

(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
9. Februar 2017 (09.02.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/021183 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/00 (2006.01) **F02D 41/40** (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01) **F02D 41/24** (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/067624

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juli 2016 (25.07.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 214 780.0
3. August 2015 (03.08.2015) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **HOFFMANN, Robert**; Fürstenzellerstr. 25,
94099 Ruhstorf/Rott (DE). **RUSSE, Peter Matthias**; Carl-
Orff-Str. 35, 93105 Tegernheim (DE). **GARGISO, Tany**;
Burgstraße 12, 93093 Donaustauf (DE). **KAUSCHE**,

Michael; Hermann-Köhl-Strasse 20, 93049 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, DE, 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.

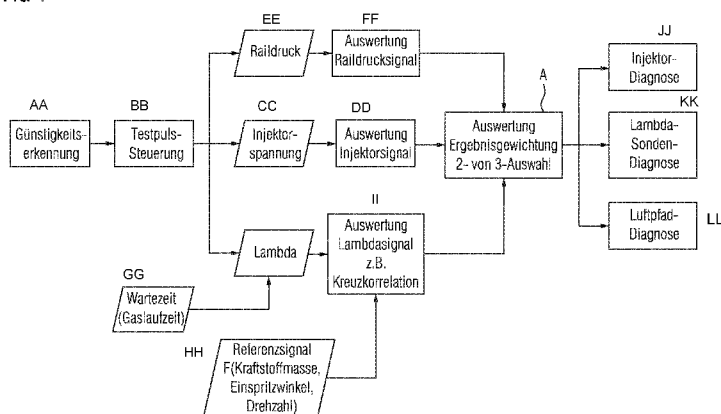
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GM, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR IDENTIFYING FAULTY COMPONENTS OF A FUEL INJECTION SYSTEM

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ERKENNUNG FEHLERHAFTER KOMPONENTEN EINES
KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEMS

FIG 1



AA Determine if time is suitable for carrying out method
BB Control test pulses
CC Injector voltage
DD Evaluate injector signal
EE Rail pressure
FF Evaluate rail pressure signal
A Evaluate weighted result, selecting 2 out of 3
GG Delay (gas travel time)
HH Reference signal F (fuel weight, injection angle, engine speed)
II Evaluate lambda signal, e.g. cross correlation
JJ Injector diagnosis
KK Lambda probe diagnosis
LL Air pathway diagnosis

(57) Abstract: The invention relates to a method for identifying faulty components of a fuel injection system, wherein a secondary injection is performed individually by each injector during a test routine, whereupon several predefined parameters of the fuel injection system are ascertained, and a combined assessment of the ascertained parameters is used to draw conclusions about whether or not components of the fuel injection system are faulty.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung fehlerhafter Komponenten eines Kraftstoffeinspritzsystems, bei welchem im Rahmen einer Testroutine eine injektorindividuelle Nacheinspritzung vorgenommen wird, nach erfolgter Nacheinspritzung mehrere vorgegebene Parameter des Kraftstoffeinspritzsystems ermittelt werden und durch eine kombinierte Auswertung der ermittelten Parameter Rückschlüsse darauf gezogen werden, ob Komponenten des Kraftstoffeinspritzsystems fehlerhaft oder fehlerfrei sind.



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**

CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Beschreibung

Verfahren zur Erkennung fehlerhafter Komponenten eines Kraftstoffeinspritzsystems

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung fehlerhafter Komponenten eines Kraftstoffeinspritzsystems.

10

Kraftstoffeinspritzsysteme von Brennkraftmaschinen müssen gesetzliche Vorschriften bezüglich einer On-Board-Diagnose (OBD) erfüllen. Einschlägige Normen und Gesetze hierzu sind beispielsweise für Europa die UN/ECE R83 und für den kalifornischen Markt der California Code of Regulations, Title 13, 1968.2.

15

Eine temporäre oder dauerhafte Abweichung der Kraftstoffeinspritzmenge von einer für den momentanen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine optimalen Kraftstoffeinspritzmenge muss schnell und sicher diagnostiziert werden können. Diese Diagnosefähigkeit muss über die komplette Lebensdauer des mit der Brennkraftmaschine ausgestatteten Kraftfahrzeugs erhalten bleiben. Ist dies nicht der Fall, dann verschlechtern sich die Schadstoffemissionen des Kraftfahrzeugs, so dass in vielen Fällen gesetzliche Vorschriften nicht eingehalten werden. Es kann auch der Fall auftreten, dass ein derartiges Kraftfahrzeug mit einem Motorschaden liegenbleibt.

25

Es ist bereits bekannt, eine Überwachung der Einspritzmenge unter Verwendung eines einzigen physikalischen Signals vorzunehmen, beispielsweise des Raildrucksignals oder der Injektorspannung. Jedes Signal, welches für eine OBD verwendet wird, muss gemäß geltender Vorschriften hinreichend plausibilisiert werden. Bei bekannten OBD-Systemen tritt des Weiteren das Problem auf, dass kleine Einspritzmengen nur kleine Signalhübe bei den zur Verfügung stehenden Sensoren hervorrufen, beispielsweise bei einem Raildrucksensor oder einer Lambdasonde.

30

35

In der unmittelbaren Umgebung des jeweiligen Motors sind üblicherweise unterschiedliche Arten von Störeinflüssen vorhanden. Dazu gehört beispielsweise allgemeines Rauschen. Es wird keine Unterscheidung zwischen eingestrahlttem Rauschen, eingeleitetem Rauschen, kapazitiv eingekoppeltem Rauschen und auch keine Unterscheidung zwischen verschiedenen Orten einer Störeinkopplung getroffen. Des Weiteren weisen Lambdasonden eine Querempfindlichkeit gegenüber Kohlenwasserstoffen und anderen Abgasbestandteilen auf. Auch kann eine Vergiftung der Sonde vorliegen.

Ferner tritt bei bekannten OBD-Systemen das Problem auf, dass die von einem Einspritzsystem darstellbare minimale Einspritzmenge üblicherweise einem alterungsbedingten Anstieg unterworfen ist, sofern keine geeigneten Gegenmaßnahmen getroffen werden.

Beispielsweise gibt eine Verbrennungsapplikation einen Einspritzmengensollwert von 1 mg vor. Ein neues Einspritzsystem führt diesen Mengensollwert aus und die gewünschten Folgen treten ein. Ein gealtertes Einspritzsystem führt diesen Mengensollwert möglicherweise nicht aus, da sich die Parameter bzw. Bauteile des Einspritzsystems verschlechtert haben. Beispielsweise benötigt ein gealtertes Einspritzsystem eine Ansteuerung, die im Neuzustand 3 mg entsprochen hätte, um 1 mg auszuführen.

