(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
30. April 2020 (30.04.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/083705 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/14 (2006.01) *F02D 41/22* (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01) *F02D 41/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/077882

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Oktober 2019 (15.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 126 693.6
25. Oktober 2018 (25.10.2018) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).

(72) Erfinder: **LANG, Philippe**; Guardinistraße 158, 81375 München (DE). **GRASREINER, Sebastian**; Halskestraße 30, 81379 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

WO 2020/083705 A1

(54) **Title:** METHOD FOR DETECTING A COKING IN THE INTAKE TRACT OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR ERKENNUNG EINER VERKOKUNG IM EINLASSTRAKT EINES VERBRENNUNGSMOTORS

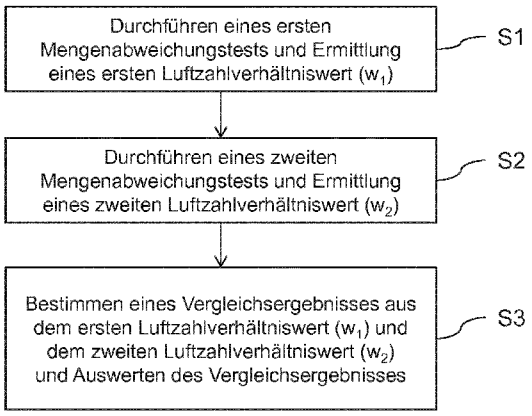


Fig. 1

S1 carrying out a first quantity deviation test and ascertaining a first air ratio value (W1)
S2 carrying out a second quantity deviation test and ascertaining a second air ratio value (W2)
S3 determining a comparison result from the first air ratio value (W1) and the second air ratio value (W2) and analyzing the comparison result

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for detecting a fault, in particular a coking, in the intake tract of an internal combustion engine with direct fuel injection, a throttle valve, and a variable intake valve lift controller. The method according to the invention has the steps of a) carrying out a first quantity deviation test, by means of which a first air ratio value (w_1) is ascertained that is formed from a lambda value ($\lambda_{real,\,1}$), which is measured during the first quantity deviation test, and a desired lambda value ($\lambda_{soll,\,1}$) of the fuel combustion in the fuel chambers of the internal combustion engine, wherein in the first quantity deviation test, a load control is carried out by means of the variable intake valve lift controller; b) carrying out a

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

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

second quantity deviation test, by means of which a second air ratio value (w_2) is ascertained that is formed from a lambda value ($\lambda_{real, 2}$), which is measured during the second quantity deviation test, and a desired lambda value ($\lambda_{soll, 2}$) of the fuel combustion in the fuel chambers of the internal combustion engine, wherein in the second quantity deviation test, a load control is carried out by means of the throttle valve; and lastly c) determining a comparison result from the first air ratio value (w_1) and the second air ratio value (w_2), the presence of a fault in the intake tract of the internal combustion engine being detectable using the comparison result.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Erkennung eines Fehlers, insbesondere einer Verkokung, im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors mit Kraftstoffdirekteinspritzung, Drosselklappe und variabler Einlassventilhubsteuerung. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst in einem Schritt a) das Durchführen eines ersten Mengenabweichungstests, durch den ein erster Luftzahlverhältniswert (w_1) ermittelt wird, der aus einem während des ersten Mengenabweichungstest gemessenen Lambdawert ($\lambda_{real, 1}$) und einem gewünschten Lambdawert ($\lambda_{soll, 1}$) der Kraftstoffverbrennung in den Brennkammern des Verbrennungsmotors gebildet wird, wobei im ersten Mengenabweichungstest eine Laststeuerung mittels der variablen Einlassventilhubsteuerung durchgeführt wird. Schritt b) umfasst das Durchführen eines zweiten Mengenabweichungstests, durch den ein zweiter Luftzahlverhältniswert (w_2) ermittelt wird, umfasst, der aus einem während des zweiten Mengenabweichungstest gemessenen Lambdawert ($\lambda_{real, 2}$) und einem gewünschten Lambdawert ($\lambda_{soll, 2}$) der Kraftstoffverbrennung in den Brennkammern des Verbrennungsmotors gebildet wird, wobei im zweiten Mengenabweichungstest eine Laststeuerung mittels der Drosselklappe durchgeführt wird. Schließlich erfolgt in Schritt c) das Bestimmen eines Vergleichsergebnisses aus dem ersten Luftzahlverhältniswert (w_1) und dem zweiten Luftzahlverhältniswert (w_2), wobei anhand des Vergleichsergebnisses das Vorliegen eines Fehlers im Einlasstrakt des Verbrennungsmotors erkennbar ist.

Verfahren zur Erkennung einer Verkokung im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Fehlers im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors sowie ein entsprechendes Motortestgerät. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erkennung einer Verkokung im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors, der eine Kraftstoffdirekteinspritzung, eine Drosselklappe und eine variable Einlassventilhubsteuerung aufweist.

