

(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
11. Februar 2010 (11.02.2010)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/015464 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/058254

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. Juli 2009 (01.07.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 036 818.0
7. August 2008 (07.08.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KEINER, Thomas**
[DE/DE]; Finkenstraße 30, 35584 Wetzlar (DE).
SCHNURRER, Christoph [DE/DE]; Kleine Schmiech
44, 61440 Oberursel (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL AUTOMO-
TIVE GMBH**; Postfach 22 16 39, 80506 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND CONTROL DEVICE FOR DETECTING THE DIRECTION OF ROTATION OF A DRIVE SHAFT
OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND STEUERVORRICHTUNG ZUM ERKENNEN DER DREHRICHTUNG EINER AN-
TRIEBSWELLE EINER BRENNKRAFTMASCHINE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

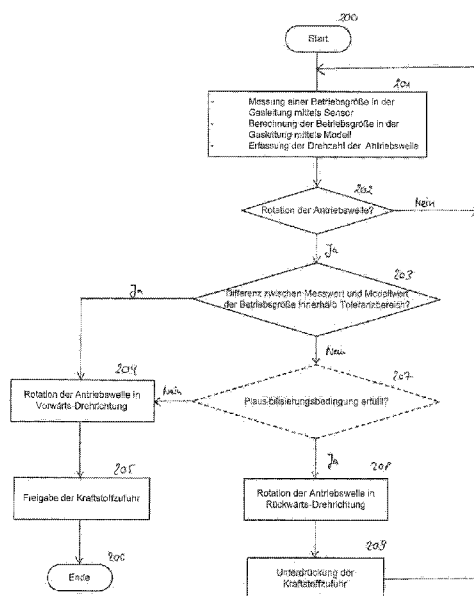


Fig. 2

200 Start
201 Measurement of an operating variable in the gas line by means of a sensor
Calculation of the operating variable in the gas line by means of a model
Detection of the rotational speed of the drive shaft
202 Rotation of the drive shaft?
203 Difference between the measured value of the operating variable and the model value of the operating
variable within tolerance range?
204 Rotation of the drive shaft in the forward direction
205 Plausibility condition met?
206 Release of the fuel supply
207 Rotation of the drive shaft in the reverse direction
208 Suppression of the fuel supply
209 End

(57) Abstract: The invention relates to a method for
determining the direction of rotation of a drive shaft
(13) of an internal combustion engine (1) without
using a sensor specifically provided therefor. Accord-
ing to the invention, an operating variable of the in-
ternal combustion engine (1) is measured using a sen-
sor in a gas line (40, 16), which connects a combustion
chamber (30) of the internal combustion engine (1) to
the surrounding area. The operating variable is calcu-
lated using a model. A forward direction of rotation of
the drive shaft (13) is detected if the difference be-
tween the measured value of the operating variable and
the model value of the operating variable lies within a
specified tolerance range. Otherwise, a reverse direc-
tion of rotation of the drive shaft (13) is detected, which
is opposite of the forward direction of rotation.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/015464 A1



NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Es wird ein Verfahren zum Ermitteln der Drehrichtung einer Antriebswelle (13) einer Brennkraftmaschine (1) ohne Verwendung eines eigens dafür vorgesehenen Sensor vorgeschlagen. Demnach wird eine Betriebsgröße der Brennkraftmaschine (1) in einer Gasleitung (40, 16), welche einen Brennraum (30) der Brennkraftmaschine (1) mit der Umgebung verbindet, mittels eines Sensors gemessen. Die Betriebsgröße wird mittels eines Modells berechnet. Eine Vorwärts-Drehrichtung der Antriebswelle (13) wird erkannt, falls die Differenz zwischen dem Messwert der Betriebsgröße und dem Modellwert der Betriebsgröße innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt. Ansonsten wird eine Rückwärts-Drehrichtung der Antriebswelle (13) erkannt, welche der Vorwärts-Drehrichtung entgegengesetzt ist.

Beschreibung

Verfahren und Steuervorrichtung zum Erkennen der Drehrichtung einer Antriebswelle einer Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen der Drehrichtung einer Antriebswelle einer Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug sowie eine entsprechende Steuervorrichtung.

Die in der Kraftfahrzeugtechnik eingesetzten Brennkraftmaschinen weisen eine Antriebswelle auf, über welche die bei der Verbrennung entstehende Energie in Form eines Drehmoments an den Antriebsstrang des anzutreibenden Kraftfahrzeugs übertragen wird. Bei Hubkolbenmotoren wird diese Antriebswelle als Kurbelwelle bezeichnet. Grundsätzlich ist die Antriebswelle derart gelagert, dass sie in zwei entgegen gesetzten Drehrichtungen rotieren kann. Jedoch sind viele wesentliche Bestandteile der Brennkraftmaschine auf nur eine Drehrichtung der Antriebswelle, nachfolgend als Vorwärtsdrehrichtung bezeichnet, abgestimmt. So ist beispielsweise der gesamte Ansaugtrakt, die darin enthaltenen Komponenten und Sensoren nur darauf abgestimmt, die Frischluftversorgung der Brennkraftmaschine zu gewährleisten. Analog ist beispielsweise der Abgastrakt der Brennkraftmaschine nur dafür ausgelegt, die heißen Verbrennungsabgase aus den Brennräumen an die Umgebung abzuführen. Gleiches gilt beispielsweise auch für die Steuerung der Ein- und Auslassventile, deren Öffnungszeiten nur für den Betrieb in der Vorwärtsdrehrichtung abgestimmt sind. Die meisten modernen Brennkraftmaschinen verfügen ferner über eine elektronische Steuervorrichtung, welche basierend auf den Ausgangssignalen der Sensoren den Frischluftmassenstrom, die Zündung und die Kraftstoffeinspritzung steuert. Die in der Steuervorrichtung implementierten Steuerfunktionen gewährleisten das ordnungsgemäße Zusammenspiel sämtlicher Aktuatoren, aber nur für den Fall, dass die Antriebswelle in der Vorwärtsdrehrichtung dreht. Es gibt jedoch Fahrsituationen, bei dem ein Rückwärtsdrehen der Antriebswelle möglich ist,

beispielsweise beim Rückwärtsrollen des Kraftfahrzeugs mit geschlossenem Antriebsstrang (eingelegter Gang) an einem steilen Hang. Wird das Rückwärtsdrehen der Antriebswelle nicht erkannt, kann es durch Einsetzen der Kraftstoffein-

5 spritzung und der Zündung zu erheblichen Beschädigungen der Brennkraftmaschine kommen.