Aus der EP 1 420 157 B1 ist ein Verfahren zur Ermittlung der Einspritzmenge einer Brennkraftmaschine bekannt, bei welchem eine Haupteinspritzung von Kraftstoff, eine Ermittlung der durch die Haupteinspritzung verursachten Drehbeschleunigung der Kurbelwelle, eine Bestimmung der Haupteinspritzmenge aus der ermittelten Drehbeschleunigung der Kurbelwelle und eine Nacheinspritzung von Kraftstoff nach der Haupteinspritzung bekannt, wobei des Weiteren eine Rückführung mindestens eines Teils des Abgases der Brennkraftmaschine mit dem nacheingespritzten Kraftstoff in den Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine, eine Ermittlung der durch die Nacheinspritzung und die Abgasrückführung verursachten zusätzlichen Drehbeschleunigung der Kurbelwelle zur Ermittlung der Abgasrückführrate und eine

Bestimmung der Nacheinspritzmenge aus der zusätzlichen Drehbeschleunigung der Kurbelwelle und der Abgasrückführungsrate vorgenommen werden.

5 Aus der WO 2009/013058 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung einer in wenigstens einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mittels wenigstens einer Einspritzung unter hohem Druck eingespritzten Kraftstoffmasse einer Voreinspritzung bekannt, bei welchem
10 mittels eines Vergleiches eines Maßes für die Istmenge des eingespritzten Kraftstoffs wenigstens einer Test-Nach-einspritzung, die aufgrund eines Maßes für eine vorgegebene Sollmenge einer gewünschten Voreinspritzung vorgenommen wird, und des Maßes für die Sollmenge eine Korrekturgröße für die Voreinspritzung festgelegt wird.

15

Aus der DE 10 2006 023 468 B3 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Einspritzventils eines Verbrennungsmotors bekannt, bei denen eine Abweichung zwischen einem vorgegebenen Sollwert und einem Istwert einer in einen
20 Brennraum eines Verbrennungsmotors eingespritzten Kraftstoffmenge kompensiert wird. Dabei wird der Kraftstoff mit Hilfe mehrerer Einspritzventile eines Einspritzsystems während des Betriebes eines Kraftfahrzeugs in den Verbrennungsmotor eingespritzt und die Abweichung zwischen dem vorgegebenen Sollwert
25 und dem Istwert der eingespritzten Kraftstoffmenge durch Erfassung des Druckabfalls in einem Kraftstoffrail des Einspritzsystems ermittelt. Dies geschieht dadurch, dass während einer Schubabschaltphase eine Testphase eingeleitet wird, bei der zunächst im Kraftstoffrail ein definierter, stabiler Zustand
30 eingestellt wird, nach Erreichen des stabilen Zustands ein erster Druckwert im Kraftstoffrail mit einer ersten Druckmessung ermittelt wird, anschließend wenigstens ein Einspritzventil ausgewählt wird, das für eine Testeinspritzung mit einem vorgegebenen Sollwert angesteuert wird, nach der Testein-
35 spritzung ein zweiter Druckwert mit einer zweiten Druckmessung im Kraftstoffrail ermittelt wird, aus den beiden ermittelten Druckwerten ein Differenzwert berechnet wird und aus dem berechneten Differenzwert ein Korrekturfaktor bestimmt wird, mit

dem die Ansteuerung des ausgewählten Einspritzventils korrigiert wird. Für die Testeinspritzung wird eine sehr geringe Kraftstoffmenge verwendet, welche der Kraftstoffmenge einer Vor- oder Nacheinspritzung oder einer Heizeinspritzung für den Katalysator entspricht.

Aus der DE 10 2010 004 299 B3 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben von Injektoren mit Piezoantrieb bekannt, bei welchen die elektrische Kapazität und damit das aktuelle Temperaturniveau des Piezoantriebs mit Hilfe von Testimpulsen gemessen wird. In Abhängigkeit von den gemessenen Kapazitätswerten erfolgt eine Ermittlung der relativen Änderung der Einspritzmenge eines Injektors. Anschließend wird dieser Injektor zur Tätigkeit einer Einspritzung unter Berücksichtigung der relativen Einspritzmengenänderung angesteuert. Auf diese Weise lässt sich die Einspritzmenge über die Temperatur stabil halten.

Aus der EP 2 136 058 A1 ist ein Verfahren zur Adaption der Injektorcharakteristiken von Kraftstoffinjektoren einer Mehrzylinder-Verbrennungsmaschine bekannt, welche Verbrennungskammern mit direkter Kraftstoffeinspritzung aufweist, wobei die Injektorcharakteristiken für jeden Injektor individuell adaptiert werden, um Abweichungen auszugleichen, die die individuellen Injektoren von Standardinjektoren haben. Dabei wird von jedem Injektor Kraftstoff eingespritzt und es wird die darauf basierende Reaktion der Maschine ermittelt. Des Weiteren wird beim bekannten Verfahren für jeden Zylinder ein Wert des Spitzendrucks oder eines angegebenen mittleren Druckes, welcher Druckwert während eines Verbrennungszyklus in der Brennkammer des Zylinders auftritt, ermittelt. Ferner werden die Injektorcharakteristiken individuell für jeden Injektor modifiziert, um Differenzen der Druckwerte zwischen den Zylindern auszugleichen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein verbessertes Verfahren zur Erkennung fehlerhafter Komponenten eines Kraftstoffeinspritzsystems anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

5 Gemäß dem im Anspruch 1 angegebenen Verfahren zur Erkennung fehlerhafter Komponenten eines Kraftstoffeinspritzsystems wird im Rahmen einer Testroutine eine injektorindividuelle Nacheinspritzung vorgenommen, nach erfolgter Nacheinspritzung
10 mehrere vorgegebene Parameter des Kraftstoffeinspritzsystems ermittelt und durch eine kombinierte Auswertung der ermittelten Parameter Rückschlüsse darauf gezogen, ob Komponenten des Kraftstoffeinspritzsystems fehlerhaft oder fehlerfrei arbeiten.

Durch diese kombinierte Auswertung der ermittelten Parameter
15 wird die Zuverlässigkeit und die Trennschärfe der Überwachung eines On-Board-Diagnosesystems erhöht.

Vorzugsweise handelt es sich bei den genannten Parametern um den Raildruck, die Injektorspannung und den Restsauerstoff im Abgas
20 bzw. die Luftzahl. Bei diesen Parametern handelt es sich um drei voneinander linear unabhängige Signale bzw. orthogonale Signale, deren kombinierte Auswertung besonders zuverlässige Ergebnisse liefert und eine sichere Erkennung bzw. Festlegung einer Störungsursache erlaubt.

25 Ein Verfahren gemäß der Erfindung eignet sich insbesondere für selbstzündende Verbrennungsmotoren mit Piezo-Common-Rail-Einspritzsystemen mit direkt angetriebenen Injektoren oder Servoventil-Injektoren (Dieselmotor und Ottomotor).

30 Des Weiteren kann mittels des beanspruchten Verfahrens eine Überprüfung vieler Systeme eines Verbrennungsmotors vorgenommen werden, insbesondere der Komponenten eines gesamten Einspritzsystems.