Bei Ottomotoren mit Benzindirekteinspritzung kann es zu einer Verkokung des Einlasstraktes kommen, insbesondere am Einlassventil (beispielsweise an der Ventilkehlung) oder im Einlasskanal an der Ventilöffnung. Bei einer derartigen Verkokung lagert sich kohleähnliches Material im Einlasstrakt ab. Ursächlich für die Verkokungsneigung bei Ottomotoren mit Benzindirekteinspritzung ist, dass bei Ottomotoren mit Benzindirekteinspritzung keine kontinuierliche reinigende Spülung des Einlasstraktes, beispielsweise des Einlassventils, mit Benzin stattfindet, da der Kraftstoff direkt im Brennraum eingespritzt wird. Ölrückstände aus der Kurbelgehäuse-Entlüftung, der Ventilschaftdichtung oder der Turbolagerung können sich in Verbindung mit Rußpartikeln aus dem Zylinder unter Hitzeeinwirkung in Form von Kohle im Einlass ablagern. Die Verkokungsneigung nimmt dabei bei Verwendung von Kraftstoffen und Ölen mit niedriger Qualität und bei Fahrprofilen mit niedriger Last tendenziell zu.

Diese Verkokung sorgt für eine Verschlechterung der Laufruhe im Kaltleerlauf und kann zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch sowie zu Beanstandungen im Warmlauf-Fahrverhalten führen. Ein Verkokungsbelag beispielsweise oben an der Ventilkehlung zwischen Ventilteller und Ventilschaft kann die Tumble-Strömung stören, so dass die Leerlaufdrehzahl stärker schwankt und es im Extremfall sogar zu Zündaussetzern kommen kann. Ein Verkokungsbelag kann sogar als Strömungswiderstand aufgrund unzureichender Zylinderfüllung zu einem Leistungsabfall führen. Darüber hinaus kann ein Verkokungsbelag am Einlassventil oder an der Ventilöffnung ein korrektes Schließen des Ventils verhindern, so dass es zu Kompressionsverlusten und sporadischen Zündaussetzern kommt.

Typischerweise kann der Grad der Verkokung im Einlasstrakt in der Werkstatt nur nach Demontage von Motorenteilen visuell festgestellt werden. Falls der Einlasstrakt entsprechend verkokt ist, erfolgt dann eine Reinigung des Einlasstrakts oder ein Austausch der betroffenen Bauteile.

Die optische Erkennung einer Verkokung weist den Nachteil eines hohen Arbeitsaufwands zur Demontage der Motorenteile für die optische Zugänglichkeit auf. Außerdem ist die optische Begutachtung mit dem Nachteil mangelnder Objektivierbarkeit verbunden, da die Verkokung bei einer rein visuellen Betrachtung schwer zu beurteilen ist.

Aus der Druckschrift DE 10 2012 213 241 A1 ist ein Verfahren bekannt, das zur Erkennung einer Verkokung im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors mit Kraftstoffdirekteinspritzung keine Demontage des Verbrennungsmotors erfordert und eine objektive Beurteilung der Verkokung ermöglicht. Das dort beschriebene Verfahren kann jedoch nur bei Verbrennungsmotoren mit Phasenverstellung der Ventilöffnungszeiten (sog. variable Einlassventilsteuerung) zur Anwendung gelangen, bei denen die Steuerung eines Luftmassenstroms mithilfe einer Drosselklappe erfolgt. Bei diesem Verfahren wird der Verbrennungsmotor im Leerlauf mit gegenüber dem Leerlaufnormalbetrieb erhöhter Leerlaufdrehzahl betrieben. Außerdem wird die Öffnungszeit der Einlassventile mithilfe der variablen Einlassventilsteuerung in Richtung früh verstellt, wodurch die Ventilüberschneidung (die Zeitdauer bei der das Einlassventil bereits geöffnet ist, noch bevor das Auslassventil geschlossen ist) vergrößert wird. Mittels Messung wird dann eine für die Laufunruhe des Verbrennungsmotors charakteristische Laufunruhe-Kenngröße des Verbrennungsmotors bestimmt. Anhand der Laufunruhe-Kenngröße lässt sich dann das Vorliegen einer Verkokung im Einlasstrakt erkennen.

Dieses Verfahren kann jedoch nicht bei solchen Verbrennungsmotoren zum Einsatz kommen, bei denen die Steuerung des Luftmassenstroms mittels variabler Einlassventilhubsteuerung erfolgt, da das Brennverfahren anders ausgelegt ist. Während bei einem Verbrennungsmotor mit gedrosselter Laststeuerung die Restgassteuerung über den Einlass erfolgt, wird bei einem Verbrennungsmotor mit variabler Einlassventilhubsteuerung die Restgassteuerung über den Auslass realisiert.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Erkennung eines Fehlers, insbesondere einer Verkokung, eines Verbrennungsmotors mit Kraftstoffdirekteinspritzung und variabler Einlassventilhubsteuerung anzugeben, welches zur Erkennung keine Demontage des Verbrennungsmotors erfordert und zumindest ein Indiz für das Vorliegen einer Verkokung ermöglicht. Ferner ist die Aufgabe auf die Angabe eines Motortestgeräts mit entsprechenden Eigenschaften gerichtet.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Fehlers, insbesondere einer Verkokung, im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors. Der Verbrennungsmotor weist eine oder mehrere Zylinderbänke auf, wobei eine jeweilige Zylinderbank mehrere Zylinder mit jeweils einer darin ausgebildeten Brennkammer und zumindest einer Einspritzdüse umfasst. Insbesondere ist in jeder Brennkammer genau eine Einspritzdüse vorgesehen. Den Brennkammern einer jeweiligen Zylinderbank wird ein gemeinsamer Luftmassenstrom zugeführt. Ebenso wird von den Brennkammern einer jeweiligen Zylinderbank ein gemeinsamer Abgasstrom abgeführt. Der Verbrennungsmotor weist eine Kraftstoffdirekteinspritzung auf, insbesondere handelt es sich um einen Ottomotor mit Benzindirekteinspritzung.

