



(11) **EP 3 081 791 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.10.2016 Patentblatt 2016/42**

(51) Int Cl.:  
**F02D 41/00** <sup>(2006.01)</sup> **F02D 41/04** <sup>(2006.01)</sup>  
**F02N 11/04** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **16000666.4**

(22) Anmeldetag: **18.03.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **MAN Truck & Bus AG**  
**80995 München (DE)**

(72) Erfinder: **Heise, Thomas**  
**81375 München (DE)**

(74) Vertreter: **v. Bezold & Partner Patentanwälte - PartG mbB**  
**Akademiestraße 7**  
**80799 München (DE)**

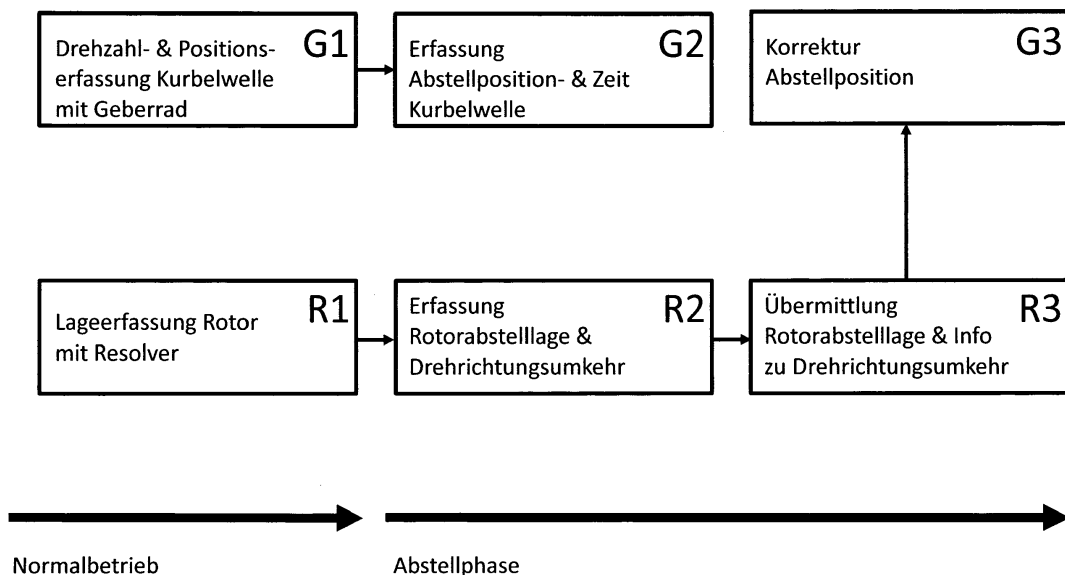
(30) Priorität: **13.04.2015 DE 102015005263**

(54) **VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER ABSTELLPOSITION EINER WELLE EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Abstellposition einer Welle einer Brennkraftmaschine, wobei die Welle ein Geberrad umfasst, das eine Umfangsstruktur aufweist, die bei Vorbeibewegen an einem Sensor Signale auslöst. Gemäß dem Verfahren ist eine elektrische Maschine vorgesehen, insbesondere ein Startergenerator, deren Rotor drehfest mit der Welle verbunden ist und die eine Lageerfassungseinrichtung

umfasst, die eingerichtet ist, eine absolute Rotorlage innerhalb einer Polteilung zu erfassen (R1). Gemäß dem Verfahren wird eine Drehrichtungsumkehr der Welle mittels der Lageerfassungseinrichtung erfasst und bei einer erfassten Drehrichtungsumkehr eine erfasste absolute Rotorlage in der Abstellposition und innerhalb einer Polteilung zur Korrektur einer mittels des Geberrads bestimmten Abstellposition der Welle verwendet (R2, G3).

**FIG. 1**



**EP 3 081 791 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Abstellposition einer Welle einer Brennkraftmaschine, wobei die Welle ein Geberrad umfasst, das eine Umfangsstruktur aufweist, die bei Vorbeibewegen an einem Sensor Signale auslöst.

**[0002]** Für Verbrennungsmotoren mit einer sogenannten Stopp-Start-Funktion ist eine genaue Kenntnis der Abstellposition des Verbrennungsmotors notwendig, um die Startzeiten zu verkürzen. Bereits während des Anlassvorgangs kann so ein Einspritzen von Kraftstoff erfolgen und dieser dadurch beschleunigt werden. Üblicherweise verfügt ein Verbrennungsmotor über ein Kurbelwellengeberrad, beispielsweise mit 60-2-Zähnen, mittels dessen die Position der Kurbelwelle auf 3° genau bestimmt werden kann. Durch die zeitliche Interpolation zwischen zwei Zahnflanken kann der Kurbelwellenwinkel bei sich drehender Welle noch feiner aufgelöst werden. Bei stehender Welle kann die Winkelposition der Welle nicht bestimmt werden.