35 Das beanspruchte Verfahren wird in vorteilhafter Weise bei stabilen Operationsbedingungen eingesetzt, welche insbesondere

bei stehendem Fahrzeug in einer Werkstatt vorliegen. Es kann aber auch im Normalbetrieb eines Kraftfahrzeugs eingesetzt werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung besteht darin, das beanspruchte
5 Verfahren nicht vom Motorsteuergerät aus zu initialisieren, sondern von einem externen Testgerät. Dies kann in einer Werkstatt erfolgen oder auch am Ende der Fahrzeugherstellung im Werk.

- 10 Ein weiterer besonders vorteilhafter Zeitpunkt zur Durchführung eines Verfahrens gemäß der Erfindung ist der Zeitpunkt der Erstinbetriebnahme des Kraftfahrzeugs. Zu diesem Zeitpunkt liegen definierte Betriebsstoffe (Kraftstoff, Öl) vor, die die Erstbefüllungsnorm des jeweiligen Kraftfahrzeugs erfüllen.
15 Ferner steht zu diesem Zeitpunkt geschultes Personal bereit.

- Im Falle einer Durchführung des beanspruchten Verfahrens in einer Werkstatt sind vor dem Start des Verfahrens vom Werkstattpersonal bestimmte Fehler auszuschließen, beispielsweise Fehler am
20 Kabelbaum des Fahrzeugs, Undichtigkeiten im Hochdrucksystem des Fahrzeug und eine Betankung mit einer falschen Kraftstoffsorte.

- Bei einer Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Normalbetrieb eines Kraftfahrzeugs sind vor dem Start des
25 Verfahrens die Ergebnisse diverser Systemdiagnosen zu prüfen, beispielsweise die Ergebnisse einer Zylindergleichstellungsdiagnose sowie Diagnosen aller beteiligten Sensoren und Aktoren, um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse des erfindungsgemäßen Verfahrens sicherzustellen.

- 30 Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus deren beispielhafter Erläuterung anhand der Figuren. Es zeigt

- Figur 1 eine Skizze zur Erläuterung eines Verfahrens zur Er-
35 kennung fehlerhafter Komponenten eines Kraftstoff-einspritzsystems,

Figur 2 ein Diagramm zur Veranschaulichung des Zusammenhangs zwischen der durch Testpulse vorgegebenen Kraftstoffeinspritzmenge und der Reaktion des Einspritzsystems in Abhängigkeit von der Zeit,

5

Figur 3 Diagramme zur Veranschaulichung des Verhaltens des Luftsignals λ bei schrittweiser Erhöhung des Nach-einspritzwinkels und

10 Figur 4 Diagramme zur Veranschaulichung des Verhaltens des Luftsignals λ bei sprungförmiger Änderung des Einspritzwinkels.

Die Figur 1 zeigt eine Skizze zur Erläuterung eines Verfahrens zur Erkennung fehlerhafter Komponenten eines Kraftstoffeinspritzsystems.

Vor dem Starten des Verfahrens erfolgt zunächst eine Günstigkeitserkennung. Diese Günstigkeitserkennung besteht bei einer Benutzung des Verfahrens im Normalbetrieb eines Kraftfahrzeugs darin, vorgegebene Systemdiagnosen durchzuführen und deren Ergebnisse zu überprüfen. Zu diesen Systemdiagnosen gehören beispielsweise eine Zylindergleichstellungsdiagnose sowie eine Diagnose der Funktionsfähigkeit von Sensoren und Aktoren, die an Komponenten des Einspritzsystems angeordnet sind.

Bei einer Benutzung des Verfahrens in einer Werkstatt besteht die Günstigkeitserkennung darin, bestimmte Fehler durch das Werkstattpersonal auszuschließen, beispielsweise Fehler am Kabelbaum des Kraftfahrzeugs, Undichtigkeiten im Hochdrucksystem des Kraftfahrzeugs sowie eine Betankung mit einer falschen Kraftstoffsorte.

35 Liefert die vorgenommene Günstigkeitserkennung positive Ergebnisse, dann liegen stabile Motorbetriebsbedingungen vor, so dass das Verfahren zur Erkennung fehlerhafter Komponenten des Kraftstoffeinspritzsystems eingeleitet werden kann.

- Bei diesem Verfahren werden von einer Steuereinheit injektorindividuell Testpulse in Form von Nacheinspritzungen bereitgestellt. Beispielsweise wird zunächst eine Nacheinspritzung mit einem vorgegebenen Kraftstoffmengensollwert in einem Winkel von 70° nach dem oberen Totpunkt durchgeführt. Anschließend erfolgen weitere Nacheinspritzungen auf beispielsweise fünf aufeinanderfolgenden Segmenten auf demselben Zylinder mit demselben Kraftstoffmengensollwert.
- 10 Nach Vornahme der jeweiligen Nacheinspritzung mit dem vorgegebenen Kraftstoffmengensollwert erfolgt eine Erfassung der Reaktion des Kraftstoffeinspritzsystems auf die jeweilige Nacheinspritzung. Hierbei werden – wie es im oberen Zweig der Figur 1 veranschaulicht ist – der Raildruck mittels eines
- 15 Raildrucksensors gemessen und Raildrucksignale bereitgestellt und einer Auswerteeinheit A zugeführt. Des Weiteren werden – wie es im mittleren Zweig der Figur 1 veranschaulicht ist – die Injektorspannung mittels eines Spannungssensors gemessen und Injektorspannungssignale der Auswerteeinheit A zugeführt.
- 20 Ferner werden – wie es im unteren Zweig der Figur 1 veranschaulicht ist – die Luftzahl mittels eines Lamdasensors gemessen und ein die Luftzahl charakterisierendes Signal der Auswerteeinheit A zugeführt.
- 25 Dabei erfolgt die Messung der Luftzahl derart, dass durch ein erstes Messergebnis eine Auskunft über den verbrannten Kraftstoffmengenanteil an der Lambdasonde und durch ein zweites Messergebnis eine Auskunft über den verdampften Kraftstoffmengenanteil an der Lambdasonde erhalten wird. Durch diese
- 30 Vorgehensweise wird eine Information über den individuellen HC-Offset der Sonde erhalten. Diese beiden vorgenannten Messergebnisse werden dadurch erhalten, dass der Einspritzbeginn SOI der Nacheinspritzung variiert wird. Um korrekte Messergebnisse zu erhalten, muss die drehzahlabhängige Gaslaufzeit
- 35 beachtet werden, wie es unten links in der Figur 1 veranschaulicht ist. Die Messungen dürfen erst nach einem Light-Off des Abgasnachbehandlungssystems vorgenommen werden. Die beiden Messergebnisse der Luftzahlen werden einer Nachverarbeitung

unterworfen, beispielsweise einer Kreuzkorrelation oder einer Autokorrelation. Das dabei erhaltene Ergebnis wird als ein die Luftzahl charakterisierendes Signal der Auswerteeinheit A zugeführt.

5

Anschließend wird ein etwas höherer Kraftstoffmengensollwert vorgegeben und die vorstehend beschriebenen Messungen und Auswertungen wiederholt.