Das Verfahren läuft beispielsweise auf einem fahrzeugexternen Motortestgerät ab, welches beispielsweise in einer Fahrzeug-Reparaturwerkstatt verwendet wird. Das Motortestgerät wird über eine entsprechende Fahrzeugschnittstelle mit der Motorsteuerung des Fahrzeugs drahtlos oder drahtgebunden verbunden und kann darüber hinaus den Betrieb des Fahrzeugs steuern und Messwerte von der Motorsteuerung abrufen. Es ist auch denkbar, dass das Verfahren auf dem Motorsteuergerät des Fahrzeugs abläuft, wobei beispielsweise im Fall der Erkennung eines Fehlers, insbesondere einer Verkokung, eine Reinigung der Einlasskanäle und/oder der Einlassventile angewiesen wird. Es kann dazu ein Hinweis zur Reinigung an den Fahrer oder an einen Monteur in der Werkstatt ausgegeben werden und/oder ein entsprechender Hinweis in einem Fehlerspeicher des Fahrzeugs abgelegt werden. Es ist auch denkbar, dass bei einer Erkennung eines Fehlers im Einlasstrakt, insbesondere einer Verkokung, über das Motorsteuergerät eine automatische Reinigung des Fahrzeugs durchgeführt wird, beispielsweise über die Einbringung

von Reinigungsflüssigkeit in den Einlasstrakt oder die Umschaltung in einen Reinigungsbetriebsmodus des Verbrennungsmotors.

Der Verbrennungsmotor weist eine Drosselklappe im Einlasstrakt und eine variable Einlassventilhubsteuerung (auch VVT, Variabler Ventiltrieb, genannt) auf. Die variable Einlassventilhubsteuerung ermöglicht es, den Ventilhub zu regeln. Mit dem variablen Ventilhub lässt sich die Einlassmenge von Luft in eine Brennkammer des Verbrennungsmotors regeln, so dass die einer Zylinderbank vorgeschaltete Drosselklappe im normalen Betrieb nicht mehr benötigt wird. Die Drosselklappe wird nur in besonderen Betriebszuständen, etwa in einem Notlaufbetrieb, verwendet. Durch die drosselfreie Laststeuerung können Ladungswechselverluste reduziert werden. Eine höhere Einströmgeschwindigkeit der Luft führt zu einer besseren Durchmischung des Benzin-Luft-Gemisches in der Brennkammer.

Bei dem Verfahren wird in einem ersten Schritt ein erster Mengenabweichungstest durchgeführt. Durch den Mengenabweichungstest wird ein erster Luftzahlverhältniswert ermittelt, der aus einem während des ersten Mengenabweichungstests gemessenen Lambdawert und einem gewünschten Lambdawert der Kraftstoffverbrennung in den Brennkammern des Verbrennungsmotors gebildet wird. Im ersten Mengenabweichungstest wird eine Laststeuerung des Verbrennungsmotors mittels der variablen Einlassventilhubsteuerung durchgeführt.

In einem zweiten Schritt wird ein zweiter Mengenabweichungstest durchgeführt. Durch den zweiten Mengenabweichungstest wird ein zweiter Luftzahlverhältniswert ermittelt, der aus einem während des zweiten Mengenabweichungstest gemessenen Lambdawert und einem gewünschten Lambdawert der Kraftstoffverbrennung in den Brennkammern des Verbrennungsmotors gebildet wird. Im zweiten Mengenabweichungstest wird eine Laststeuerung des Verbrennungsmotors mittels der im Einlasstrakt angeordneten Drosselklappe durchgeführt.

In einem dritten Schritt erfolgt das Bestimmen eines Vergleichsergebnisses aus dem ersten Luftzahlverhältniswert und dem zweiten Luftzahlverhältniswert. Anhand des Vergleichsergebnisses ist das Vorliegen eines Fehlers im Einlasstrakt des Verbrennungsmotors erkennbar.

Während der Durchführung des ersten und des zweiten Mengenabweichungstests erfolgt keine Änderung am Kraftstoffpfad, also der Zulieferung der benötigten Kraftstoffmasse für die Verbrennung. Demgegenüber wird durch die unterschiedliche Laststeuerung, einmal mittels der variablen Einlassventilhubsteuerung und einmal mittels der Drosselklappe, der Luftpfad verändert, sofern ein Fehler bzw. eine Verkokung vorliegt.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt eine objektive Feststellung eines Fehlers, insbesondere einer Verkokung, im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors mit Kraftstoffdirekteinspritzung. Die objektive Feststellung erfolgt durch Messung anstatt durch eine subjektive visuelle Beurteilung. Eine Reinigung bzw. Reparatur findet dadurch nur dann statt, wenn dies objektiv tatsächlich notwendig ist.

