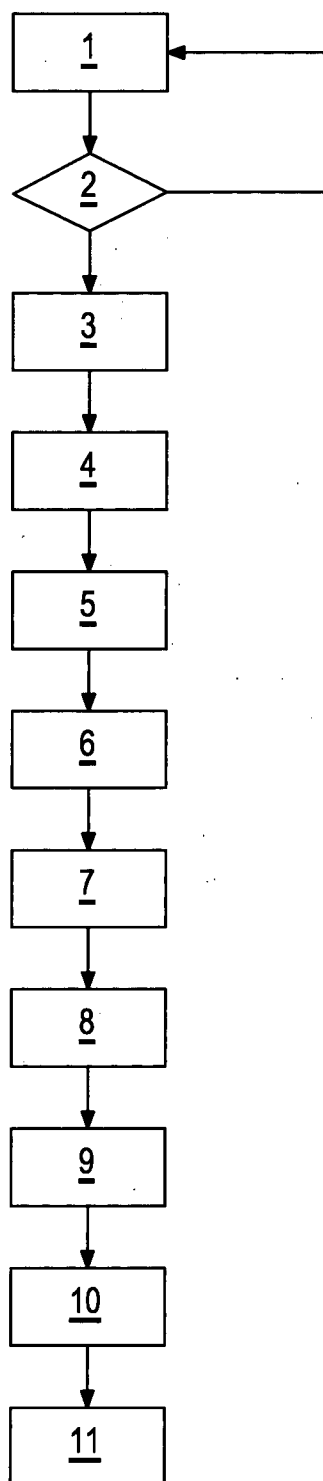
30

tungsverhältnis verschiedenen zweiten Sollverdichtungsverhältnis zweite Zylinderlambdawerte zu erfassen, wobei aus den Differenzen zwischen den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten eine Abweichung zwischen Istverdichtungsverhältnissen der Zylinder ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den Differenzen zwischen den ersten Zylinderlambdawerten und den zweiten Zylinderlambdawerten ein Drehmomentunterschied und/oder ein Wirkungsgradunterschied zwischen den Zylindern ermittelt werden und aus dem ermittelten Drehmomentunterschied oder Wirkungsgradunterschied die Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen ermittelt wird, und dass aus der Abweichung zwischen den Istverdichtungsverhältnissen zylinderspezifische Korrekturwerte für wenigstens einen Betriebsparameter der Zylinder ermittelt und an der Brennkraftmaschine eingestellt wird, sodass die Zylinder jeweils das gleiche Drehmoment zur Verfügung stellen und/oder denselben Wirkungsgrad aufweisen.

1/1



Figur 1



Figur

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/002220

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/00 F02D41/14 F02B75/04 F02D15/00
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02B F02D

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/215423 A1 (SAKAYANAGI YOSHIHIRO [JP] ET AL) 23 August 2012 (2012-08-23)	1-3,5-7
Y	paragraphs [0070] - [0076], [0081]; figure 10	4
Y	----- FR 2 796 417 A1 (RENAULT [FR]) 19 January 2001 (2001-01-19) page 12, line 17 - line 33; claim 1 page 14, line 22 - line 28	4
A	----- US 8 370 049 B1 (SHIMIZU RIO [JP] ET AL) 5 February 2013 (2013-02-05) column 9, line 37 - line 47	1-7
A	----- FR 2 927 655 A3 (RENAULT SAS [FR]) 21 August 2009 (2009-08-21) page 2, line 29 - page 3, line 2 page 3, line 26 - page 4, line 18 ----- -/-	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 February 2016

Date of mailing of the international search report

15/02/2016

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Le Bihan, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/002220

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009 008016 A (TOYOTA MOTOR CORP) 15 January 2009 (2009-01-15) paragraphs [0008], [0009], [0050] - [0053] -----	1-7
A	US 2013/317723 A1 (DEUBLER PATRICK [DE] ET AL) 28 November 2013 (2013-11-28) paragraphs [0035], [0074] -----	1-7
A	US 2012/204830 A1 (GOTTSCALK WOLFRAM [DE] ET AL) 16 August 2012 (2012-08-16) paragraphs [0030], [0031] -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/002220

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012215423 A1	23-08-2012	JP 5585490 B2	10-09-2014
		JP 2012172539 A	10-09-2012
		US 2012215423 A1	23-08-2012
FR 2796417 A1	19-01-2001	FR 2796417 A1	19-01-2001
		WO 0104465 A1	18-01-2001
US 8370049 B1	05-02-2013	NONE	
FR 2927655 A3	21-08-2009	NONE	
JP 2009008016 A	15-01-2009	NONE	
US 2013317723 A1	28-11-2013	DE 102010051034 A1	16-05-2012
		US 2013317723 A1	28-11-2013
		WO 2012062437 A1	18-05-2012
US 2012204830 A1	16-08-2012	DE 102011011337 B3	16-02-2012
		US 2012204830 A1	16-08-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/002220

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02D41/00 F02D41/14 F02B75/04 F02D15/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02B F02D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2012/215423 A1 (SAKAYANAGI YOSHIHIRO [JP] ET AL) 23. August 2012 (2012-08-23)	1-3,5-7
Y	Absätze [0070] - [0076], [0081]; Abbildung 10	4
Y	----- FR 2 796 417 A1 (RENAULT [FR]) 19. Januar 2001 (2001-01-19) Seite 12, Zeile 17 - Zeile 33; Anspruch 1 Seite 14, Zeile 22 - Zeile 28	4
A	----- US 8 370 049 B1 (SHIMIZU RIO [JP] ET AL) 5. Februar 2013 (2013-02-05) Spalte 9, Zeile 37 - Zeile 47	1-7
A	----- FR 2 927 655 A3 (RENAULT SAS [FR]) 21. August 2009 (2009-08-21) Seite 2, Zeile 29 - Seite 3, Zeile 2 Seite 3, Zeile 26 - Seite 4, Zeile 18 ----- -/-	1-7
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
5. Februar 2016	15/02/2016	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Le Bihan, Thomas	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2009 008016 A (TOYOTA MOTOR CORP) 15. Januar 2009 (2009-01-15) Absätze [0008], [0009], [0050] - [0053] -----	1-7
A	US 2013/317723 A1 (DEUBLER PATRICK [DE] ET AL) 28. November 2013 (2013-11-28) Absätze [0035], [0074] -----	1-7
A	US 2012/204830 A1 (GOTTSCHALK WOLFRAM [DE] ET AL) 16. August 2012 (2012-08-16) Absätze [0030], [0031] -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/002220

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012215423 A1	23-08-2012	JP 5585490 B2	10-09-2014
		JP 2012172539 A	10-09-2012
		US 2012215423 A1	23-08-2012

FR 2796417 A1	19-01-2001	FR 2796417 A1	19-01-2001
		WO 0104465 A1	18-01-2001

US 8370049 B1	05-02-2013	KEINE	

FR 2927655 A3	21-08-2009	KEINE	

JP 2009008016 A	15-01-2009	KEINE	

US 2013317723 A1	28-11-2013	DE 102010051034 A1	16-05-2012
		US 2013317723 A1	28-11-2013
		WO 2012062437 A1	18-05-2012

US 2012204830 A1	16-08-2012	DE 102011011337 B3	16-02-2012
		US 2012204830 A1	16-08-2012