- 10 Diese Wiederholungen mit stets etwas erhöhten Kraftstoffmengensollwert erfolgen solange, bis alle Auswertefunktionen zum Ergebnis haben, dass zum einen ein signifikantes Signal erkannt wird, d. h. dass die angesteuerte Einspritzmenge zu einer merklichen Veränderung des gemessenen Raildrucks und / oder der
- 15 Luftzahl geführt hat, und zum zweiten, dass der Betrag der Mengensollwerterhöhung zu einem Differenzwert im gemessenen Signal geführt hat.

- In der Folge wird beim vorstehend beschriebenen Verfahren ein
- 20 zyklischer Wechsel des Winkels der Testeinspritzung bzw. Nacheinspritzung unter Beibehaltung der jeweils vorgegebenen Testeinspritzmenge vorgenommen. Dadurch wird erreicht, dass die Nacheinspritzung einmal an einem Zeitpunkt, an dem der Kraftstoff noch brennt, aber keinen spürbaren Drehmomentbeitrag liefert, z.
- 25 B. bei 70° nach dem oberen Totpunkt, und einmal an einem Zeitpunkt, an dem der Kraftstoff nicht mehr brennt, z. B. bei 150° nach dem oberen Totpunkt, vorgenommen wird. Dies ermöglicht es, einmal die Wirkung der verbrannten Kraftstoffmenge und einmal die Wirkung der verdampften Kraftstoffmenge im Sondensignal zu
- 30 sehen.

- Die Erfassung und Auswertung der Luftzahl erfolgt jeweils an einem im Voraus empirisch ermittelten Zeitpunkt bzw. in einem erwarteten Zeitraum. Bei der Ermittlung dieses Zeitpunktes bzw.
- 35 Zeitraumes werden der Einspritzzeitpunkt, die drehzahlabhängige Gaslaufzeit und eine Eingangsfilterzeitkonstante der Luftzählerfassung berücksichtigt.

Mittels der bereits oben genannten Kreuzkorrelation oder der Autokorrelation wird der Signal-Rausch-Abstand verbessert.

5 Im Falle einer Verwendung der Kreuzkorrelation wird am Motorprüfstand ein Referenzsignal aufgenommen und es erfolgt eine Auswertung der erhaltenen Mess- bzw. Feedbacksignale im Zeitbereich und im Spektralbereich.

10 Im Falle einer Verwendung der Autokorrelation wird die gemessene Luftzahl bei gleichförmigem Motorlauf nach dem Ende der Einschwingvorgänge im Kraftstoff- und Luftpfad des Motors auf Selbstähnlichkeit untersucht. Dabei wird durch geeignet gewählte Nacheinspritzungen eine Abweichung im Verlauf des Lambdasignals provoziert. Die Autokorrelation liefert als Ergebnis ein Signal,
15 das ab einer vom Einspritzsystem minimal darstellbaren Einspritzmenge eine Unterscheidung dahingehend ermöglicht, ob eine Einspritzung vorhanden ist oder nicht.

20 In der Auswerteeinheit werden unter anderem Vergleiche der jeweils identifizierten minimalen Signal-Signifikanz mit einer in einem anderem Zweig identifizierten minimalen Signal-Signifikanz vorgenommen, beispielsweise ein Vergleich der im Raildruckzweig identifizierten minimalen Signal-Signifikanz mit der im Luftkanal identifizierten minimalen Signal-Signifikanz
25 und ein Vergleich der im Luftpfadzweig identifizierten minimalen Signal-Signifikanz mit der im Injektorspannungszweig identifizierten minimalen Signal-Signifikanz, um die Zuverlässigkeit der Diagnose zu erhöhen.

30 Des Weiteren erfolgt in der Auswerteeinheit eine kombinierte Auswertung der ihr zugeführten Parameter, um Rückschlüsse darauf ziehen zu können, ob Komponenten des Kraftstoffeinspritzsystems fehlerhaft oder fehlerfrei sind.

35 Befinden sich beispielsweise die Raildrucksignale, die Injektorspannungssignale und die die Luftzahl charakterisierende Signale im Erwartungsbereich, dann wird darauf geschlossen, dass die Kraftstoffeinspritzmenge fehlerfrei, d. h. in Ordnung, ist.

Befinden sich hingegen die Raildrucksignale und die Injektorspannungssignale im Erwartungsbereich, die die Luftzahl charakterisierenden Signale jedoch nicht, dann wird darauf
5 geschlossen, dass entweder ein Fehler der Lambdasonde oder ein Luftpfadfehler vorliegt.

Befinden sich hingegen die Injektorspannungssignale im Erwartungsbereich, die Raildrucksignale und die die Luftzahl
10 charakterisierenden Signale jedoch nicht, dann wird darauf geschlossen, dass der Kraftstoffdurchfluss durch den Injektor fehlerhaft, d. h. nicht in Ordnung, ist.

Folglich erlaubt die vorgeschriebene kombinierte Auswertung der
15 ermittelten Parameter eine Erkennung des Fehlerortes, insbesondere eine Erkennung, ob ein Fehler des Injektors, der Lambdasonde oder des Luftpfades vorliegt.

Die Figur 2 zeigt ein Diagramm zur Veranschaulichung des Zusammenhangs zwischen den durch die Testimpulse vorgegebenen
20 Kraftstoffeinspritzmengen und der Reaktion des Einspritzsystems in Abhängigkeit von der Zeit. Dabei ist längs der Ordinate der Kraftstoffmengensollwert MSW der Testimpulse, d. h. der Nacheinspritzung, und längs der Abszisse die verstrichene Zeit
25 t_N nach dem Ende der Nacheinspritzung aufgetragen.

Die im Diagramm durchgezogene Linie L1 ist eine Normkennlinie, wie sie von einem neuen bzw. einwandfreien Injektor erwartet wird. Diese Normkennlinie wird während des Entwicklungszeitraums
30 empirisch ermittelt. Die gestrichelt gezeichnete Linie L2, die typischerweise parallel zur durchgezogenen Linie verläuft, veranschaulicht, dass die Testimpulse an einem gealterten oder beschädigten Injektor keine Reaktion, eine Reaktion zu einem anderen als dem erwartenden Zeitpunkt oder mit einer anderen als
35 der erwarteten Amplitude hervorrufen.

Ein fehlerfreier Injektor im Neuzustand liefert für eine Ansteuerdauer T_1 , die einer ursprünglich vorgenommenen Kalibration

entspricht, eine Einspritzmenge A, beispielsweise 1 mg. Diese Einspritzmenge A führt zu Reaktionen in den oben genannten Messsignalen, die zu erwarteten Zeitpunkten, gerechnet ab dem Beginn oder dem Ende der Ansteuerdauer T1, auftreten und erwartete Amplituden aufweisen, welche ebenfalls aus der ursprünglich vorgenommenen Kalibration bekannt sind. Die genannte Ansteuerdauer T1 kann zur Bildung einer Statistik, beispielsweise einer Mittelwertbildung, in mehreren Arbeitsspielen des Motors wiederholt angewendet werden.