Bisher war eine Erkennung des Rückwärtsdrehens der Antriebswelle nur mittels eines speziell ausgebildeten und kostspieligen Sensors möglich. Mit dem Ziel, die Herstellungskosten

10 der Kraftfahrzeuge zu verringern, sind die Kraftfahrzeughersteller bemüht, um die Anzahl der Sensoren weiter zu reduzieren.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, mittels denen die Drehrichtung der Antriebswelle der Brennkraftmaschine auch ohne einen speziellen Sensor mit Drehrichtungserkennung und somit eine Reduzierung der Herstellungskosten der Brennkraftmaschi-

15 20 ne möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren und die Steuervorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen

25 Ansprüche.

Ein Verfahren gemäß dem Anspruch 1 eignet sich zum Ermitteln der Drehrichtung einer Antriebswelle einer Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug. Dazu wird eine Betriebsgröße der Brennkraftmaschine in einer Gasleitung, welche einen Brennraum der Brennkraftmaschine mit der Umgebung verbindet, mittels eines Sensors gemessen. Dieselbe Betriebsgröße wird mittels eines entsprechend ausgebildeten Modells berechnet. Eine Vorwärtsdrehrichtung der Antriebswelle wird erkannt, falls

30 35 die Differenz zwischen dem Messwert der Betriebsgröße und dem Modellwert der Betriebsgröße innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt. Ansonsten wird eine Rückwärtsdrehrichtung

tung der Antriebswelle erkannt, welche der Vorwärtsdrehrichtung entgegengesetzt ist.

Unter der Vorwärtsdrehrichtung der Antriebswelle ist die normale Drehrichtung der Antriebswelle zu verstehen, in welcher die Antriebswelle der Brennkraftmaschine unter normalen Umständen bei laufender Verbrennung in den Brennräumen dreht. Zum Start der Brennkraftmaschine wird die Antriebswelle mittels eines Startermotors deshalb in der Vorwärtsdrehrichtung gedreht. Die Komponenten und deren Zusammenspiel der Brennkraftmaschine sind derart ausgebildet und abgestimmt, dass eine ordnungsgemäße Funktion der Brennkraftmaschine ohne Beschädigung der Komponenten stattfindet. Zur Steuerung der Brennkraftmaschine, d. h. des von der Brennkraftmaschine erzeugten Drehmoments, sind in den Gasleitungen, über welche die Brennräume der Brennkraftmaschine mit der Umgebung kommunizieren, verschiedene Sensoren angeordnet, welche verschiedenen Betriebsgrößen messen. Dazu zählen insbesondere Sensoren zur Messung des Drucks, der Temperatur und des Gasmengenstroms innerhalb der Gasleitungen. Unter Gasmengenstrom ist dabei sowohl der Gasmassenstrom oder alternativ der Gasvolumenstrom zu verstehen. Unter den Gasleitungen sind insbesondere der Ansaugtrakt und der Abgastrakt gemeint. Für die Steuerung der Aktuatoren der Brennkraftmaschine sind in einer Steuervorrichtung eines oder mehrere Modelle in Form von Software gespeichert, welche basierend auf den verschiedenen Sensorausgangsgrößen, Kennfeldern und/oder physikalischen Gesetzmäßigkeiten dieselben Betriebsgrößen innerhalb der Gasleitungen berechnen. Diese Modelle sind jedoch derart abgestimmt, dass eine korrekte Berechnung dieser Betriebsgrößen nur dann gewährleistet ist, wenn die Antriebswelle in der Vorwärtsdrehrichtung rotiert. Unter der Annahme, dass die Sensoren ordnungsgemäß funktionieren und das Modell auf die Konfiguration der Brennkraftmaschine abgestimmt ist, unterscheiden sich der Messwert der Betriebsgröße und der zugehörige Modellwert der Betriebsgröße nur geringfügig – jedoch nur, falls die Antriebswelle in der Vorwärtsdrehrichtung rotiert. Rotiert die Antriebswelle jedoch in der Rückwärtsdreh-

5 hnung, so kommt es zu einer Richtungsumkehr des durch die Gas-
leitung der Brennkraftmaschine strömenden Gasstroms, wodurch
sich die tatsächlichen Werte der Betriebsgrößen signifikant
ändern. Diese signifikanten Änderungen werden jedoch nur
10 durch die entsprechenden Sensoren erfasst. Das Modell hinge-
gen geht weiterhin von einer Rotation der Antriebswelle in
der Vorwärtsdrehrichtung aus, sodass es zu einer deutlichen
Abweichung der Messwerte der Betriebsgrößen von den dazugehö-
rigen Modellwerten kommt. Die der Erfindung zugrunde liegende
15 Idee ist deshalb darin zu sehen, basierend auf der Differenz
zwischen dem Messwert und dem entsprechenden Modellwert der
Betriebsgröße die Drehrichtung der Antriebswelle zu erkennen.
Das Verfahren bietet den Vorteil, dass zur Erkennung der
Drehrichtung der Antriebswelle ein in der Regel standardmäßig
20 vorhandener Sensor zu Erfassung einer Betriebsgröße in der
Gasleitung der Brennkraftmaschine und ein in der Regel stan-
dardmäßig implementiertes Modell zur Berechnung derselben Be-
triebsgröße ausreichen. Ein kostspieliger Sensor, welcher die
Drehrichtung der Antriebswelle direkt erfassen kann, kann
eingespart werden. Dadurch können die Herstellungskosten der
Brennkraftmaschine weiter gesenkt werden.