Eine Demontage des Verbrennungsmotors allein zur visuellen Beurteilung einer Verkokung ist bei Anwendung des hierin beschriebenen Verfahrens nicht erforderlich. Eine Verkokung kann in sehr kurzer Zeit festgestellt werden. Die Zeitdauer zur Feststellung, ob ein Fehler im Einlasstrakt des Verbrennungsmotors, insbesondere eine Verkokung vorliegt, kann beispielsweise innerhalb von etwa zehn Minuten anstatt in einer Stunde und mehr bei Demontage des Verbrennungsmotors stattfinden. Der Motor muss mithilfe der beschriebenen Methode nicht mehr teilzerlegt werden, wodurch sich weitere Fehlerursachen für die anstehenden Reparaturen bis auf das zwingend Notwendige minimieren lassen. Darüber hinaus ist die Genauigkeit der Erkennung einer Verkokung mit Hilfe einer erfindungsgemäß durchgeführten bilanzierenden Gemischabweichungsmethode deutlich höher als dies im Stand der Technik der Fall ist.

Die Durchführung des ersten und/oder des zweiten Mengenabweichungstests erfolgt zweckmäßigerweise im Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors. Die Steuerung erfolgt, wie oben beschrieben, durch ein fahrzeugexternes Motortestgerät oder die Motorsteuerung des Fahrzeugs.

Der erste Mengenabweichungstest wird zweckmäßigerweise bei geöffneter Drosselklappe und bei kleinem oder sogar minimalem Hub des Einlassventils durchgeführt. Mit anderen Worten erfolgt die Durchführung des ersten Mengenabweichungstests im sog. ungedrosselten Zustand, bei dem die in eine Brennkammer eingeführte Luftmenge ausschließlich von der Höhe des Hubs des Einlassventils abhängt. Aufgrund eines gewählten kleinen

oder minimalen Hubs wird sich die in die Brennkammer eingeführte Luft bei vorliegender Verkokung im Einlasskanal oder am Einlassventil in einer gegenüber der erwarteten Luftmenge reduzierten Luftmenge bemerkbar machen. Da der gewünschte Lambdawert (d.h. der Soll-Lambdawert) dadurch stärker von dem gemessenen Lambdawert abweicht, macht sich dies in einem bestimmten ersten zu fetten Luftzahlverhältniswert bemerkbar.

Demgegenüber wird der zweite Mengenabweichungstest bei maximalem Hub des Einlassventils und weitgehend geschlossener Drosselklappe durchgeführt. Die Laststeuerung erfolgt somit mittels der Drosselklappe (sog. gedrosselter Betrieb). Bei einer vorliegenden Verkokung im Einlasskanal oder am Einlassventil wird der zweite Luftverhältniswert keine so starke Abweichung wie im ersten Mengenabweichungstest erfahren, da der Querschnitt, durch den die Luftmenge in die Brennkammer strömen kann, prozentual weniger stark durch die Verkokung beeinflusst ist, als während der Durchführung des ersten Mengenabweichungstests.

Auf das Vorliegen eines Fehlers im Einlasstrakt, d.h. im Luftpfad des Verbrennungsmotors, kann somit dann geschlossen werden, wenn der erste Luftzahlverhältniswert und der zweite Luftzahlverhältniswert unterschiedlich sind. Insbesondere wird auf das Vorliegen einer Verkokung im Einlasstrakt geschlossen, wenn der erste Luftzahlverhältniswert kleiner als ein vorgegebener erster Schwellwert und der zweite Luftzahlverhältniswert größer oder gleich dem vorgegebenen ersten Schwellwert ist.

Demgegenüber kann auf das Vorliegen einer Leckage im Einlasstrakt geschlossen werden, wenn der erste Luftzahlverhältniswert größer als ein vorgegebener zweiter Schwellwert und der zweite Luftzahlverhältniswert noch einmal mehr erhöht gegenüber dem vorgegebenen zweiten Schwellwert ist. Dies ergibt sich aus dem Umstand, dass während des ersten Mengenabweichungstests kaum Unterdruck im Leerlauf auftritt. Eine Leckage im Einlasstrakt, insbesondere im Luftsammler, führt damit zu einem zu mageren Kraftstoff-Luft-Gemisch. Der erste Luftzahlverhältniswert ist damit größer als der vorgegebene zweite Schwellwert. Während des zweiten Mengenabweichungstests entsteht nach der Drosselklappe im Einlasstrakt, insbesondere im Luftsammler, ein hoher Unterdruck. Eine Leckage wird damit in den Einlasstrakt bzw. Luftsammler eindringen, mit dem Effekt, dass das Kraftstoff-Luft-Gemisch viel zu mager ist. Infolgedessen ergibt sich ein zweiter Luftzahlverhältniswert, der deutlich größer als der zweite Schwellwert ist.

Der erste Luftzahlverhältniswert wird insbesondere durch den Quotienten aus dem während des ersten Mengenabweichungstests gemessenen Lambdawert und dem gewünschten Lambdawert gebildet. Der zweite Luftzahlverhältniswert wird durch den Quotienten aus dem während des zweiten Mengenabweichungstests gemessenen Lambdawert und dem gewünschten Lambdawert gebildet.

Durch die bevorzugte Art der Bestimmung des ersten und des zweiten Luftzahlverhältniswerts liegt eine Verkokung dann vor, wenn der erste Luftzahlverhältniswert kleiner als der vorgegebene Schwellwert und damit kleiner als der zweite Luftzahlverhältniswert ist. Dies ergibt sich daraus, dass während des ersten Mengenabweichungstests bei gegebener Verkokung eine geringere Menge an Luft in die Brennkammer strömen kann, als dies der Fall wäre, wenn keine Verkokung vorliegt. Der gemessene Lambdawert ist somit kleiner als der gewünschte Lambdawert. Demgegenüber ist im zweiten Mengenabweichungstest der Unterschied zwischen dem gemessenen und dem gewünschten Lambdawert nicht so groß, da die Verkokung das in die Brennkammer einströmende Luftvolumen nicht derart stark verändert.