Des Weiteren liefert ein fehlerfreier Injektor im Neuzustand für eine zweite Ansteuerdauer T2 eine zweite Einspritzmenge B, die ebenfalls zu erwarteten Zeitpunkten Reaktionen mit erwarteten Amplituden hervorruft. Auch hierbei kann die zweite Ansteuerdauer T2 in mehreren Arbeitsspielen des Motors wiederholt angewendet werden, um einen Mittelwert zu bilden.

Daraus resultierend kann eine erwartete Differenz zwischen den erhaltenen Reaktionen gebildet werden.

Dabei können die Ansteuerdauern T1 ... Tn der Testpulse sowohl in aufsteigender als auch in abfallender Richtung angewendet werden, d. h. beginnend mit kleinen Zeitdauern hin zu größeren Zeitdauern oder umgekehrt.

Der in der Figur 2 mit Z1 gekennzeichnete Pfeil zwischen gestrichelter und durchgezogener Linie veranschaulicht, dass eine Anwendung der erkannten bzw. detektierten Messwerte auf die Parameter für kleinere Einspritzungen den Injektor wieder auf die Normkennlinie „zieht“ und eine Anwendung und Darstellung kleiner Kraftstoffmengen ermöglicht.

Generell führt eine Testeinspritzung zu Reaktionen in den Injektor-Feedbacksignalen, beispielsweise in den Messsignalen, die den Verlauf der Injektorkapazität oder der Injektorspannung beschreiben. Diese Reaktion wird als Nadelschließzeitpunkt OPP4 interpretiert. Eine Verschiebung zu einem früheren als dem erwarteten Zeitpunkt, wie sie durch die Pfeile Z2 und Z3

symbolisiert ist, wird als zu frühes Nadelschließen interpretiert, was üblicherweise mit einer kleineren als der für eine Ansteuerdauer T_1 erwarteten Einspritzmenge einhergeht. Entsprechend wird eine Verschiebung zu einem späteren als dem erwarteten Zeitpunkt als zu spätes Nadelschließen interpretiert, was üblicherweise mit einer größeren als der für eine Ansteuerdauer T_1 erwarteten Einspritzmenge einhergeht.

Üblicherweise äußert sich eine Mengendrift eines Injektors in einer Parallelverschiebung der aktuellen Injektorkennlinie gegenüber der Normkennlinie.

Bildet man nun die zeitliche Differenz $T_{\text{erwartet}} - T_{\text{ist}}$ und addiert sie auf geeignete Weise auf die Ansteuerdauer T_1 , dann erhält man die Ansteuerdauer, die für einen gealterten Injektor notwendig ist, um die gewünschte Kraftstoffmenge zu erzielen.

Dieselbe Testeinspritzung führt auch zu einer Reaktion im Signal PFU-SIG des Raildrucksensors, insbesondere zu einem Absinken des Raildrucksignals entsprechend dem aus dem Rail abgenommenen Kraftstoffvolumen. Der Druck im Rail ergibt sich aus der Bilanz von zugeführtem und abgeführtem Kraftstoffvolumen. Eine Variation des Einspritzwinkels der Testeinspritzung bedeutet, den Phasenwinkel der Testeinspritzung zur Pumpenphase bzw. den Abstand zur Haupteinspritzung zu variieren. Folglich befindet sich die Testeinspritzung an unterschiedlichen Positionen bezüglich der durch den Pumpenhub und/oder der Haupteinspritzung ausgelösten Druckwelle im Rail. Für verschiedene Winkel werden verschiedene Erwartungswerte bereitgestellt.

Des Weiteren führt dieselbe Testeinspritzung zu einer Reaktion des amperometrischen Sauerstoffsensors im Abgaspfad. Der erwartete Zeitpunkt dieses Signals ist unter anderem abhängig von der Gaslaufzeit zwischen dem Auslassventil des Zylinders und dem Ort der Lambdasonde. Die Gaslaufzeit ist abhängig von festen geometrischen Gegebenheiten und der Luftmassengeschwindigkeit bzw. dem Luftmassendurchsatz. Weitere Einflussgrößen sind die Drehzahl, der Ladedruck und der Abgasgegendruck. Ferner ist die

Amplitude der Reaktion der Lambdasonde abhängig von der Kraftstoffsorte, der Einspritzmenge und deren Umsetzungsgrad.

Die Figur 3 zeigt Diagramme zur Veranschaulichung des Verhaltens des Luftsignals Lambda bei einer schrittweisen Erhöhung des Nacheinspritzwinkels bei gleichbleibender Kraftstoffmenge. Dabei ist im unteren Diagramm die Ursache, d. h. die schrittweise Erhöhung des Einspritzwinkels, und im oberen Diagramm die Wirkung, d. h. die resultierenden Luftzahlwerte, dargestellt. Es ist ersichtlich, dass der Anteil der verbrannten Teil-Einspritzmenge der Test-Einspritzmenge und damit der Verbrauch an freiem molekularem Sauerstoff mit steigendem Einspritzwinkel nach dem oberen Totpunkt sinkt. Die unverbrannten Kohlenwasserstoffe werden an der heißen Oberfläche der Sonde thermisch / katalytisch umgesetzt, der Effekt im Messsignal ist aber nicht identisch zur Verbrennung derselben Menge Kraftstoff.

Die Figur 4 zeigt Diagramme zur Veranschaulichung des Verhaltens des Luftsignals Lambda bei sprungförmiger Änderung des Einspritzwinkels bei gleichbleibender Kraftstoffmasse. Dabei ist ebenfalls im unteren Diagramm die Ursache, d. h. die sprungförmigen Änderungen des Einspritzwinkels, und im oberen Diagramm die Wirkung, d. h. die resultierenden Luftzahlwerte, dargestellt.

In den Figuren 3 und 4 wird der prinzipielle Zusammenhang zwischen Nacheinspritzwinkel und Lambdasignal verdeutlicht. Der Unterschied in der Funktion ist, dass mit der graduellen Erhöhung der Testeinspritzmenge gemäß Figur 3 Punkte zur Berechnung der Geradengleichung der gestrichelt gezeichneten Linie erfasst werden können. Insbesondere kann der „Fußpunkt“, d.h. bei welcher minimalen Ansteuerdauer sich zum ersten Mal ein signifikanter Signalhub ergibt, erfasst werden. Ein neuer Injektor liefert üblicherweise die erste Signifikanz bei geringerer Ansteuerdauer. Da das oben beschriebene System aber über den Mengensollwert MSW gesteuert wird (siehe Ordinate in der Figur 2), muss ein höherer Testpuls-Mengensollwert, der einer größeren An-

steuerdauer entspricht, für den gleichen Mengenistwert angesteuert werden.