In einer Ausgestaltung des Verfahrens nach Anspruch 2 handelt
es sich bei der Betriebsgröße um eine der folgenden Größen:

- 25 - den Druck an einer Position innerhalb eines Ansaugtrakts
oder eines Abgastrakts der Brennkraftmaschine;
- die Temperatur an einer Position innerhalb des Ansaug-
trakts oder eines Abgastrakts der Brennkraftmaschine;
- den Gasmengenstrom im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine.

30 Für zumindest eine der genannten Betriebsgrößen sind in der
Regel ein Messwert und ein zugehöriger Modellwert verfügbar.
Druck, Temperatur und der Gasmengenstrom innerhalb des An-
saugtrakt oder des Abgastrakts der Brennkraftmaschine ändern
35 sich bei einer Umkehr der Drehrichtung der Antriebswelle.
Unter Gasmengenstrom ist dabei sowohl der Gasmassenstrom o-
der alternativ der Gasvolumenstrom zu verstehen. Diese Grö-

Ben eignen sich deshalb besonders gut zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1.

Bei einer Ausgestaltung des Verfahrens nach Anspruch 3 wird
5 die Kraftstoffeinspritzung unterbunden, wenn erkannt wird, dass die Antriebswelle in der Rückwärtsdrehrichtung rotiert.

Bei einer Ausgestaltung des Verfahrens nach Anspruch 4 wird
10 bei abgeschalteter Kraftstoffeinspritzung zunächst die Drehrichtung der Antriebswelle ermittelt und die Kraftstoffeinspritzung erst dann freigegeben, wenn erkannt wird, dass die Antriebswelle in der Vorwärtsdrehrichtung rotiert.

Durch die Ausgestaltungen des Verfahrens gemäß den Ansprüchen 3 und 4 wird sicher verhindert, dass es bei einer Rotation der Antriebswelle in der Rückwärtsdrehrichtung zu einer Kraftstoffzufuhr und zu einer Verbrennung kommt. Dadurch können erhebliche Beschädigungen der Brennkraftmaschine sicher vermieden werden.

20 Gemäß den Ausgestaltungen des Verfahrens nach den Ansprüchen 5, 6 und 7 wird die Kraftstoffeinspritzung freigegeben oder bleibt freigegeben, wenn die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs größer ist als ein vorgegebener Geschwindigkeitsschwellenwert, und/oder wenn die Drehzahl der Antriebswelle
25 größer ist als ein vorgegebener Drehzahlsschwellenwert, und/oder wenn die Antriebswelle durch einen der Brennkraftmaschine zugeordneten Anlassermotor rotiert wird oder wenn eine Anforderung an einen Start der Brennkraftmaschine mittels des Antriebsmotors erkannt wird.
30

Die dargestellten Szenarien dienen zur Plausibilisierung des Ergebnisses bei der Ermittlung der Drehrichtung der Antriebswelle. Bei den in den Ansprüchen 5 bis 7 dargestellten
35 Szenarien ist das Rückwärtsdrehen der Antriebswelle sehr unwahrscheinlich oder kann vollständig ausgeschlossen werden. Die Kraftstoffzufuhr bzw. die Kraftstoffeinspritzung kann freigegeben werden oder bleibt freigegeben. Eine Kraftstoff-

einspitzung und eine Verbrennung sind daher uneingeschränkt möglich.

5 Eine Steuervorrichtung für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Anspruch 8 ist derart mit Mitteln ausgestattet, dass zum Erkennen der Drehrichtung einer Antriebswelle der Brennkraftmaschine das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 durchgeführt werden kann. Bezüglich der sich daraus ergebenden Vorteile wird auf die Ausführungen zu den jeweiligen Ansprüchen verwiesen. Diese gelten hier in analoger Weise.

10 Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die beigefügten Figuren näher erläutert. In den Figuren sind:

- 15
- Figur 1 Eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine;
 - Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Ermitteln der Drehrichtung einer Antriebswelle einer Brennkraftmaschine in Form eines Ablaufdiagramms.
- 20

In Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 schematisch dargestellt. Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit ist die Darstellung stark vereinfacht ausgeführt.

Die Brennkraftmaschine 1 umfasst mindestens einen Zylinder 2 und einen in dem Zylinder 2 auf und ab bewegbaren Kolben 3.

30 Die Brennkraftmaschine 1 umfasst ferner einen Ansaugtrakt 40, in dem stromabwärts einer Ansaugöffnung 4 zum Ansaugen von Frischluft ein Luftmengensensor 5, eine Drosselklappe 6, sowie ein Saugrohr 7 angeordnet sind. In dem Ansaugtrakt sind ferner ein erster Drucksensor 41 und ein erster Temperatursensor 42 angeordnet.

35 Im Ausführungsbeispiel erfasst der Drucksensor 41 den Druck im Saugrohr 7. Jedoch können der erste Drucksensor 41 und der erste Temperatursensor 42 auch an anderen Positionen im Ansaugtrakt 40 platziert sein. So-

wohl der Druck im Saugrohr 7 als auch der Luftmengenstrom im Ansaugtrakt 40 stellen ein Maß für die Last der Brennkraftmaschine 1 dar.

