



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 202 624.5**

(51) Int Cl.: **F02N 99/00 (2010.01)**

(22) Anmeldetag: **13.02.2014**

(43) Offenlegungstag: **13.08.2015**

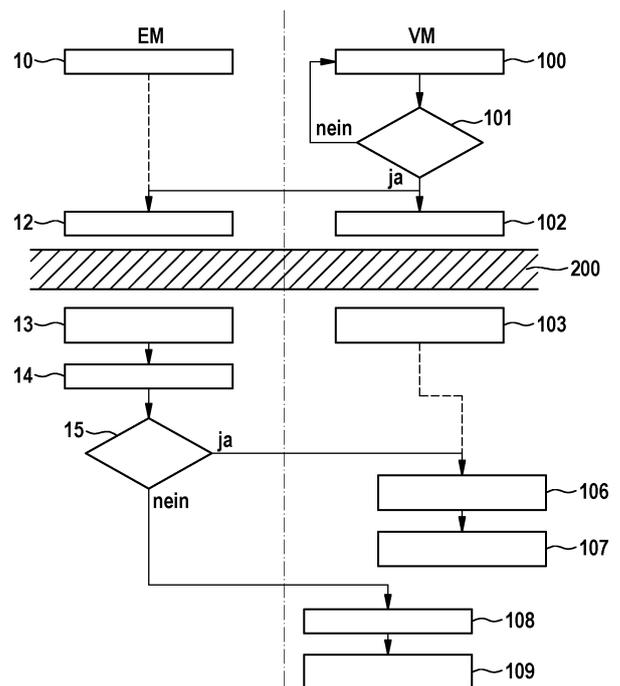
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Vitre, David, 70806 Kornwestheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ermittlung der Position eines Verbrennungsmotors**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Ermittlung der Position eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs vorgeschlagen. Der Verbrennungsmotor ist zumindest phasenweise mit einer elektrischen Maschine direkt oder indirekt gekoppelt. Die elektrische Maschine ist mit einem absoluten Positionssensor ausgestattet. Der Verbrennungsmotor und die elektrische Maschine sind zumindest für einen Zeitraum kurz vor einem Abschalten des Verbrennungsmotors bis kurz nach einem Anschalten des Verbrennungsmotors miteinander gekoppelt. Bei dem Abschalten des Verbrennungsmotors werden die aktuelle Position des Verbrennungsmotors (102) und die aktuelle Position der elektrischen Maschine (12) gespeichert. Nach einem erneuten Anschalten des Verbrennungsmotors wird die Position der elektrischen Maschine aktuell bestimmt (14) und mit der gespeicherten Position der elektrischen Maschine verglichen (15). Aus Informationen zur Position der elektrischen Maschine werden Rückschlüsse auf die Position des Verbrennungsmotors gezogen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Position eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, wobei der Verbrennungsmotor zumindest phasenweise mit einer elektrischen Maschine direkt oder indirekt gekoppelt ist und wobei die elektrische Maschine mit einem absoluten Positionssensor ausgestattet ist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors sowie ein Computerprogramm, ein maschinenlesbares Speichermedium, auf welchem das Computerprogramm gespeichert ist und ein elektronisches Steuergerät zur Durchführung der Verfahren.