- Die vorstehend beschriebene Erfindung ist in vorteilhafter Weise
- 5 anwendbar, wenn ein modellbasierter Luftpfad berechnet wird, bei welchem sich die Modellwerte auf den Kraftstoffmengensollwert stützen. Je besser die tatsächlich ausgeführte Kraftstoffmenge mit den angeforderten Sollwerten übereinstimmt, desto besser sind auch die berechneten Modellwerte für den Luftpfad bzw. die
- 10 Ansteuerparameter für die Regelkomponenten des Luftpfads, desto besser gelingt auch die Arbeitspunkteinstellung des Motors und desto besser können die Abgas-Rohemissionen und/oder der Kraftstoffverbrauch des Motors optimiert werden.
- 15 Eine verbesserte Diagnosefähigkeit des Einspritzsystems führt auch zu einem verbesserten Pinpointing, d. h. einer verbesserten Erkennung einer fehlerhaften Komponente des Kraftstoffeinspritzsystems.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung fehlerhafter Komponenten eines Kraftstoffeinspritzsystems, bei welchem im Rahmen einer
5 Testroutine eine injektorindividuelle Nacheinspritzung vorgenommen wird, nach erfolgter Nacheinspritzung mehrere vorgegebene Parameter des Kraftstoffeinspritzsystems ermittelt werden und durch eine kombinierte Auswertung der ermittelten Parameter Rückschlüsse darauf gezogen werden, ob Komponenten des
10 Kraftstoffeinspritzsystems fehlerhaft oder fehlerfrei sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den vorgegebenen Parametern um den Raildruck, die Injektorspannung und die Luftzahl handelt.
15
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Falle, dass der Raildruck, die Injektorspannung und die Luftzahl jeweils in einem Erwartungsbereich liegen, die Einspritzmenge der Nacheinspritzung als fehlerfrei erkannt wird.
20
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Falle, dass die Injektorspannung im zugehörigen Erwartungsbereich liegt und der Raildruck und Luftzahl außerhalb des jeweiligen Erwartungsbereiches liegen, die Durchflussmenge
25 des Injektors als fehlerhaft erkannt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Falle, dass die Injektorspannung und der Raildruck im jeweils zugehörigen Erwartungsbereich liegen
30 und die Luftzahl nicht im zugehörigen Erwartungsbereich liegt, das Vorliegen eines Lambdafehlers oder eines Luftpfadfehlers erkannt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
35 gekennzeichnet, dass vor der Vornahme der Nacheinspritzung eine Günstigkeitserkennung durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen der Nacheinspritzung ein Wechsel des Winkels der Nacheinspritzung unter Beibehaltung der Kraftstoffmenge vorgenommen wird.

5

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen der Nacheinspritzung ein Wechsel des Winkels der Nacheinspritzung bei veränderter, gleichbleibender Kraftstoffmenge vorgenommen wird.

10

9. Verfahren nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen der Nacheinspritzung die Veränderung der Einspritzmenge solange vorgenommen wird, bis die kombinierte Auswertung der vorgegebenen Parameter ergibt, dass die vor-

15 liegende Einspritzmenge zu einer messbaren Änderung aller vorgegebenen Parameter führt.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Auswertung der Parameter eine

20 Kreuzkorrelation verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Auswertung der Parameter eine Autokorrelation verwendet wird.

25

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen der Nacheinspritzung die Dauer und/oder der Beginn der Nacheinspritzung verändert wird.

30 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspritzmenge der Nacheinspritzung kleiner als 3 mg ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspritzmenge der Nacheinspritzung

35 kleiner als 1 mg ist.

FIG 1

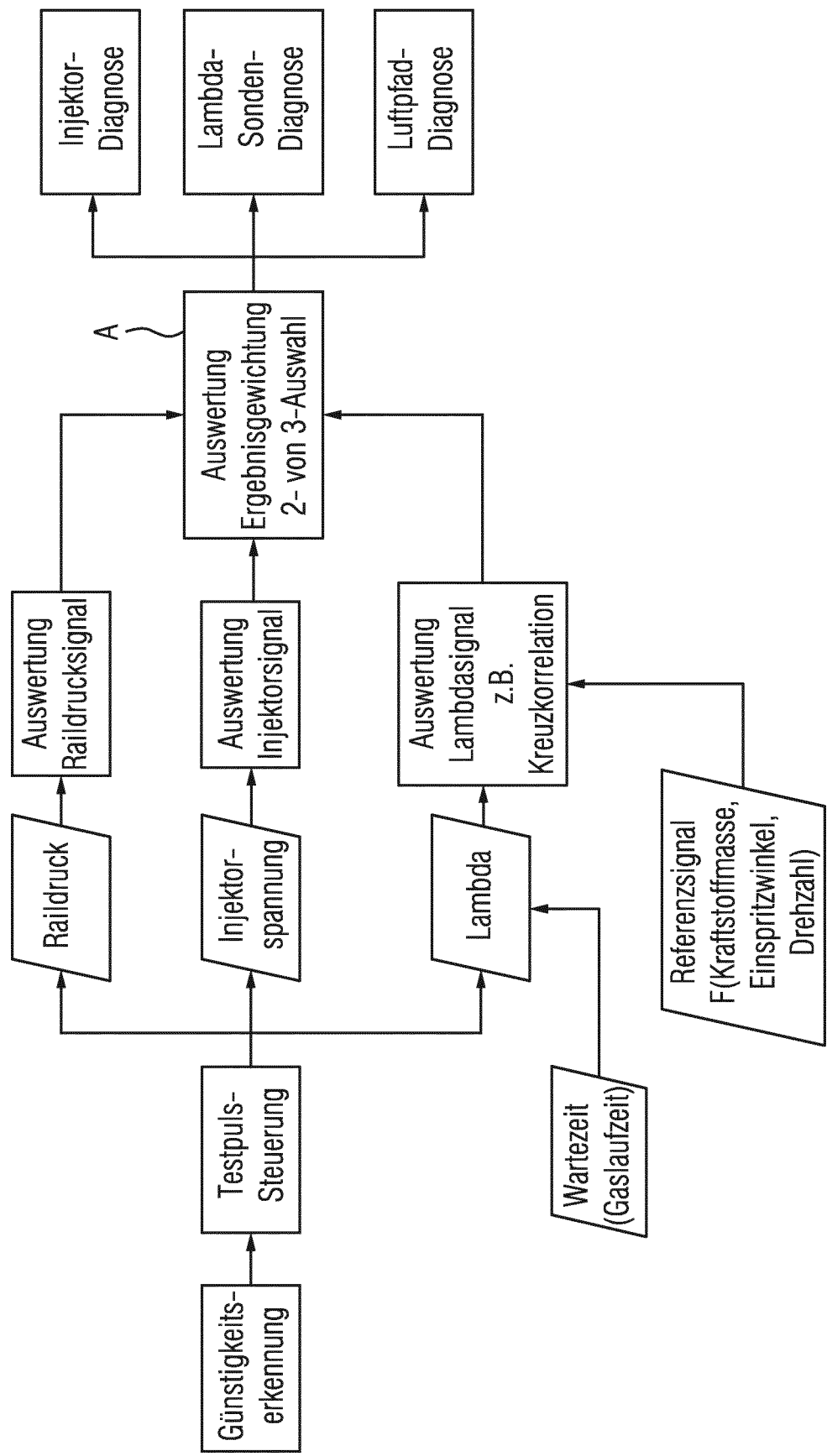
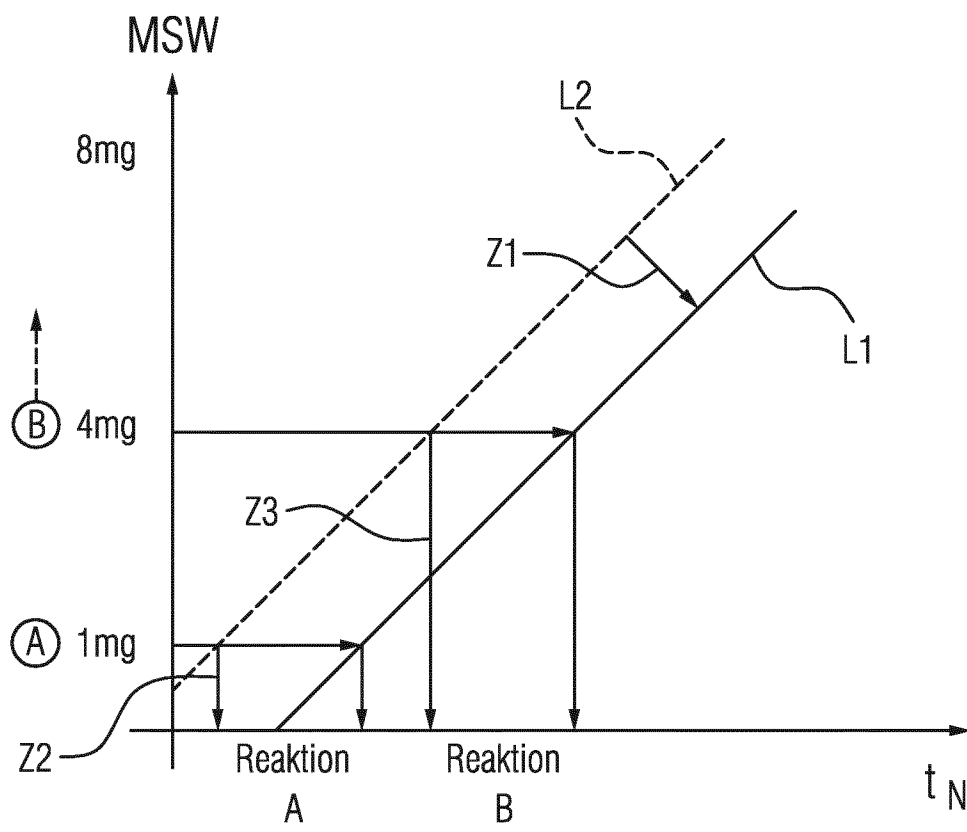