Der erste und der zweite vorgegebene Schwellwert sind insbesondere gleich groß, insbesondere 1.

Es wird ferner ein Computerprogrammprodukt vorgeschlagen, das direkt in den internen Speicher eines digitalen Computers geladen werden kann und Softwarecodeabschnitte umfasst, mit denen die Schritte des hierin beschriebenen Verfahrens ausgeführt werden, wenn das Produkt auf einem Computer läuft. Das Computerprogrammprodukt kann in der Form eines Datenträgers, z.B. einer DVD, einer CD-ROM, eines USB-Speichersticks und dergleichen vorliegen. Das Computerprogrammprodukt kann auch als ein über ein drahtloses oder leitungsgebundenes Netz ladbares Signal vorliegen.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung ist auf ein Motortestgerät gerichtet. Das Motortestgerät ist zur Erkennung eines Fehlers, insbesondere einer Verkokung, im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors mit Kraftstoffdirekteinspritzung, Drosselklappe und variabler Einlassventilhubsteuerung eingerichtet. Das Gerät ist mit dem Kraftfahrzeug zum Steuern des Betriebs des Fahrzeugs und zur Entgegennahme von fahrzeuginternen Messwerten

verbindbar, beispielsweise über eine elektrische Verbindung oder eine Funkverbindung. Das Motortestgerät steuert den Verbrennungsmotor über das Motorsteuergerät so, dass das oben beschriebene Verfahren durchgeführt wird.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 ein beispielhaftes Ablaufdiagramm für ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Erkennung eines Fehlers, insbesondere einer Verkokung, im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors.

In Fig. 1 ist ein beispielhaftes Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erkennung eines Fehlers, insbesondere einer Verkokung, im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors dargestellt. Der Verbrennungsmotor weist eine oder mehrere Zylinderbänke auf, wobei eine jeweilige Zylinderbank mehrere Zylinder mit jeweils einer darin ausgebildeten Brennkammer und zumindest einer Einspritzdüse umfasst. Insbesondere ist in jeder Brennkammer genau eine Einspritzdüse vorgesehen. Den Brennkammern einer jeweiligen Zylinderbank wird ein gemeinsamer Luftmassenstrom zugeführt. Ebenso wird von den Brennkammern einer jeweiligen Zylinderbank ein gemeinsamer Abgasstrom abgeführt. Der Verbrennungsmotor weist eine Kraftstoffdirekteinspritzung auf, insbesondere handelt es sich um einen Ottomotor mit Benzindirekteinspritzung und vollvariabler Ventilsteuerung.

In Schritt S1 erfolgt das Durchführen eines ersten Mengenabweichungstests, durch den ein erster Luftzahlverhältniswert w_1 ermittelt wird. Der Luftzahlverhältniswert w_1 wird durch den Quotienten aus dem während des ersten Mengenabweichungstests gemessenen Lambdawert $\lambda_{real,\,1}$ und dem gewünschten Lambdawert $\lambda_{soll,\,1}$ (d.h. dem Soll-Lambdawert) der Kraftstoffverbrennung in den Brennkammern des Verbrennungsmotors gebildet. Im ersten Mengenabweichungstest erfolgt eine Laststeuerung des Verbrennungsmotors mittels einer variablen Einlassventilhubsteuerung (VVT).

In Schritt S2 wird ein zweiter Mengenabweichungstest durchgeführt, durch den ein zweiter Luftzahlverhältniswert w_2 ermittelt wird. Der zweite Luftzahlverhältniswert w_2 wird durch den Quotienten aus dem während des zweiten Mengenabweichungstest gemessenen

Lambdawerts $\lambda_{real,\,2}$ und dem gewünschten Lambdawert $\lambda_{soll,\,2}$ (d.h. einem Soll-Lambdawert) der Kraftstoffverbrennung in den Brennkammern des Verbrennungsmotors gebildet. Im zweiten Mengenabweichungstest erfolgt die Laststeuerung des Verbrennungsmotors mittels der Drosselklappe im Einlasstrakt des Verbrennungsmotors.

In Schritt S3 erfolgt ein Vergleich der zuvor ermittelten ersten und zweiten Luftzahlverhältniswerte w_1 und w_2. Anhand des Vergleichsergebnisses kann auf das Vorliegen eines Fehlers, insbesondere auf das Vorliegen einer Verkokung, im Einlasstrakt des Verbrennungsmotors geschlossen werden.

Der erste und der zweite Mengenabweichungstest werden nacheinander im Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors durchgeführt.

Der in Schritt S1 durchgeführte erste Mengenabweichungstest wird bei kleinem oder minimalem Hub des Einlassventils durchgeführt, wobei die Drosselklappe, die im Einlasstrakt des Verbrennungsmotors angeordnet ist, geöffnet ist. Mit anderen Worten wird der erste Mengenabweichungstest in der herkömmlichen Betriebsart eines Verbrennungsmotors durchgeführt, welcher über eine variable Einlassventilhubsteuerung verfügt.