- 5 Der Ansaugtrakt 40 mündet in einem durch den Zylinder 2 und den Kolben 3 begrenzten Brennraum 30. Die zur Verbrennung nötige Frischluft wird über den Ansaugtrakt 40 in den Brennraum 30 eingeleitet, wobei die Frischluftzufuhr durch Öffnen und Schließen eines Einlassventils 8 gesteuert wird. Bei der hier
10 dargestellten Brennkraftmaschine 1 handelt es sich um eine Brennkraftmaschine 1 mit Kraftstoffdirekteinspritzung, bei der Kraftstoff über ein Einspritzventil 9 unmittelbar in den Brennraum 30 eingespritzt wird und bei der wahlweise eine geschichtete (Schichtladebetrieb) oder eine homogene (Homogen-
15 betrieb) Brenngemischaufbereitung im Brennraum 30 möglich ist. Die Erfindung ist jedoch auch auf Brennkraftmaschinen mit Saugrohreinjection anzuwenden. Zur Auslösung der Verbrennung dient eine Zündkerze 10.
- 20 Die Verbrennungsabgase werden über ein Auslassventil 11 in einen Abgastrakt 16 der Brennkraftmaschine 1 abgeführt und mittels eines im Abgastrakt 16 angeordneten Abgaskatalysators 12 gereinigt. Im Abgastrakt sind ein zweiter Drucksensor 43 und ein zweiter Temperatursensor 44 angeordnet. Vorteilhaft-
25 erweise ist der zweite Drucksensor stromabwärts vor dem Katalysator 12 angeordnet. Sowohl der zweite Drucksensor 43 als auch der zweite Temperatursensor 44 können auch an anderen Positionen im Abgastrakt 16 angeordnet sein.
- 30 Sowohl der Ansaugtrakt 40 als auch der Abgastrakt stellen Gasleitungen dar, welche die Brennräume 30 der Brennkraftmaschine 1 mit der Umgebung verbinden, d.h. die Brennräume kommunizieren über die Gasleitungen mit der Umgebung. Der Luftmengen-
35 sensor 5, der erste Temperatursensor 42, der zweite Temperatursensor 44, der erste Drucksensor 41 und der zweite Drucksensor 42 stellen Erfassungsmittel zur Erfassung der Betriebsgrößen Luftmengenstrom, Druck oder Temperatur in diesen Gasleitungen dar.

Die Brennkraftmaschine 1 verfügt über ein Kraftstoffversorgungssystem, welches einen Kraftstofftank 17 sowie eine darin angeordnete Kraftstoffpumpe 18 aufweist. Der Kraftstoff wird
5 mittels der Kraftstoffpumpe 18 über eine Versorgungsleitung 19 einem Druckspeicher 20 zugeführt. Dabei handelt es sich um einen gemeinsamen Druckspeicher 20, von dem aus die Einspritzventile 9 für mehrere Zylinder 2 mit druckbeaufschlagtem Kraftstoff versorgt werden. In der Versorgungsleitung 19
10 sind ferner ein Kraftstofffilter 21 und eine Hochdruckpumpe 22 angeordnet. Die Hochdruckpumpe 22 dient dazu, den durch die Kraftstoffpumpe 18 mit relativ niedrigem Druck (ca. 3 bar) geförderten Kraftstoff dem Druckspeicher 20 mit hohem Druck zuzuführen (typischerweise bis zu 150 bar).

15 Die Kraftübertragung an einen Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs (nicht dargestellt) geschieht über eine mit den Kolben 3 gekoppelte Antriebswelle 13, welche im Ausführungsbeispiel als Kurbelwelle ausgebildet ist. Die Antriebswelle 13 ist
20 derart gelagert, dass sie in eine Vorwärtsdrehrichtung und in eine Rückwärtsdrehrichtung, welche der Vorwärtsdrehrichtung entgegengesetzt gerichtet ist, rotieren kann. Im normalen Betrieb der Brennkraftmaschine 1 rotiert die Antriebswelle 13 jedoch ausschließlich in der Vorwärtsdrehrichtung. Zum Start
25 der Brennkraftmaschine 1 ist ein Anlassermotor 50 vorgesehen, welcher die Antriebswelle 13 grundsätzlich in der Vorwärtsdrehrichtung antreibt. Ein Drehzahlsensor 15 erfasst die Drehzahl, nicht jedoch die Drehrichtung der Antriebswelle 13.

30 Der Brennkraftmaschine 1 ist eine Steuervorrichtung 26 zugeordnet, welche über Signal- und Datenleitungen mit allen Aktuatoren und Sensoren der Brennkraftmaschine 1 verbunden ist. Insbesondere ist die Steuervorrichtung 26 über Daten- und Signalleitungen mit der Kraftstoffpumpe 18, dem Luftmengensensor 5, der Drosselklappe 6, dem ersten Drucksensor 41, dem
35 ersten Temperatursensor 42, der Zündkerze 10, dem Einspritzventil 9, dem Drehzahlsensor 15, dem zweiten Drucksensor 43, dem zweiten Temperatursensor 44 und dem Anlassermotor 50 ge-

koppelt. In der Steuervorrichtung 26 sind Motorsteuerungsfunktionen und Modelle (KF1 bis KF5) in Form von Software implementiert. Die Modelle basieren auf bedateten Kennfeldern und/oder physikalischen Gesetzmäßigkeiten und ermöglichen die
5 Berechnung der Betriebsgrößen Luftmenge, Druck und Temperatur im Ansaugtrakt 40 und im Abgastrakt 16, d.h. den Gasleitungen der Brennkraftmaschine 1. Ein derartiges Modell ist beispielsweise aus EP 0 886 725 B1 bekannt. Die Modelle sind dabei derart ausgestaltet, dass sie die Luftmenge, den Druck
10 und die Temperatur an den Positionen im Ansaugtrakt 40 und im Abgastrakt 16 berechnen, an denen auch die jeweiligen Sensoren 5, 41, 42, 43, 44 messen. Mit anderen Worten, ist jedem der durch die Sensoren 5, 41, 42, 43, 44 ermittelten Messwerte ein entsprechender, durch das Modell berechneter Modellwert
15 zugeordnet.