FIG 2



3/3

FIG 3

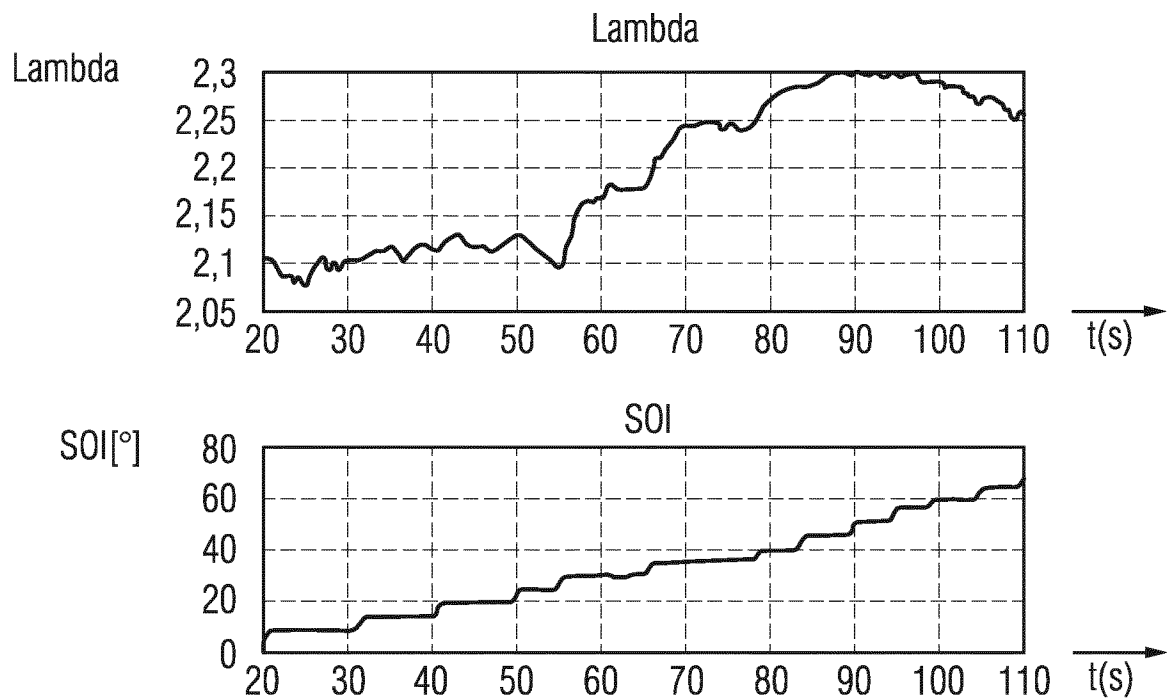
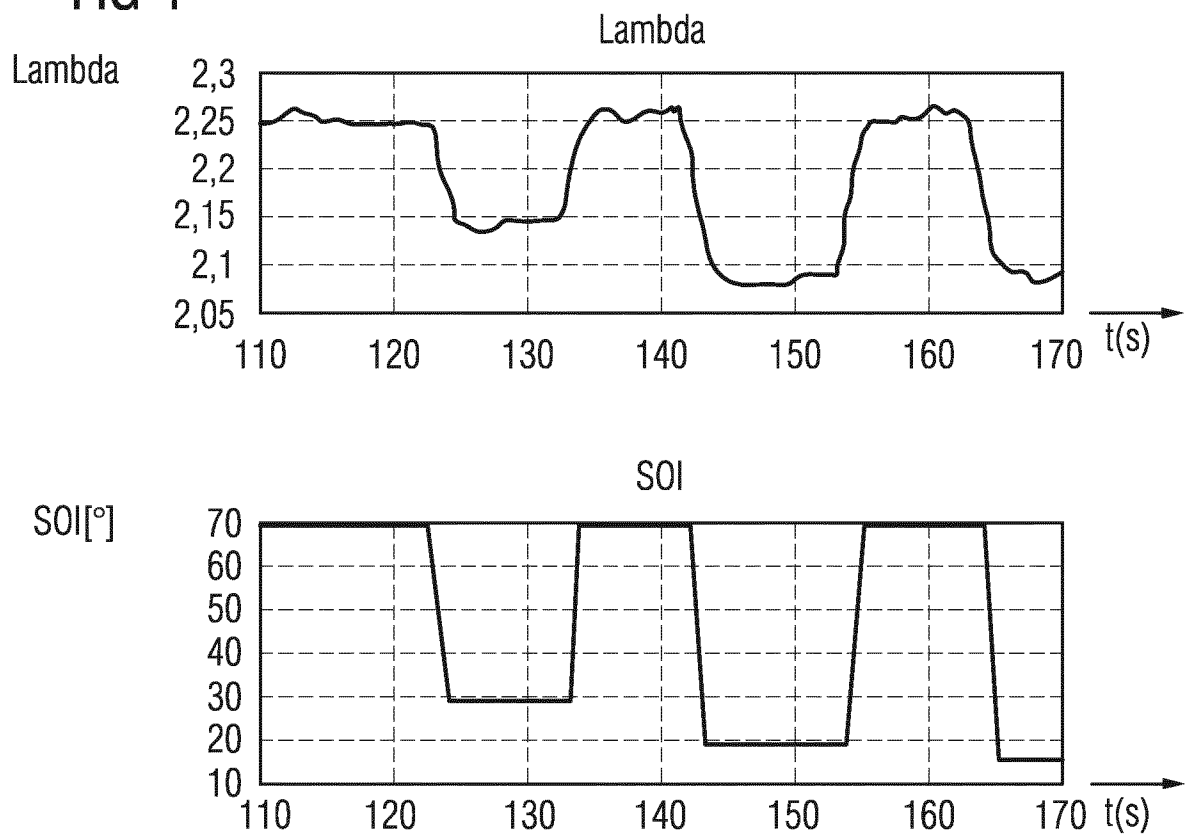