**[0003]** Beim Abstellen von Brennkraftmaschinen kann es aufgrund von Rückstellkräften zu einer Drehrichtungsumkehr der Kurbelwelle kommen. Wird diese Drehrichtungsumkehr nicht erkannt, so wird die Abstellposition der Brennkraftmaschine nicht richtig bestimmt. Herkömmliche Verfahren unter Verwendung eines Geberrads erkennen nur das Flankensignal eines sich vorbeibewegenden Zahns des Geberrads und sind nicht ausgeführt, eine Drehrichtungsumkehr zu erkennen.

**[0004]** Aus der EP 0 612 373 B1 ist jedoch ein Verfahren zur Bestimmung der Abstellposition einer Welle einer Brennkraftmaschine bekannt, das eine Drehrichtungsumkehr erkennen kann. Mittels an einer Nocken- und an einer Kurbelwelle montierter Geberräder und der jeweiligen Sensoren wird eine Drehrichtungsumkehr der Brennkraftmaschine erkannt, so dass bei eventuellem Rückpendeln der Brennkraftmaschine vor dem Stillstand die Abstellposition entsprechend korrigiert werden kann.

**[0005]** Ferner beschreibt die DE 10 2009 000 082 A1 ein Verfahren zur Erkennung eines Motorstillstandes während des Auslaufens des Motors, der über ein Kurbelwellengeberrad und einen speziellen Kurbelwellensensor verfügt, der in der Lage ist, die Drehrichtung der Kurbelwelle zu erkennen. Es werden dabei jeweils die letzten vier registrierten Impulsflanken gespeichert und daraus die letzten drei Segmentzeiten berechnet. Aus diesen drei berechneten Segmentzeiten wird eine Obergrenze für den Zeitpunkt des Auftretens der nächsten Impulsflanke abgeschätzt. Tritt bis zu dieser abgeschätzten Obergrenze keine weitere Impulsflanke auf, wird darauf geschlossen, dass der Motor zum Stillstand gekommen ist.

**[0006]** Ein weiteres gattungsgemäßes Verfahren zur Bestimmung der Abstellposition einer Welle, das auch eine Drehrichtungsumkehr mittels eines Geberrads bestimmen kann, ist aus der DE 10 2012 212 922 A1 bekannt. Es wird vorgeschlagen, aus dem zeitlichen Ab-

stand der Signale Segmentzeiten zu berechnen und in Abhängigkeit von den Segmentzeiten eine Drehrichtungsumkehr der Welle zu erkennen.

**[0007]** Nachteilig an diesen bekannten Verfahren zur Bestimmung der Abstellposition einer Welle ist, dass eine vergleichsweise aufwändige Signalverarbeitung vonnöten ist, die mit Verarbeitungsungenauigkeiten verbunden ist, so dass die Abstellposition nicht ausreichend genau bestimmt werden kann.

**[0008]** Es ist somit eine Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung der Abstellposition einer Welle bereitzustellen, mit dem Nachteile herkömmlicher Techniken vermieden werden können. Die Aufgabe der Erfindung ist es insbesondere, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem eine Drehrichtungsumkehr der Welle beim Abstellen zuverlässig erkannt und die Abstellposition genau bestimmt werden kann.

**[0009]** Diese Aufgaben werden durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Anwendungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche und werden in der folgenden Beschreibung unter teilweiser Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert.

**[0010]** Die Erfindung beruht auf der technischen Erkenntnis, dass an Verbrennungsmotoren zunehmend elektrische Maschinen, insbesondere Startergeneratoren, verbaut sind, die drehfest mit einer Welle, insbesondere der Kurbelwelle, der Brennkraftmaschine verbunden sind. Derartige, an sich bekannte Startergeneratoren sind in der Regel zwischen Motor und Getriebe in Form einer auf der Kurbelwelle sitzenden elektrischen Maschine mit Starter- und Generatorfunktion vorgesehen, die gemeinhin als Kurbelwellen-Startergenerator (KSG) bezeichnet wird, wegen der direkten Anbindung ihres Rotors mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine. Bei herkömmlichen Startergeneratoren ist eine exakt arbeitende Pollageerfassung notwendig, da die Ströme in der Statorwicklung synchron oder asynchron mit der momentanen Magnetposition des Rotors gesteuert werden müssen. Bekannte Startergeneratoren verfügen daher über eine Lageerfassungseinrichtung zur Drehzahlregelung der elektrischen Maschine, die eingerichtet ist, eine absolute Rotorlage innerhalb einer Polteilung hochaufgelöst zu bestimmen. Die Lageerfassungseinrichtung kann als Resolver ausgeführt sein. Es sind aber auch Lageerfassungseinrichtungen bekannt, die resolverlos arbeiten (vgl. DE 10 2013 203 937 A1). Ist an der Brennkraftmaschine ein derartiger Startergenerator mit einer Lageerfassungseinrichtung verbaut, kann dieser erfindungsgemäß dazu genutzt werden, eine Drehrichtungsumkehr der Welle beim Abstellen zuverlässig zu erkennen und eine mittels der Lageerfassungseinrichtung erfasste Rotorendlage in der Abstellposition zur Korrektur der mittels des Geberrads bestimmten Abstellposition der Brennkraftmaschine zu verwenden. Auf zusätzliche Bauteile zur Drehrichtungsumkehrerfassung und/oder aufwändige und fehleranfällige Auswerteverfahren, wie beispielsweise zur Bestimmung der Veränderung der Segment-

zeiten des Geberrads beim Auslaufen, kann dann verzichtet werden.