Demgegenüber wird der zweite Mengenabweichungstest in Schritt S2 bei maximalem Hub des Einlassventils (d.h. das Einlassventil ist maximal geöffnet) und weitgehend geschlossener Drosselklappe durchgeführt. Diese Betriebsart entspricht einem Notlaufbetrieb, bei dem bei Motoren mit variabler Einlassventilhubsteuerung die Laststeuerung mittels der Drosselklappe durchgeführt wird.

Abhängig davon, ob ein Fehler im Einlasstrakt und insbesondere eine Verkokung vorliegt, ergeben sich charakteristische erste und zweite Luftzahlverhältniswerte w_1, w_2, wobei deren Verhältnis zueinander die Erkennung des Vorliegens eines Fehlers im Einlasstrakt und insbesondere das Vorliegen einer Verkokung erlaubt.

Auf einen allgemeinen Fehler im Einlasstrakt kann geschlossen werden, wenn der erste Luftzahlverhältniswert w_1, der in Schritt S1 ermittelt wurde, und der zweite Luftzahlverhältniswert w_2, der im zweiten Schritt S2 ermittelt wurde, unterschiedlich sind. Dies resultiert aus dem Umstand, dass die Luftzahlverhältniswerte w_1, w_2 dann den gleichen Wert auf-

weisen müssten, wenn die in Schritt S1 und S2 jeweils gemessenen Lambdawerte $\lambda_{real,\,1}$ und $\lambda_{real,\,2}$ bei unterschiedlicher Laststeuerung die gleiche Luftmenge in die Brennkammern einbringen, was sich in einem jeweils gleichen gemessenen Lambdawert niederschlagen müsste. Unterscheidet sich demgegenüber die in den Schritten S1 und S2 in die Brennkammern eingebrachte Luftmenge voneinander, so führt dies zu Unterschieden in den in den Schritten S1 und S2 gemessenen Lambdawerten $\lambda_{real,\,1}$, $\lambda_{real,\,2}$, während die gewünschten Lambdawerte $\lambda_{soll,\,1}$, $\lambda_{soll,\,2}$ unverändert bleiben.

Eine Verkokung führt dazu, dass sich kohleähnliche Masse im Einlass, insbesondere im Einlasskanal und/oder am Einlassventil ablagert. Das allmähliche Anwachsen der Kohle führt insbesondere in Schritt S1, bei dem das Ventil nur minimal geöffnet ist, den ansonsten vorhandenen Luftströmungsquerschnitt überproportional stark verringert. Dadurch kann eine geringere Luftmenge in die Brennkammer einströmen, wodurch der gemessene Lambdawert $\lambda_{real,\,1}$ kleiner wird. Dies macht sich in einer Abnahme des ersten Luftzahlverhältniswerts w_1 bemerkbar. Ist somit der erste Luftzahlwert w_1 kleiner als der zweite Luftzahlverhältniswert w_2, so kann auf eine Verkokung geschlossen werden. Der Vergleich kann insbesondere gegenüber einem vorgegebenen Schwellwert, der zu 1 gewählt wird, erfolgen, da die jeweiligen Luftzahlkennwerte w_1, w_2 dem Wert 1 entsprechen, wenn kein Fehler vorliegt, da dann der gemessene und der gewünschte Lambdawert annähernd gleich groß sind. Der umgekehrte Fall, in dem der erste Luftzahlverhältniswert w_1 größer als der vorgegebene Schwellwert sowie größer als der zweite Luftzahlverhältniswert w_2 ist, lässt den Verdacht auf eine Leckage im Einlasstrakt zu, da hier aufgrund der Strömungsverhältnisse im zweiten Schritt S2, in dem der Verbrennungsmotor gedrosselt betrieben wird, weniger Luftmenge in die Brennkammer schafft.

Es ist insbesondere zweckmäßig, wenn die oben beschriebene Prüfung zylinderindividuell durchgeführt wird. Hierzu werden der erste Luftzahlverhältniswert w_1 und der zweite Luftzahlverhältniswert w_2 zylinderindividuell ermittelt, ebenso wie ein Vergleich zylinderindividuell bestimmt wird. Hierdurch ist es nicht nur möglich, eine grundsätzliche Aussage über das Vorliegen eines Fehlers bzw. einer Verkokung vorzunehmen, sondern sogar den den Fehler aufweisenden Zylinder zu bestimmen bzw. eine Fehlerintensität pro Zylinder auszuweisen.

Auf welche Weise in dem ersten Schritt S1 und dem zweiten Schritt S2 die gemessenen Lambdawerte $\lambda_{real,\,1}$ bzw. $\lambda_{real,\,2}$ sowie die gewünschten Lambdawerte $\lambda_{soll,\,1}$ bzw. $\lambda_{soll,\,2}$ ermittelt werden, ist dem Fachmann grundsätzlich bekannt. Ein mögliches Vorgehen ist beispielsweise in der WO 2016/041742 A1 des Anmelders beschrieben.

Darüber hinaus sind dem Fachmann weitere Vorgehensweisen zur zylinderindividuellen Bestimmung eines gemessenen und eines gewünschten Lambdawerts bekannt, so dass in der vorliegenden Beschreibung auf eine detaillierte Beschreibung der Bestimmung verzichtet wird.