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/067624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D41/00 F02D41/14 F02D41/22 F02D41/40 F02D41/24
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)
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	EP 2 796 690 A1 (LIEBHERR MACHINES BULLE SA [CH]) 29 October 2014 (2014-10-29)	1
Y	paragraphs [0006] - [0007], [0012] - [0015], [0019] - [0021], [0025], [0029] - [0030], [0032], [0039], [0041] - [0042] paragraphs [0048], [0052], [0059] - [0060], [0066] - [0069], [0077]; figures 1-2	2-14
Y	----- WO 2004/046530 A1 (SIEMENS AG [DE]; RABL HANS PETER [DE]) 3 June 2004 (2004-06-03) page 3, line 15 - line 18 page 4, line 12 - line 17 page 5, line 1 - line 2 page 8, line 19 - line 24 page 12, line 7 - line 10 ----- -/-	2-14



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

14 October 2016

Date of mailing of the international search report

24/10/2016

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

Eitner, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/067624

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 844 380 A2 (DENSO CORP [JP]) 27 May 1998 (1998-05-27) page 3, line 47 - line 51; figure 2 page 5, line 21 - line 28 page 5, line 49 - line 56 page 6, line 11 - line 15 -----	5
A	EP 2 019 195 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28 January 2009 (2009-01-28) paragraphs [0005] - [0007], [0010], [0021], [0023], [0025] -----	1,2
A	DE 10 2007 034335 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29 January 2009 (2009-01-29) the whole document -----	1,2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/067624

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2796690	A1	29-10-2014	CH 707935 A1 31-10-2014
		EP 2796690 A1	29-10-2014
		RU 2014115670 A	27-10-2015
		US 2014311453 A1	23-10-2014
WO 2004046530	A1	03-06-2004	DE 10253932 A1 09-06-2004
		EP 1565649 A1	24-08-2005
		WO 2004046530 A1	03-06-2004
EP 0844380	A2	27-05-1998	DE 69719460 D1 10-04-2003
		DE 69719460 T2	29-01-2004
		EP 0844380 A2	27-05-1998
EP 2019195	A1	28-01-2009	DE 102007034337 A1 29-01-2009
		EP 2019195 A1	28-01-2009
		JP 5311909 B2	09-10-2013
		JP 2009030603 A	12-02-2009
DE 102007034335	A1	29-01-2009	CN 101765709 A 30-06-2010
		DE 102007034335 A1	29-01-2009
		EP 2173995 A1	14-04-2010
		JP 5124020 B2	23-01-2013
		JP 2010533817 A	28-10-2010
		KR 20100051623 A	17-05-2010
		US 2010191443 A1	29-07-2010
		WO 2009013058 A1	29-01-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02D41/00 F02D41/14 F02D41/22 F02D41/40 F02D41/24 ADD.		
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.
X	EP 2 796 690 A1 (LIEBHERR MACHINES BULLE SA [CH]) 29. Oktober 2014 (2014-10-29)	1
Y	Absätze [0006] - [0007], [0012] - [0015], [0019] - [0021], [0025], [0029] - [0030], [0032], [0039], [0041] - [0042] Absätze [0048], [0052], [0059] - [0060], [0066] - [0069], [0077]; Abbildungen 1-2 -----	2-14
Y	WO 2004/046530 A1 (SIEMENS AG [DE]; RABL HANS PETER [DE]) 3. Juni 2004 (2004-06-03) Seite 3, Zeile 15 - Zeile 18 Seite 4, Zeile 12 - Zeile 17 Seite 5, Zeile 1 - Zeile 2 Seite 8, Zeile 19 - Zeile 24 Seite 12, Zeile 7 - Zeile 10 ----- -/-	2-14
☒ 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
14. Oktober 2016		24/10/2016
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 Eitner, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 844 380 A2 (DENSO CORP [JP]) 27. Mai 1998 (1998-05-27) Seite 3, Zeile 47 - Zeile 51; Abbildung 2 Seite 5, Zeile 21 - Zeile 28 Seite 5, Zeile 49 - Zeile 56 Seite 6, Zeile 11 - Zeile 15 -----	5
A	EP 2 019 195 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. Januar 2009 (2009-01-28) Absätze [0005] - [0007], [0010], [0021], [0023], [0025] -----	1,2
A	DE 10 2007 034335 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29. Januar 2009 (2009-01-29) das ganze Dokument -----	1,2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/067624

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2796690	A1	29-10-2014	CH 707935 A1 31-10-2014
		EP 2796690 A1	29-10-2014
		RU 2014115670 A	27-10-2015
		US 2014311453 A1	23-10-2014
WO 2004046530	A1	03-06-2004	DE 10253932 A1 09-06-2004
		EP 1565649 A1	24-08-2005
		WO 2004046530 A1	03-06-2004
EP 0844380	A2	27-05-1998	DE 69719460 D1 10-04-2003
		DE 69719460 T2	29-01-2004
		EP 0844380 A2	27-05-1998
EP 2019195	A1	28-01-2009	DE 102007034337 A1 29-01-2009
		EP 2019195 A1	28-01-2009
		JP 5311909 B2	09-10-2013
		JP 2009030603 A	12-02-2009
DE 102007034335	A1	29-01-2009	CN 101765709 A 30-06-2010
		DE 102007034335 A1	29-01-2009
		EP 2173995 A1	14-04-2010
		JP 5124020 B2	23-01-2013
		JP 2010533817 A	28-10-2010
		KR 20100051623 A	17-05-2010
		US 2010191443 A1	29-07-2010
		WO 2009013058 A1	29-01-2009