**[0011]** Gemäß allgemeinen Gesichtspunkten der Erfindung wird somit ein Verfahren zur Bestimmung der Abstellposition einer Welle einer Brennkraftmaschine bereitgestellt. Die Welle ist vorzugsweise eine Kurbelwelle der Brennkraftmaschine. Die Welle umfasst in an sich bekannter Weise ein Geberrad, das eine Umfangsstruktur aufweist, die bei Vorbeibewegen an einem Sensor Signale auslöst. Gemäß dem Verfahren ist ferner eine elektrische Maschine, insbesondere ein Startergenerator, vorgesehen, deren Rotor drehfest mit der Welle verbunden ist und die eine Lageerfassungseinrichtung umfasst, die eingerichtet ist, eine absolute Rotorlage innerhalb einer Polteilung zu erfassen. Gemäß dem Verfahren wird eine Drehrichtungsumkehr der Welle beim Abstellen der Brennkraftmaschine mittels der Lageerfassungseinrichtung erfasst. Falls eine solche Drehrichtungsumkehr erfasst wird, wird eine erfasste absolute Rotorlage in der Abstellposition und innerhalb einer Polteilung zur Korrektur einer mittels des Geberrads bestimmten Abstellposition der Welle verwendet.

**[0012]** Die absolute Rotorlage innerhalb einer Polteilung gibt eine auf die Polteilung bezogene absolute Rotorlage der elektrischen Maschine an und ist somit abhängig von der Anzahl der Polpaare der elektrischen Maschine. In Abhängigkeit von der Anzahl der Polpaare wird eine volle Umdrehung des Rotors in einzelne Segmente (Polteilungen) unterteilt. Die mittels der Lageerfassungseinrichtung erfasste Rotorlage gibt somit die Winkellage eindeutig innerhalb einer Polteilung an, ist aber mehrdeutig betreffend die Winkelposition in Bezug auf die volle Umdrehung bzw. in welchem der Segmente gemessen wird. Die Lageerfassungseinrichtung erzeugt somit innerhalb einer Polteilung ein absolutes Winkelsignal, an dessen Verlauf eine Drehrichtungsumkehr unmittelbar ablesbar ist. Die Lageerfassungseinrichtung kann die Drehrichtungsumkehr beispielsweise anhand einer Hin- und Herbewegung bzw. einem Ansteigen und nachfolgenden Absinken der erfassten absoluten Rotorlage innerhalb einer Polteilung bei einem Auslaufen des Rotors, d. h. innerhalb eines zweckmäßig vorbestimmten Zeitintervalls vor der Abstellposition, erkennen. Die erfasste absolute Rotorlage in der Abstellposition und innerhalb einer Polteilung gibt somit die Endlage des Rotors bei abgestelltem Motor an, aus der die Abstellposition der Welle ableitbar ist, da der Rotor drehfest mit der Welle verbunden ist.

**[0013]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die erfasste absolute Rotorlage in der Abstellposition und innerhalb einer Polteilung einer Auswerteeinheit einer Steuervorrichtung (Steuergerät) zur Steuerung der Zündung und/oder Einspritzung der Brennkraftmaschine zugeführt. Dies bietet den Vorteil, dass die Auswerteeinheit bzw. die Steuereinheit mit dieser Information die mittels des Geberrads bestimmte Abstellposition gegebenenfalls korrigieren kann, z. B. innerhalb einer Stopp-Phase eines Stopp-Start-Betriebs, um

beim nächsten Start den korrekten Einspritzzeitpunkt bestimmen zu können. Diese Ausführungsform ist besonders vorteilhaft bei Antriebsstrangkonfigurationen, bei denen für die Steuerung der Zündung und/oder Einspritzung der Brennkraftmaschine und für den Betrieb der elektrischen Maschine jeweils separate Steuergeräte vorgesehen sind, was in der Regel für die Echtzeitfähigkeit der Steuerung vonnöten ist.

**[0014]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Lageerfassungseinrichtung ein Resolver der elektrischen Maschine, insbesondere ein Mehrfachpolpaar-Resolver. Vorstehend wurde bereits erwähnt, dass die Lageerfassungseinrichtungen auch eine resolverlos arbeitende Lageerfassungseinrichtung sein kann.