Die Komponenten der Brennkraftmaschine 1 sind hinsichtlich Ihrer Funktionsweise, dem gegenseitigen Zusammenwirken, der Dimensionierung und der Materialauswahl derart konstruiert,
20 dass die Brennkraftmaschine 1 bei einer Rotation der Antriebswelle 13 in der Vorwärtsdrehrichtung ordnungsgemäß funktioniert. Gleiches gilt für die Abstimmung, Ausgestaltung, Bedatung und Verknüpfung der in der Steuervorrichtung 26 implementierten Steuerfunktionen und Modelle. Die Bedatung
25 der Steuerfunktionen und Modelle ist an die Konfiguration der Brennkraftmaschine abgestimmt. Die Berechnung und Ermittlung von Betriebsgrößen und Steuersignalen setzt jedoch immer eine Rotation der Antriebswelle 13 in der Vorwärtsdrehrichtung voraus. In diesem Fall weichen der Messwert der Betriebsgröße
30 und der zugehörige Modellwert der Betriebsgröße nur in geringem Maße voneinander ab. Da mit dem Drehzahlsensor 15 lediglich die Rotation der Antriebswelle 13, nicht jedoch die Drehrichtung erkannt werden kann, gehen die Steuerfunktionen und Modelle immer von einer Rotation der Antriebswelle 13 in
35 der Vorwärtsdrehrichtung aus - selbst wenn die Antriebswelle 13 tatsächlich in der Rückwärtsdrehrichtung rotiert. Es ist deshalb ersichtlich, dass es bei einer Rotation der Antriebswelle 13 in der Rückwärtsdrehrichtung, einsetzender Kraft-

stoffeinspritzung oder Verbrennung zu Steuerungsfehlern und erheblichen Schäden kommen kann. Eine derartige Situation ist deshalb zu vermeiden.

5 In Figur 2 ist ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum ermitteln der Drehrichtung der Antriebswelle 13 der Brennkraftmaschine 1 in Form eines Ablaufdiagramms dargestellt.

Das Verfahren wird mit Schritt 200 gestartet, vorzugsweise
10 immer dann, wenn die Kraftstoffzufuhr, d.h. die Kraftstoffeinspritzung, abgeschaltet ist. Dies kann sowohl unmittelbar vor einem Start der Brennkraftmaschine 1, d.h. bei stillstehender Antriebswelle 13, oder auch bei rotierender Antriebswelle im Betriebszustand des Schubabschaltens sein.

15

Nach dem Start des Verfahrens wird zumindest eine Betriebsgröße in einer der Gasleitungen der Brennkraftmaschine, d. h. im Ansaugtrakt 40 und/oder im Abgastrakt 16, mittels des entsprechenden Sensors gemessen. Bei den Betriebsgrößen kann
20 es sich um die Temperatur, den Druck an einer Position in der Gasleitung oder den Gasmengenstrom durch die Gasleitung handeln. Weiterhin wird zumindest eine der gemessenen Betriebsgrößen mittels des entsprechenden, in der Steuervorrichtung 26 implementierten Modells berechnet. Ferner wird
25 die Drehzahl der Antriebswelle 13 mittels des Drehzahlsensors 15 ermittelt. Diese, in Schritt 201 genannten Vorgänge, werden ab Start des Verfahrens in kurzen zeitlichen Abständen wiederholt, sodass ständig aktualisierte Werte vorliegen.

30

In Schritt 202 wird überprüft, ob die Antriebswelle 13 rotiert. Dies kann beispielsweise durch Auswertung des Ausgangssignals des Drehzahlsensors 15 geschehen. Bei einem negativen Ergebnis der Abfrage in Schritt 202 kehrt das Verfahren zu Schritt 201 zurück. Bei einem positiven Ergebnis
35 der Abfrage in Schritt 202, d.h. die Antriebswelle 13 rotiert, fährt das Verfahren mit Schritt 203 fort.

In Schritt 203 wird die Differenz zwischen dem Messwert und dem zugehörigen Modellwert der zumindest einen Betriebsgröße in der Gasleitung 40, 16 gebildet und überprüft, ob diese Differenz innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt.

Bei einem positiven Ergebnis der Abfrage in Schritt 203 fährt das Verfahren mit Schritt 204 fort, in dem erkannt wird, dass die Antriebswelle 13 in der Vorwärtsdrehrichtung rotiert. Diese Schlussfolgerung kann getroffen werden, da der Modellwert im Falle einer Rotation der Antriebswelle 13 in der Vorwärtsdrehrichtung in geringem Maße von dem entsprechenden Messwert abweicht.

Nach Schritt 204 fährt das Verfahren mit Schritt 205 fort, in dem die Kraftstoffeinspritzung freigegeben wird. Dadurch wird ein Verbrennungsbetrieb der Brennkraftmaschine 1 gewährleistet. Das Verfahren endet mit Schritt 206.

Bei einem negativen Ergebnis der Abfrage in Schritt 203 fährt das Verfahren mit Schritt 207 fort, indem eine Plausibilisierung durchgeführt wird, ob die Antriebswelle 13 in Rückwärtsdrehrichtung rotiert. Dazu wird überprüft, ob eine vorgegebene Plausibilisierungsbedingung erfüllt ist. Eine Plausibilisierungsbedingung kann beispielsweise darin bestehen, dass die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs kleiner ist als ein vorgegebener Geschwindigkeitsschwellenwert. Als eine weitere Plausibilisierungsbedingung kann angesehen werden, dass die Drehzahl der Antriebswelle 13 kleiner oder gleich einem vorgegebenen Drehzahlschwellenwert ist. Als eine weitere Plausibilisierungsbedingung kann ferner angesehen werden, dass die Antriebswelle 13 gerade nicht durch den Anlassermotor 50 rotiert oder wenn keine Anforderung an einen Start der Brennkraftmaschine 1 mittels des Anlassermotors 50 erkannt wird.

Ist die zumindest eine Plausibilisierungsbedingung nicht erfüllt, ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering, dass die An-

triebswelle in der Rückwärtsdrehrichtung rotiert, obwohl die Differenz zwischen dem Messwert und dem Modellwert der Betriebsgröße außerhalb des Toleranzbereichs liegt. In diesem Fall ist eher entweder von einem fehlerhaften Ausgangswert des entsprechenden Sensors oder einem Berechnungsfehler des Modells auszugehen. Beispielsweise ist es sehr unwahrscheinlich, dass die Antriebswelle 13 in der Rückwärtsdrehrichtung rotiert, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs größer ist als der Geschwindigkeitsschwellenwert. Gleiches gilt, wenn die Rotationsgeschwindigkeit der Antriebswelle 13 größer ist als der vorgegebene Drehzahlschwellenwert. Gleiches gilt, wenn die Rotation der Antriebswelle 13 durch den Anlassermotor 50 bewirkt wird, da dieser die Antriebswelle 13 grundsätzlich in der Vorwärtsdrehrichtung antreibt.