Bezugszeichenliste

S1	Verfahrensschritt
S2	Verfahrensschritt
S3	Verfahrensschritt
$\lambda_{real, 1}$	gemessener Lambdawert im ersten Mengenabweichungstest
$\lambda_{real, 2}$	gemessener Lambdawert im zweiten Mengenabweichungstest
$\lambda_{soll, 1}$	gewünschter (Soll-)Lambdawert im ersten Mengenabweichungstest
$\lambda_{soll, 2}$	gewünschter (Soll-)Lambdawert im zweiten Mengenabweichungstest
w_1	erster Luftzahlkennwert
w_2	zweiter Luftzahlkennwert

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines Fehlers, insbesondere einer Verkokung, im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors mit Kraftstoffdirekteinspritzung, Drosselklappe und variabler Einlassventilhubsteuerung, mit den Schritten:

   a) Durchführen eines ersten Mengenabweichungstests, durch den ein erster Luftzahlverhältniswert (w_1) ermittelt wird, der aus einem während des ersten Mengenabweichungstest gemessenen Lambdawert ($\lambda_{real,\,1}$) und einem gewünschten Lambdawert ($\lambda_{soll,\,1}$) der Kraftstoffverbrennung in den Brennkammern des Verbrennungsmotors gebildet wird, wobei im ersten Mengenabweichungstest eine Laststeuerung mittels der variablen Einlassventilhubsteuerung durchgeführt wird;

   b) Durchführen eines zweiten Mengenabweichungstests, durch den ein zweiter Luftzahlverhältniswert (w_2) ermittelt wird, der aus einem während des zweiten Mengenabweichungstest gemessenen Lambdawert ($\lambda_{real,\,2}$) und einem gewünschten Lambdawert ($\lambda_{soll,\,2}$) der Kraftstoffverbrennung in den Brennkammern des Verbrennungsmotors gebildet wird, wobei im zweiten Mengenabweichungstest eine Laststeuerung mittels der Drosselklappe durchgeführt wird;

   c) Bestimmen eines Vergleichsergebnisses aus dem ersten Luftzahlverhältniswert (w_1) und dem zweiten Luftzahlverhältniswert (w_2), wobei anhand des Vergleichsergebnisses das Vorliegen eines Fehlers im Einlasstrakt des Verbrennungsmotors erkennbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der erste und/oder der zweite Mengenabweichungstest im Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors durchgeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der erste Mengenabweichungstest bei kleinem oder minimalem Hub des Einlassventils und geöffneter Drosselklappe durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der zweite Mengenabweichungstest bei maximalem Hub des Einlassventils und weitgehend geschlossener Drosselklappe durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der erste Luftzahlverhältniswert (w_1) und der zweite Luftzahlverhältniswert (w_2) zylinderindividuell ermittelt werden, und das Vergleichsergebnis zylinderindividuell bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der erste Luftzahlverhältniswert (w_1) durch den Quotienten aus dem während des ersten Mengenabweichungstest gemessenen Lambdawerts ($\lambda_{real,\,1}$) und dem gewünschten Lambdawert ($\lambda_{soll,\,1}$) gebildet wird und der zweite Luftzahlverhältniswert (w_2) durch den Quotienten aus dem während des zweiten Mengenabweichungstest gemessenen Lambdawerts ($\lambda_{real,\,2}$) und dem gewünschten Lambdawert ($\lambda_{soll,\,2}$) gebildet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem auf das Vorliegen eines Fehlers im Einlasstrakt geschlossen wird, wenn der erste Luftzahlverhältniswert (w_1) und der zweite Luftzahlverhältniswert (w_2) unterschiedlich sind.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem auf das Vorliegen einer Verkokung im Einlasstrakt geschlossen wird, wenn der erste Luftzahlverhältniswert (w_1) kleiner als ein vorgegebener erster Schwellwert und der zweite Luftzahlverhältniswert (w_2) größer als der vorgegebene erste Schwellwert ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem auf das Vorliegen einer Leckage im Einlasstrakt geschlossen wird, wenn der erste Luftzahlverhältniswert (w_1) größer als ein vorgegebener zweiter Schwellwert und der zweite Luftzahlverhältniswert (w_2) noch einmal mehr erhöht gegenüber dem vorgegebenen zweiten Schwellwert.(w_2) ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 und 9, bei dem der vorgegebene erste und der vorgegebene zweite Schwellwert gleich groß, insbesondere 1, sind.

11. Computerprogrammprodukt, das direkt in den internen Speicher eines digitalen Computers geladen werden kann und Softwarecodeabschnitte umfasst, mit denen die Schritte gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgeführt werden, wenn das Produkt auf einem Computer läuft

12. Motortesteinrichtung zur Erkennung von Fehlern im Einlasstrakt eines Verbrennungsmotors, die dazu ausgebildet ist, das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 durchzuführen.