**[0015]** Eine weitere Möglichkeit der Erfindung sieht vor, dass bei einer erfassten Drehrichtungsumkehr die bestimmte Abstellposition der Welle anhand eines Werts der erfassten absoluten Rotorlage in der Abstellposition und innerhalb einer Polteilung festgelegt wird, wobei der Wert um einen vorbestimmten Phasenversatz zwischen Geberrad und Lageerfassungseinrichtung korrigiert wird und eine Uneindeutigkeit dieses Werts in Bezug auf die vorliegenden Polteilungen bzw. in Bezug auf die vorliegende Polteilung anhand der vom Geberrad erfassten Abstellposition aufgelöst wird. Gemäß dieser Variante wird somit vorgeschlagen, im Falle einer erkannten Drehrichtungsumkehr die Abstellposition der Welle anhand der bestimmten Winkellage des Rotors in der Abstellposition festzulegen, wobei die erfasste Abstellposition des Geberrads lediglich dazu verwendet wird, die aktuelle Polteilung bzw. das aktuelle Segment zu bestimmen, auf das sich die bestimmte Winkellage der Lageerfassungseinrichtung bezieht, um aus dem mehrdeutigen Signal der Lageerfassungseinrichtung eine eindeutige Winkellage zu berechnen.

**[0016]** Das Geberrad kann ein herkömmliches Geberrad sein, insbesondere ein 60-2-Geberrad.

**[0017]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Steuervorrichtung vorgeschlagen, die zur Durchführung eines Verfahrens wie hierin offenbart ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft ferner ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Nutzfahrzeug, aufweisend eine derartige Steuervorrichtung.

**[0018]** Die zuvor beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen und Merkmale der Erfindung sind beliebig miteinander kombinierbar. Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 ein schematisches Ablaufdiagramm gemäß einer Ausführungsform der Erfindung und

Figur 2 Diagramme, die den beispielhaften zeitlichen Verlauf des Resolversignals, des Geberradsignals und des korrespondierenden Wellendrehwinkels illustrieren.

**[0019]** Figur 1 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Das Ablaufdiagramm beschreibt schematisch die Bestimmung der Abstellposition einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine, nachfolgend auch als Verbrennungsmotor bezeichnet, wobei die Kurbelwelle ein Geberrad umfasst, das eine Umfangsstruktur aufweist, die bei Vorbeibewegen an einem Sensor (jeweils nicht dargestellt) Signale 5 auslöst.

**[0020]** Das Geberrad ist vorliegend ein 60-2-Geberad, d. h., das Geberrad weist 60 gleichartige Winkelmarken auf, wovon zwei fehlen, die beispielsweise herausgefräst wurden, um anhand der Lücke ein Referenzsignal zur Positionsermittlung zu erzeugen. Der Begriff Umfangsstruktur des Geberrads ist breit auszulegen und kann z. B. in Form von Markierungen oder einer Zahnstruktur ausgeführt sein. Typischerweise ist die Umfangsstruktur aus steg- oder zahnförmig ausgebildeten radialen Vorsprüngen und dazwischen liegenden Nuten oder Zahnlücken ausgebildet. Das Geberrad ist Teil einer Anordnung zur berührungslosen Ermittlung der Drehzahl der Welle und umfasst ferner einen magnetisch oder optisch arbeitenden Sensor (Drehzahlsensor), der ortsfest zum Geberrad angeordnet ist, so dass die Umfangsstruktur an der Sensorvorrichtung vorbeibewegbar ist. Arbeitet der Sensor magnetisch, ist dieser mit einem Magnetfeldsensor (z. B. Hallsensor) ausgestattet. Hierbei wird von einem Magneten im Bereich der Hallsensoren ein magnetisches Feld erzeugt, welches sich beim Passieren eines Zahns des Zahnrades verändert. Der Hallsensor erfasst hierbei zunächst einmal das sogenannte Grundfeld des Magneten. Zu dieser Feldstärke des Grundfelds wird noch eine aus der Masse des Geberrads herrührende Feldstärke hinzuaddiert. Wenn dann dem Sensor anstelle einer Zahnücke ein Zahn zugeordnet ist, so führt dies für die Dauer der Zuordnung des Zahns zum Sensor zu einer nochmaligen Verstärkung des Magnetfelds. Wenn sich also das Zahnrad dreht, so erfolgt eine Schwankung der Feldstärke in Abhängigkeit vom Vorbeibewegen der Zähne und Zahnücken am Sensor. Der Hallsensor erfasst somit diese Änderung des magnetischen Feldes und erzeugt ein elektrisches Signal, aus dem sich die Drehzahl oder ein Stellwinkel des Zahnrades ermitteln lässt. Jeder Zahn ergibt somit einen Impuls, und durch Zählen der Impulse kann man die Drehzahl ermitteln. Genauer gesagt erkennt der Drehzahlsensor nicht den Zahn als solchen, sondern jeweils den Übergang von Zahn zu Zahnücke oder umgekehrt.