Bei einem negativen Ergebnis der Abfrage in Schritt 207 fährt das Verfahren deshalb mit den Schritten 204, 205 und 206 fort, in denen die Vorwärtsdrehrichtung der Antriebswelle 13 erkannt, die Kraftstoffzufuhr freigegeben und das Verfahren beendet wird.

Bei einem positiven Ergebnis der Abfrage in Schritt 207 fährt das Verfahren mit Schritt 208 fort, in dem erkannt wird, dass die Antriebswelle 13 in der Rückwärtsdrehrichtung rotiert. Dies ist in sofern sinnvoll, da bei einer Rotation der Antriebswelle 13 in Rückwärtsdrehrichtung zu einer Strömungsumkehr der Luft in den Gasleitungen 40, 16 kommt. Luft wird von dem Abgastrakt 16 über die Auslassventile 11 in die Brennräume 3 gesaugt und anschließend über die Einlassventile 8 in den Ansaugtrakt 40 ausgestoßen. Dadurch ändern sich die Druck- und Temperaturverhältnisse im Abgastrakt 16 und Ansaugtrakt 40 erheblich. Beispielsweise sind Druck und Temperatur im Abgastrakt 16 bei einer Rotation der Antriebswelle 13 in Rückwärtsdrehrichtung erheblich geringer als bei einer Vorwärtsdrehrichtung der Antriebswelle 13. Dies hängt damit zusammen, dass „kühle“ Luft über den Abgastrakt 16 in die Brennräume 3 gesaugt wird, während bei einer Vorwärtsdrehrichtung der Antriebswelle 13 die in den Brennräumen 3

vorhandenen, „heißen“ Gase über die Auslassventile 11 in den Abgastrakt 16 ausgestoßen werden.

Andererseits sind der Druck und die Temperatur im Ansaugtrakt 40 bei einer Rotation der Antriebswelle 13 in der Rückwärtsdrehrichtung deutlich höher als bei einer Vorwärtsdrehrichtung der Antriebswelle 13. Dies ist dadurch zu erklären, dass bei einer Rückwärtsdrehrichtung der Antriebswelle 13 „heiße“ Luft aus den Brennräumen über die Einlassventile 8 in den Ansaugtrakt 40 ausgestoßen wird, wogegen bei einer Rotation der Antriebswelle 13 in der Vorwärtsdrehrichtung „kühle“ Luft von dem Ansaugtrakt 40 in die Brennräume 3 gesaugt wird.

Ein erkennbarer Unterschied ergibt sich auch bei dem durch den Luftmengenmesser 5 gemessenen Luftmengenstrom im Ansaugtrakt 40, da sich die Anströmung dieses Sensors bei einer Rückwärtsdrehung der Antriebswelle 13 deutlich von der Anströmung bei einer Vorwärtsdrehung der Antriebswelle 13 unterscheidet. Da das Modell zur Berechnung der Luftmenge im Ansaugtrakt die Drehrichtung der Antriebswelle jedoch nicht berücksichtigt weicht der Modellwert signifikant von dem entsprechenden Messwert ab.

Das Verfahren fährt nach Schritt 208 mit Schritt 209 fort, in dem die Kraftstoffzufuhr der Brennkraftmaschine 1 unterdrückt wird. Dadurch wird sichergestellt, dass es zu keiner Rückströmung von Kraftstoff in den Ansaugtrakt 40 oder gar zu einer Verbrennung des Kraftstoffs im Ansaugtrakt 40 kommt. Das Verfahren wird anschließend ausgehend von Schritt 201 wiederholt.

Das hier dargestellte Verfahren bietet den Vorteil, dass auf einen kostspieligen und aufwendigen Sensor zur direkten Erfassung der Rotationsrichtung der Antriebswelle 13 verzichtet werden kann. Die Drehrichtung der Antriebswelle 13 kann basierend auf Messwerten von häufig standardmäßig vorhandenen Sensoren im Ansaugtrakt 40 und/oder im Abgastrakt und Modellwerten ermittelt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Plausibilisierung in Schritt 207 rein optional durchgeführt werden kann. Es ist genauso möglich, nach Schritt 203 direkt mit Schritt 208 fortzufahren. Ferner haben die bezüglich des Schritts 207 genannten Plausibilisierungsbedingungen nur beispielhaften Charakter. Es können auch andere Bedingungen abgefragt werden, welche einen Rückschluss auf Wahrscheinlichkeit einer Rotation der Antriebswelle 13 in der Rückwärtsrichtung ermöglichen. Anstatt der Abschaltung der Kraftstoffzufuhr in Schritt 209 kann auch die Zündung abgeschaltet werden. Die Zündung kann auch zusätzlich zu Kraftstoffzufuhr abgeschaltet werden. Allgemein gesagt, kann in Schritt 209 jede Maßnahme ergriffen werden, die eine Verbrennung unterbindet.

Ferner wird darauf hingewiesen, dass das Verfahren hinsichtlich der Position der Sensoren innerhalb des Ansaugtrakts bzw. des Abgastrakts ist. Das Verfahren ist sowohl für Brennkraftmaschinen mit Kraftstoffdirekteinspeisung, als auch mit Saugrohreinspritzung, für aufgeladene Brennkraftmaschinen oder Saugmotoren anwendbar.