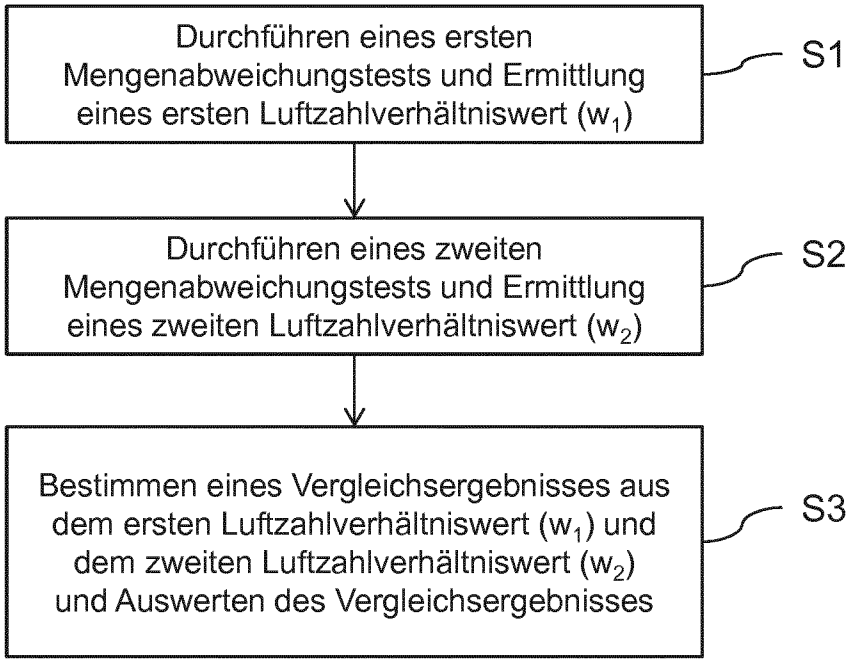

Durchführen eines ersten Mengenabweichungstests und Ermittlung eines ersten Luftzahlverhältniswert (w_1)
S1
Durchführen eines zweiten Mengenabweichungstests und Ermittlung eines zweiten Luftzahlverhältniswert (w_2)
S2
Bestimmen eines Vergleichsergebnisses aus dem ersten Luftzahlverhältniswert (w_1) und dem zweiten Luftzahlverhältniswert (w_2) und Auswerten des Vergleichsergebnisses
S3

Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/077882

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D 41/14(2006.01)i; ***F02D 13/02***(2006.01)i; ***F02D 41/22***(2006.01)i; *F02D 41/00*(2006.01)n

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)

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.
A	US 2005125139 A1 (KELLER TORSTEN [DE] ET AL) 09 June 2005 (2005-06-09) paragraphs [0013] - [0023]; figure 1 paragraphs [0027] - [0040]; figure 2	1-12
A	JP 2005214073 A (DENSO CORP) 11 August 2005 (2005-08-11) paragraphs [0024] - [0027]; figure 1 paragraphs [0043] - [0074]; figures 3-5	1-12
A	US 2011004394 A1 (DINGL JUERGEN [DE] ET AL) 06 January 2011 (2011-01-06) figures 1-2 figures 3-4	1-12
A	DE 102008001099 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15 October 2009 (2009-10-15) figures 1-4	1-12

☐ 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	Date of mailing of the international search report
07 January 2020	**17 January 2020**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Spicq, Alexandre** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/077882

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2005125139	A1	09 June 2005	DE	10355335	A1	23 June 2005
				FR	2863007	A1	03 June 2005
				JP	4533107	B2	01 September 2010
				JP	2005155628	A	16 June 2005
				US	2005125139	A1	09 June 2005
JP	2005214073	A	11 August 2005	NONE			
US	2011004394	A1	06 January 2011	DE	102008012459	B3	10 September 2009
				KR	20100133998	A	22 December 2010
				US	2011004394	A1	06 January 2011
				WO	2009109439	A1	11 September 2009
DE	102008001099	A1	15 October 2009	CN	102057150	A	11 May 2011
				DE	102008001099	A1	15 October 2009
				EP	2297443	A1	23 March 2011
				US	2011137509	A1	09 June 2011
				WO	2009124891	A1	15 October 2009

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/077882

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02D41/14 F02D13/02 F02D41/22
ADD. F02D41/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
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.
A	US 2005/125139 A1 (KELLER TORSTEN [DE] ET AL) 9. Juni 2005 (2005-06-09) Absätze [0013] - [0023]; Abbildung 1 Absätze [0027] - [0040]; Abbildung 2 -----	1-12
A	JP 2005 214073 A (DENSO CORP) 11. August 2005 (2005-08-11) Absätze [0024] - [0027]; Abbildung 1 Absätze [0043] - [0074]; Abbildungen 3-5 -----	1-12
A	US 2011/004394 A1 (DINGL JUERGEN [DE] ET AL) 6. Januar 2011 (2011-01-06) Abbildungen 1-2 Abbildungen 3-4 -----	1-12
A	DE 10 2008 001099 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. Oktober 2009 (2009-10-15) Abbildungen 1-4 -----	1-12

☐ 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
7. Januar 2020	17/01/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Spicq, Alexandre

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/077882

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005125139 A1	09-06-2005	DE 10355335 A1	23-06-2005
		FR 2863007 A1	03-06-2005
		JP 4533107 B2	01-09-2010
		JP 2005155628 A	16-06-2005
		US 2005125139 A1	09-06-2005
JP 2005214073 A	11-08-2005	KEINE	
US 2011004394 A1	06-01-2011	DE 102008012459 B3	10-09-2009
		KR 20100133998 A	22-12-2010
		US 2011004394 A1	06-01-2011
		WO 2009109439 A1	11-09-2009
DE 102008001099 A1	15-10-2009	CN 102057150 A	11-05-2011
		DE 102008001099 A1	15-10-2009
		EP 2297443 A1	23-03-2011
		US 2011137509 A1	09-06-2011
		WO 2009124891 A1	15-10-2009