**[0021]** Der zeitliche Verlauf 5 eines solchen elektrischen Signals beim Abstellen des Verbrennungsmotors ist beispielhaft im mittleren Diagramm der Figur 2 gezeigt. Das aufeinanderfolgende Erkennen zweier Flanken entspricht einem Drehwinkel von  $3^\circ$ .

**[0022]** Im Normalbetrieb des Verbrennungsmotors wird das Geberradssignal in an sich bekannter Weise zur Drehzahl- und Positionserfassung der Kurbelwelle. Eine Steuervorrichtung zur Steuerung der Zündung und/oder Einspritzung der Brennkraftmaschine steuert anhand der

erfasste Drehzahl- und/oder Position die Zündung und/oder Einspritzung der Brennkraftmaschine.

**[0023]** Nach Abschaltung der Zündung verlangsamt sich die Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle, bis diese in einer Abstellposition zum Stillstand kommt. Im mittleren Diagramm der Figur 2 ist dies an dem zunehmenden Abstand der Flanken des Rechtecksignals erkennbar. Zum Zeitpunkt T0-1 misst der Drehzahlsensor die vorletzte Flanke 6 und zum Zeitpunkt T0 die letzte Flanke 7 des Geberrads vor dem Stillstand.

**[0024]** Einer Steuervorrichtung zur Steuerung der Zündung und/oder Einspritzung der Brennkraftmaschine, der das Signal 5 zugeführt wird, interpretiert die letzte Flanke zum Zeitpunkt T0 zunächst als die  $66^\circ$ -Flanke und ermittelt die Abstellposition als die  $66^\circ$ -Stellung (Schritt G2).

**[0025]** Im vorliegenden Beispiel fand jedoch ein Rückpendeln der Brennkraftmaschine und damit eine Drehrichtungsumkehr beim Auslaufen der Kurbelwelle statt. Tatsächlich hat der Sensor somit die  $63^\circ$ -Flanke des Geberrads doppelt erfasst, einmal bei der Hinbewegung und dann wieder bei der Rückbewegung nach der Drehrichtungsumkehr, was jedoch anhand des Flankensignals 7 nicht erkennbar ist.

**[0026]** Auf der Kurbelwelle ist ferner ein Startergenerator angeordnet, dessen Rotor drehfest mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbunden ist. Der Startergenerator ist vorliegend beispielhaft als eine achtpolige Synchronmaschine ausgeführt, so dass sich für die Synchronmaschine acht Segmente (Pollagen), die jeweils  $45^\circ$  des gesamten Umfangs der Maschine abdecken, ergeben.

**[0027]** Der Startergenerator umfasst als Lageerfassungseinrichtung zur Drehzahlregelung einen Resolver, der eingerichtet ist, eine absolute Rotorlage innerhalb einer Polteilung hochaufgelöst zu bestimmen. Innerhalb jedes Segments gibt der Resolver ein Ausgangssignal für den Drehwinkel des Rotors im Bereich von  $-180^\circ$  bis  $+180^\circ$  aus, was einem Gesamtdrehwinkel der Kurbelwelle von  $360^\circ/8 = 45^\circ$  entspricht. Der Phasenversatz zwischen Resolver und Geberrad wurde als  $0^\circ$  angenommen.

**[0028]** Der korrespondierende zeitliche Verlauf 1 des Resolversignals beim Abstellvorgang der Brennkraftmaschine ist im oberen Diagramm der Figur 2 dargestellt. Der korrespondierende zeitliche Verlauf 8 des Drehwinkels der Kurbelwelle beim Abstellvorgang der Brennkraftmaschine ist im unteren Diagramm der Figur 2 dargestellt.

**[0029]** Es ist erkennbar, dass ein Durchlaufen eines Winkelbereichs von  $-180^\circ$  bis  $+180^\circ$  des Resolvers (erstes Segment im oberen Diagramm der Figur 2) einem Drehwinkel von  $45^\circ$  der Kurbelwelle entspricht.

**[0030]** Der Resolver bestimmt im Normalbetrieb der elektrischen Maschine fortlaufend die Rotorlage zur Drehzahlregelung der Maschine (Schritt R1). Die Schritte G1 und R1 werden im Normalbetrieb parallel und unabhängig voneinander ausgeführt.

**[0031]** Da der Resolver eine absolute Rotorlage inner-

halb einer Polteilung angibt, kann an dem zeitlichen Verlauf direkt eine Drehrichtungsumkehr erkannt werden. Vorliegend erfasst der Resolver in Schritt R2, dass bei einer Rotorlage 2 von  $-30^\circ$  und zum Zeitpunkt T1 eine Drehrichtungsumkehr erfolgt ist, da der zeitliche Verlauf der Rotorlage nach T1 wieder absinkt bis auf einen Wert der Rotorendlage 3 von  $-42^\circ$  zum Zeitpunkt T2, an dem der Rotor und damit auch die Kurbelwelle zum Stillstand gekommen ist.