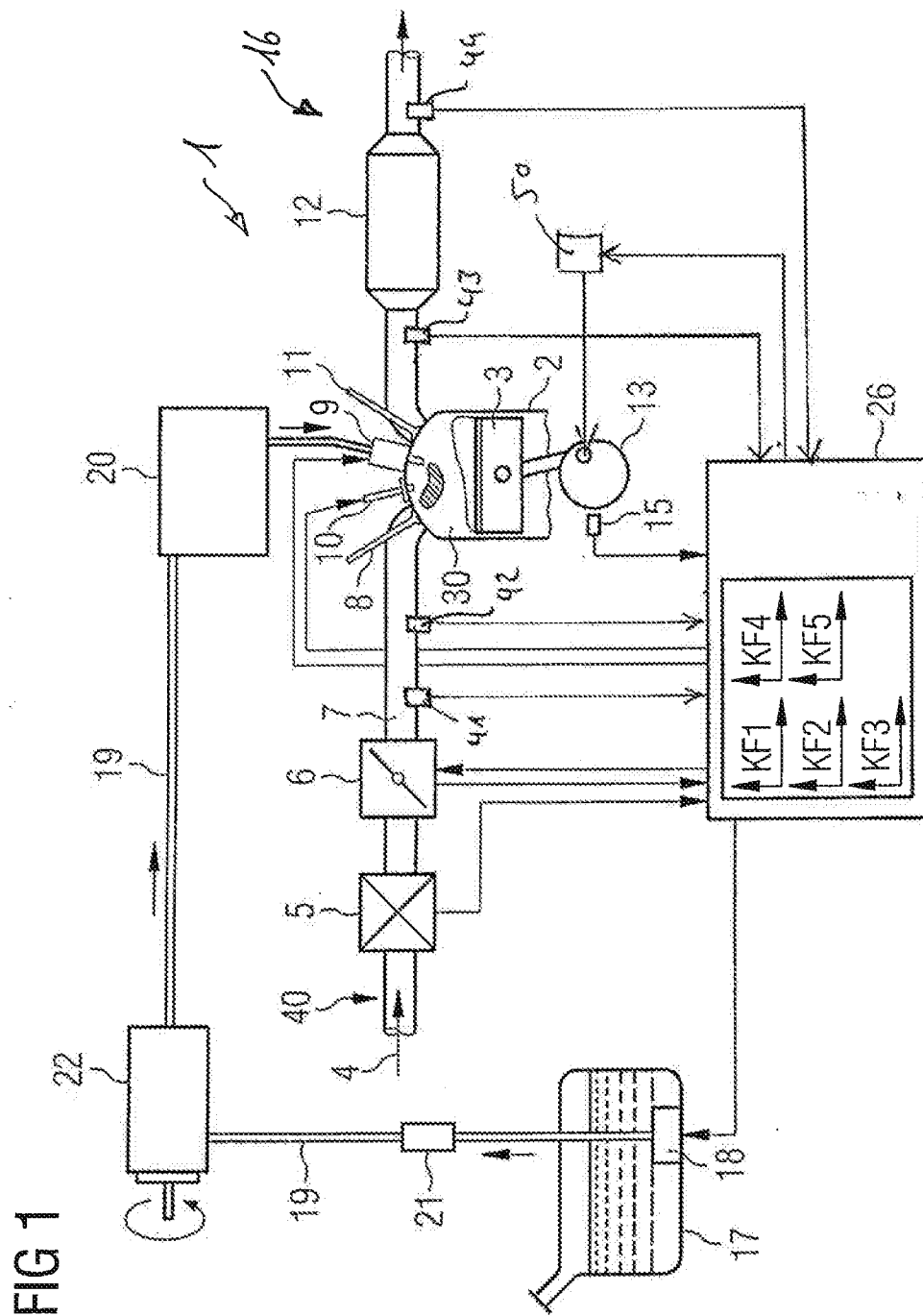
Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln der Drehrichtung einer Antriebswelle (13) einer Brennkraftmaschine (1) für ein Kraftfahrzeug, wobei
- eine Betriebsgröße der Brennkraftmaschine (1) in einer Gasleitung (40, 16), welche einen Brennraum (30) der Brennkraftmaschine (1) mit der Umgebung verbindet, mittels eines Sensors gemessen wird,
 - die Betriebsgröße mittels eines Modells berechnet wird, und
 - eine Vorwärts-Drehrichtung der Antriebswelle (13) erkannt wird, falls die Differenz zwischen dem Messwert der Betriebsgröße und dem Modellwert der Betriebsgröße innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt, und ansonsten eine Rückwärts-Drehrichtung der Antriebswelle (13) erkannt wird, welche der Vorwärts-Drehrichtung entgegengesetzt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Betriebsgröße eine der folgenden Größen ist:
- der Druck an einer Position innerhalb eines Ansaugtrakts (40) oder eines Abgastrakts (16) der Brennkraftmaschine (1),
 - die Temperatur an einer Position innerhalb des Ansaugtrakts (40) oder eines Abgastrakts (16) der Brennkraftmaschine (1),
 - der Gasmengenstrom im Ansaugtrakt (40) der Brennkraftmaschine (1).
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Kraftstoffzufuhr unterbunden wird, wenn erkannt wird, dass die Antriebswelle (13) in der Rückwärts-Drehrichtung rotiert.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei bei abgeschalteter Kraftstoffzufuhr zunächst die Drehrichtung der Antriebswelle (13) ermittelt wird und die

Kraftstoffzufuhr erst dann freigegeben wird, wenn erkannt wird, dass die Antriebswelle (13) in der Vorwärts-Drehrichtung rotiert.

- 5 5. Verfahren nach einer der Ansprüche 3 bis 4, wobei die Kraftstoffzufuhr freigegeben wird oder freigegeben bleibt, wenn die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs größer ist als ein vorgegebener Geschwindigkeitsschwellenwert.
- 10 6. Verfahren nach einer der Ansprüche 3 bis 4, wobei die Kraftstoffzufuhr freigegeben wird oder freigegeben bleibt, wenn die Drehzahl der Antriebswelle (13) größer ist als ein vorgegebener Drehzahlschwellenwert.
- 15 7. Verfahren nach einer der Ansprüche 3 bis 4, wobei die Kraftstoffzufuhr freigegeben wird oder freigegeben bleibt, wenn die Antriebswelle (13) durch einen der Brennkraftmaschine (1) zugeordneten Anlassermotor (50)
- 20 rotiert wird oder eine Anforderung für einen Start der Brennkraftmaschine (1) erkannt wird.
- 25 8. Steuervorrichtung (26) für eine Brennkraftmaschine (1), welcher derart mit Mitteln ausgestattet ist, dass zum Erkennen der Drehrichtung einer Antriebswelle (13) der Brennkraftmaschine (1)
- 30 - eine Betriebsgröße der Brennkraftmaschine (1) in einer Gasleitung (40, 16), welche einen Brennraum (30) der Brennkraftmaschine (1) mit der Umgebung verbindet, mittels eines Sensors gemessen wird,
- 35 - die Betriebsgröße mittels eines Modells berechnet wird, und
- eine Vorwärts-Drehrichtung der Antriebswelle (13) erkannt wird, falls die Differenz zwischen dem Messwert der Betriebsgröße und dem Modellwert der Betriebsgröße innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt, und ansonsten eine Rückwärts-Drehrichtung der Antriebswelle

(13) erkannt wird, welche der Vorwärts-Drehrichtung entgegengesetzt ist.