Stand der Technik

[0002] Die Motordrehzahl eines Verbrennungsmotors wird üblicherweise mit einem Drehzahlsensor ermittelt. Hierbei wird ein Rohsignal des Drehzahlsensors, der beispielsweise der Kurbelwelle zugeordnet ist, an ein Steuergerät, insbesondere an das Steuergerät des Verbrennungsmotors, übermittelt. Im Steuergerät wird das Signal bearbeitet, sodass daraus eine Drehzahl berechnet werden kann. Aus dem Rohsignal des Drehzahlsensors kann darüber hinaus auch die Position des Verbrennungsmotors bestimmt werden, die für den Betrieb des Verbrennungsmotors wesentlich ist. Bei Kraftfahrzeugen werden üblicherweise sogenannte relative Positionssensoren als Drehzahlsensoren verwendet. Erst bei ausreichender Drehung des Verbrennungsmotors kann mit diesen Sensoren die Position des Verbrennungsmotors mit entsprechenden Algorithmen im Steuergerät ermittelt werden. Im Stillstand des Verbrennungsmotors oder kurz nach der Inbetriebnahme des Verbrennungsmotors beziehungsweise kurz nach dem Einschalten des entsprechenden Steuergerätes können relative Positionssensoren noch keine zuverlässigen Informationen liefern, die für das Steuergerät ausreichend wären, um die Position des Verbrennungsmotors berechnen zu können. Es sind zwar auch absolute Positionssensoren bekannt, die nicht auf eine ausreichende Drehung des Verbrennungsmotors angewiesen sind und unabhängig von einer Drehung des Verbrennungsmotors die Position ermitteln können. Derartige Positionssensoren werden jedoch im Allgemeinen nur im Motorsport eingesetzt.

[0003] Es ist bekannt, in Kraftfahrzeugen eine elektrische Maschine beziehungsweise einen Elektromotor einzusetzen. Zusammen mit dem Verbrennungsmotor kann mit einer elektrischen Antriebsmaschine ein Hybrid-Antrieb realisiert werden. Dabei hat die elektrische Maschine oftmals zwei Funktionen. Zum einen kann sie als Motor das Fahrzeug elektrisch antreiben. Zum anderen wird sie als Generator eingesetzt, um beispielsweise die Bewegungsenergie beim Bremsen in elektrische Energie umzuwandeln.

Auch die elektrische Maschine ist mit Positionssensoren ausgestattet, wobei in der Regel absolute Positionssensoren für die elektrische Maschine verwendet werden. Aus den Signalen der absoluten Positionssensoren kann die Position der elektrischen Maschine unabhängig von einer Drehung der elektrischen Maschine berechnet werden.

[0004] Die deutsche Offenlegungsschrift DE 10 2007 009 568 A1 beschreibt einen Hybridantrieb, wobei für den Verbrennungsmotor und die elektrische Maschine eine gemeinsame Positionserkennungsvorrichtung vorgesehen ist. Der Verbrennungsmotor und die elektrische Maschine sind zumindest in einem Betriebszustand mit einem festen Drehzahlverhältnis untereinander gekoppelt, wobei aus Positionssignalen der elektrischen Maschine die Position des Verbrennungsmotors abgeleitet werden kann.

[0005] Im Hinblick auf eine Kraftstoffeinsparung sind aktuelle Kraftfahrzeuge oftmals mit einer Start-Stopp-Funktion ausgestattet. Nach dem erneuten Anschalten des Verbrennungsmotors ist ein schneller und komfortabler Start wichtig, um einen reibungslosen Betrieb zu ermöglichen.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren basiert darauf, dass die Position eines Verbrennungsmotors insbesondere in einem Kraftfahrzeug derart bestimmt wird, dass das Positionssignal einer elektrischen Maschine, die zumindest phasenweise mit dem Verbrennungsmotor direkt oder indirekt gekoppelt ist, genutzt wird, um nach dem Ab- und erneuten Anschalten der Steuergeräte des Verbrennungsmotors und der elektrischen Maschine Rückschlüsse auf die Position des Verbrennungsmotors ziehen zu können. Die elektrische Maschine ist dabei mit einem absoluten Positionssensor ausgestattet, wobei aus den Signalen des absoluten Positionssensors die Position der elektrischen Maschine beispielsweise sofort nach einem Einschalten des Steuergerätes der elektrischen Maschine bestimmt werden kann, ohne dass es notwendig wäre, dass sich die elektrische Maschine dreht. Voraussetzung für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, dass der Verbrennungsmotor und die elektrische Maschine zumindest für einen Zeitraum kurz vor dem Abschalten des Verbrennungsmotors bis kurz nach dem erneuten Anschalten des Verbrennungsmotors miteinander gekoppelt sind oder gekoppelt werden. Erfindungsgemäß werden bei dem Abschalten des Verbrennungsmotors die aktuelle Position des Verbrennungsmotors und die aktuelle Position der elektrischen Maschine ermittelt, also insbesondere über die Steuergeräte berechnet, und gespeichert. Üblicherweise berechnen die entsprechenden Steuergeräte die Positionen des Verbrennungsmotors und der elektrischen Maschine ständig. Für die Zwecke der Erfindung werden die