**[0032]** Die korrespondierende Umkehrposition und Abstellposition der Kurbelwelle sind im unteren Diagramm durch die Bezugszeichen 9 und 10 gekennzeichnet.

**[0033]** Die in Schritt R2 bestimmte Rotorabstallage von  $-42^\circ$  und der Zeitpunkt T1 und optional der Zeitpunkt T2 werden in Schritt R3 über den CAN-Datenbus des Fahrzeugs an die Steuervorrichtung zur Steuerung der Zündung und/oder Einspritzung der Brennkraftmaschine übermittelt. Dadurch erhält die Steuervorrichtung die Information, dass es bei  $-30^\circ$  der Rotorlage und zum Zeitpunkt T1 zu einer Drehrichtungsumkehr gekommen ist und dass der Rotor des Startergenerators bei einer Winkelposition von  $-42^\circ$  zum Zeitpunkt T2 zum Stillstand gekommen ist.

**[0034]** Mit dieser Information kann die Steuervorrichtung zur Steuerung der Zündung und/oder Einspritzung der Brennkraftmaschine in Schritt G3 eine Korrektur der ermittelten Abstellposition durchführen.

**[0035]** Die Steuervorrichtung erkennt durch den Abgleich der Zeitpunkte T0 (Zeitpunkt der letzten Flankenmessung) mit den Zeiten T1 und T2, dass die letzte Flanke nach dem Zeitpunkt T1 und damit nach der Drehrichtungsumkehr gemessen wurde, so dass die in Schritt G2 ermittelte Abstellposition von  $66^\circ$  nicht richtig ist, da statt der  $66^\circ$ -Flanke zweimal die  $63^\circ$ -Flanke gemessen wurde.

**[0036]** Die Steuervorrichtung kann dann anhand des Werts von  $-42^\circ$  der erfassten absoluten Rotorlage in der Abstellposition und innerhalb einer Polteilung die tatsächliche Abstellposition bestimmen. Aus der mittels des Geberrads in Schritt G2 bestimmten letzten Flanke 7 von  $66^\circ$  kann die Steuervorrichtung bestimmen, dass der Wert von  $-42^\circ$  die absolute Rotorlage in demjenigen Segment angibt, das zwischen  $45^\circ$  und  $90^\circ$  liegt. Da der Phasenversatz zwischen Geberrad und Resolver vorliegend  $0^\circ$  ist, ergibt sich die Abstellposition der Kurbelwelle, d. h. die Winkellage der Kurbelwelle, an der der Verbrennungsmotor zum Stillstand gekommen ist als  $62,2^\circ$  gemäß der Berechnungsvorschrift  $(360^\circ + (180^\circ + \alpha))/n = 62,2^\circ$ , für  $\alpha = -42^\circ$  und  $n = 8$  (Anzahl der Segmente bzw. Poolpaare). Die vorstehende Berechnungsvorschrift gilt nur für das Segment, das zwischen  $45^\circ$  und  $90^\circ$  liegt.

**[0037]** Der Wert von  $62,2^\circ$  kann vorliegend somit als korrigierte Abstellposition festgelegt werden.

**[0038]** Wird anhand der mittels des Geberrads in Schritt G2 bestimmten letzten Flanke 7 festgestellt, dass der Wert 3 der Rotorendlage in einem anderen Segment liegt, muss entsprechend eine einem anderen Segment

zugeordnete Berechnungsvorschrift verwendet werden.

**[0039]** Obwohl die Erfindung unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, ist es für einen Fachmann ersichtlich, dass verschiedene Änderungen ausgeführt werden können und Äquivalente als Ersatz verwendet werden können, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Zusätzlich können viele Modifikationen ausgeführt werden, ohne den zugehörigen Bereich zu verlassen. Folglich soll die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele begrenzt sein, sondern soll alle Ausführungsbeispiele umfassen, die in den Bereich der beigefügten Patentansprüche fallen. Insbesondere beansprucht die Erfindung auch Schutz für den Gegenstand und die Merkmale der Unteransprüche unabhängig von den in Bezug genommenen Ansprüchen.

### Bezugszeichenliste

#### [0040]

- |    |   |
|----|---|
| 1  | Zeitlicher Verlauf des Resolversignals              |
| 2  | Rotorlage zum Umkehrzeitpunkt                       |
| 3  | Rotorlage in der Abstellposition                    |
| 5  | Zeitlicher Verlauf des Geberraddrehzahlsensors      |
| 6  | Vorletzte Flanke                                    |
| 7  | Letzte Flanke                                       |
| 8  | Zeitlicher Verlauf der Drehposition der Kurbelwelle |
| 9  | Umkehrlage der Kurbelwelle                          |
| 10 | Abstellposition der Kurbelwelle                     |