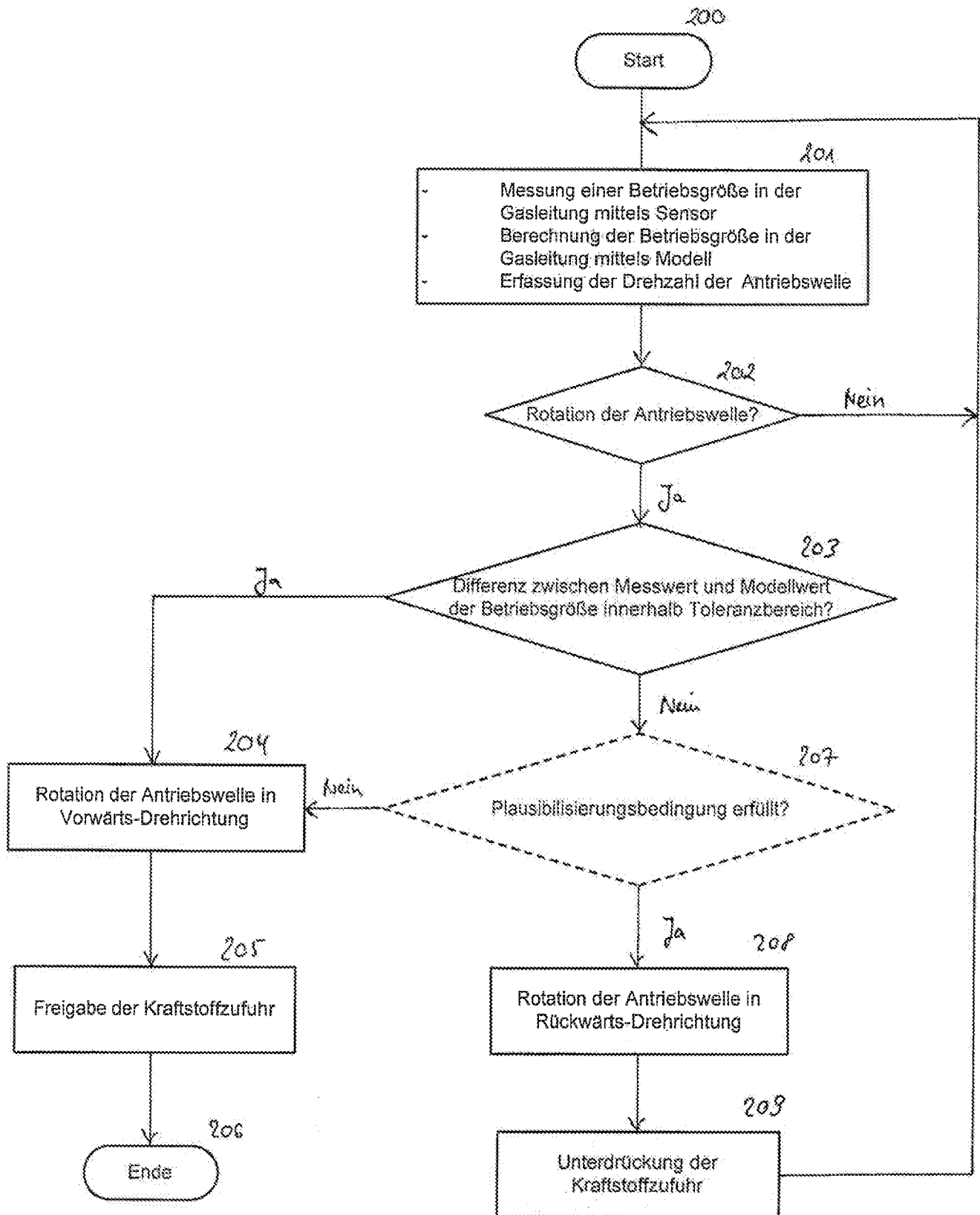


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/058254

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D41/02

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2004/036017 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; KOHLER ROLF [DE]; KOTTMANN MATTHIAS [DE]; BAUE) 29 April 2004 (2004-04-29) page 5, line 34 - page 6, line 27; figure 1 page 11, line 29 - line 33 -----	1-8



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 document 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

6 Oktober 2009

Date of mailing of the international search report

15/10/2009

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

Jackson, Stephen

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/058254

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004036017 A	29-04-2004	DE 10247316 A1	22-04-2004
		EP 1554479 A1	20-07-2005
		JP 2006503210 T	26-01-2006
		US 2005240337 A1	27-10-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/058254

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F02D41/02

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2004/036017 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; KOHLER ROLF [DE]; KOTTMANN MATTHIAS [DE]; BAUE) 29. April 2004 (2004-04-29) Seite 5, Zeile 34 - Seite 6, Zeile 27; Abbildung 1 Seite 11, Zeile 29 - Zeile 33 -----	1-8

☐ 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* älteres Dokument, 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 anderen 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
6. Oktober 2009	15/10/2009
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 Jackson, Stephen

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/058254

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2004036017 A	29-04-2004	DE 10247316 A1	22-04-2004
		EP 1554479 A1	20-07-2005
		JP 2006503210 T	26-01-2006
		US 2005240337 A1	27-10-2005