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Abstellposition einer Welle einer Brennkraftmaschine, wobei die Welle ein Geberrad umfasst, das eine Umfangsstruktur aufweist, die bei Vorbeibewegen an einem Sensor Signale (5) auslöst,  
**gekennzeichnet durch**

eine elektrische Maschine, deren Rotor drehfest mit der Welle verbunden ist und die eine Lageerfassungseinrichtung umfasst, die eingerichtet ist, eine absolute Rotorlage (1) innerhalb einer Polteilung zu erfassen (R1), wobei eine Drehrichtungsumkehr (9) der Welle mittels der Lageerfassungseinrichtung erfasst wird und bei einer erfassten Drehrichtungsumkehr eine erfasste absolute Rotorlage (3) in der Abstellposition und innerhalb einer Polteilung zur Korrektur einer mittels des Geberrads bestimmten Abstellposition der Welle verwendet wird (R2, G3).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erfasste absolute Rotorlage (3) in der Abstellposition und innerhalb einer Polteilung

einer Auswerteeinheit einer Steuervorrichtung zur Steuerung der Zündung und/oder Einspritzung der Brennkraftmaschine zugeführt wird (R3).

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lageerfassungseinrichtung die Drehrichtungsumkehr anhand einer Hin- und Herbewegung der erfassten absoluten Rotorlage (1) innerhalb einer Polteilung bei einem Auslaufen des Rotors erkennt. 5  
10
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lageerfassungseinrichtung ein Resolver der elektrischen Maschine ist, insbesondere ein Mehrfachpolpaar-Resolver. 15
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer erfassten Drehrichtungsumkehr die bestimmte Abstellposition der Welle anhand eines Werts (3) der erfassten absolute Rotorlage in der Abstellposition und innerhalb einer Polteilung festgelegt wird, wobei der Wert um einen vorbestimmten Phasenversatz zwischen Geberrad und Lageerfassungseinrichtung korrigiert wird und eine Uneindeutigkeit des Werts in Bezug auf die vorliegenden Polteilungen anhand der vom Geberrad erfassten Abstellposition aufgelöst wird. 20  
25  
30
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
  - (a) **dass** die elektrische Maschine ein Startergenerator, insbesondere ein Kurbelwellenstartergenerator, ist; und/oder 35
  - (b) **dass** die Welle eine Kurbelwelle ist; und/oder
  - (c) **dass** das Geberrad ein 60-2-Geberrad ist.
7. Steuervorrichtung, die zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist. 40
8. Kraftfahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, aufweisend eine Steuervorrichtung nach Anspruch 7, die zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist. 45

50

55

FIG. 1

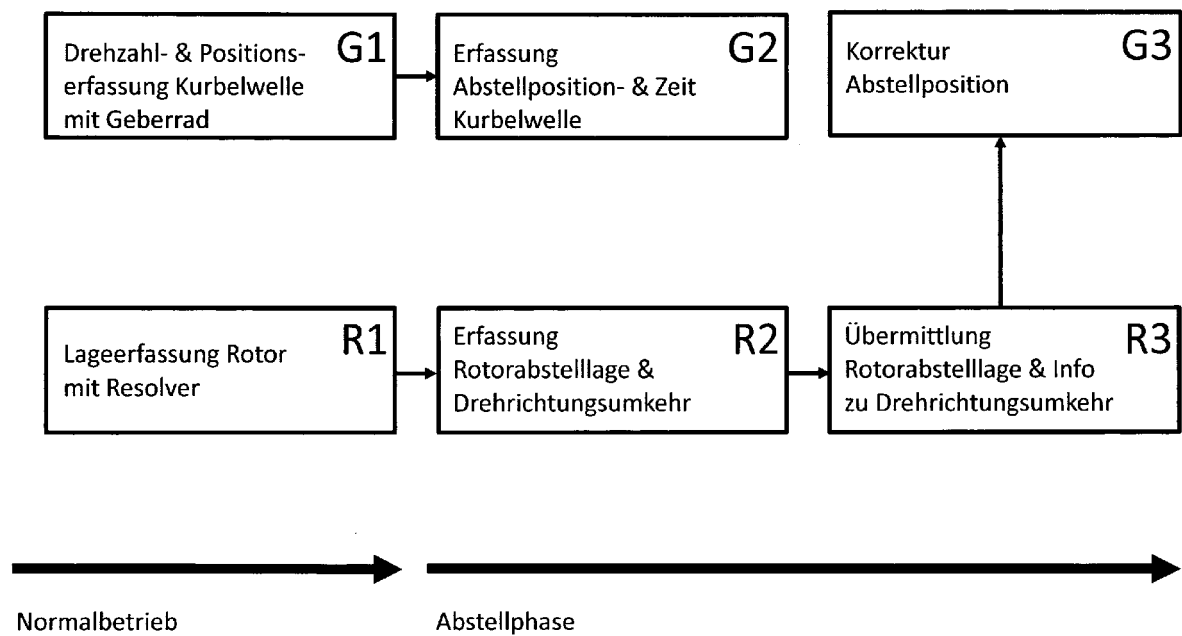
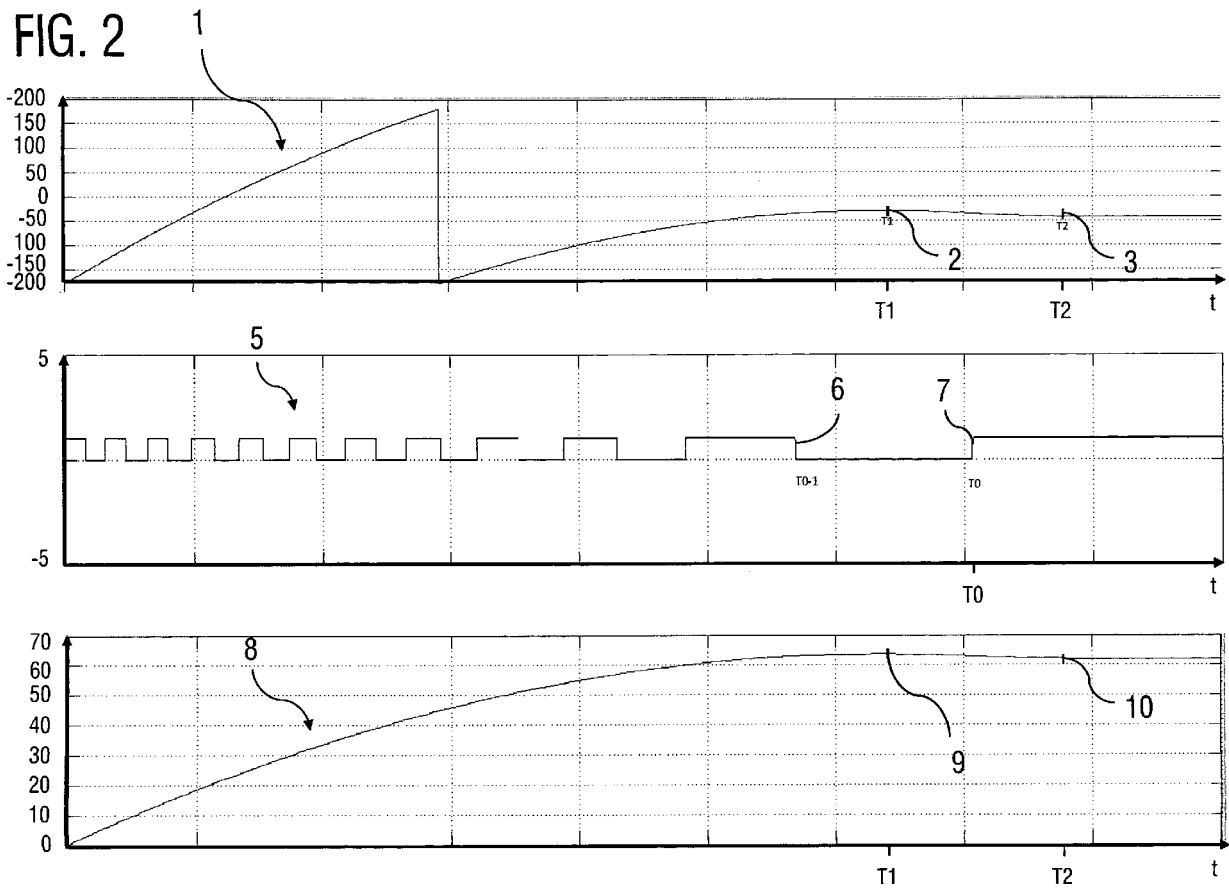


FIG. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 00 0666

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 344 919 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 17. September 2003 (2003-09-17) * Absatz [0008]; Abbildung 1 * * Absatz [0011]; Abbildung 2 * -----	1-8	INV. F02D41/00 F02D41/04 F02N11/04
X,P	EP 2 990 283 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 2. März 2016 (2016-03-02) * Zusammenfassung; Abbildung 5b * & WO 2014/174679 A1 (TOYOTA JIDOSHA KK) 30. Oktober 2014 (2014-10-30) * Zusammenfassung; Abbildung 5b * -----	1-8	
A	JP 2003 301731 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV; TOYOTA MOTOR CORP) 24. Oktober 2003 (2003-10-24) * Zusammenfassung * -----	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02D F02N
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>5. September 2016</b>	Prüfer <b>Spicq, Alexandre</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 00 0666

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-09-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1344919 A2	17-09-2003	DE 60311903 T2 EP 1344919 A2 US 2003176964 A1	14-06-2007 17-09-2003 18-09-2003
EP 2990283 A1	02-03-2016	CN 105143004 A EP 2990283 A1 US 2016069316 A1 WO 2014174679 A1	09-12-2015 02-03-2016 10-03-2016 30-10-2014
JP 2003301731 A	24-10-2003	JP 3750626 B2 JP 2003301731 A	01-03-2006 24-10-2003

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0612373 B1 [0004]
- DE 102009000082 A1 [0005]
- DE 102012212922 A1 [0006]
- DE 102013203937 A1 [0010]