Positionen berechnet, bis die Motoren im Stillstand sind. Diese Positionsdaten werden insbesondere in einem nicht-flüchtigen Speicher gespeichert, sodass sie später zur Verfügung stehen. Nach einem erneuten Anschalten des Verbrennungsmotors beziehungsweise des entsprechenden Steuergerätes wird mittels der Signale des absoluten Positionssensors die Position der elektrischen Maschine aktuell bestimmt beziehungsweise berechnet und mit der gespeicherten Position der elektrischen Maschine, die die Position direkt nach dem Abschalten repräsentiert, verglichen. Erfindungsgemäß werden aus den Informationen zur Position der elektrischen Maschine vor und nach dem Abschalten des Verbrennungsmotors Rückschlüsse auf die Position des Verbrennungsmotors gezogen, der zumindest während dieser Phase des Ab- und Anschaltens mit der elektrischen Maschine mechanisch direkt oder indirekt verbunden war.

[0007] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es unter bestimmten Umständen möglich, die Position des Verbrennungsmotors direkt nach dem Einschalten des Steuergerätes des Verbrennungsmotors zu bestimmen, wobei die Signale des absoluten Positionssensors der gekoppelten elektrischen Maschine genutzt werden. Abhängig von diesen Informationen kann der weitere Betrieb des Verbrennungsmotors erfolgen.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt aus, dass bei dem üblichen Betrieb eines Verbrennungsmotors und einer elektrischen Maschine in einem Kraftfahrzeug ständig die Positionen des Verbrennungsmotors und der elektrischen Maschine berechnet werden. Wenn ein Motorstopp durchgeführt wird, werden diese Positionen so lange berechnet, bis beide Motoren im Stillstand sind. Diese Werte werden in den entsprechenden Steuergeräten gespeichert, indem sie insbesondere in einem nicht-flüchtigen Speicher abgelegt werden. Nach dem Motorstopp kann der Fall auftreten, dass der Verbrennungsmotor sich weiterdreht. Dies wird nicht von dem Steuergerät erfasst, da dies zu diesem Zeitpunkt ausgeschaltet ist. Es kann also sein, dass die gespeicherte Position des Verbrennungsmotors und die tatsächliche Position des Verbrennungsmotors nach einem erneuten Wiederanschalten des Verbrennungsmotors nicht übereinstimmen. Wenn die Steuergeräte wieder angeschaltet werden, werden die gespeicherten Positionen auf die jeweiligen Steuergeräte geladen. Solange der Verbrennungsmotor noch im Stillstand ist, kann aus dem Rohsignal des Drehzahlsensors und der entsprechenden Auswertung im Steuergerät die Position des Verbrennungsmotors jedoch noch nicht wieder berechnet werden. Die Erfindung löst dieses Problem, indem aus den Positionsdaten der elektrischen Maschine, die mit einem absoluten Positionssensor ausgestattet ist, ein Rückschluss auf die Position des Verbrennungsmotors ge-

zogen wird. Die elektrische Maschine ist direkt oder indirekt mechanisch mit dem Verbrennungsmotor gekoppelt, sodass sich bei einem Weiterdrehen des Verbrennungsmotors auch die elektrische Maschine weiterdreht. Kopplung bedeutet in diesem Sinne, dass die elektrische Maschine beispielsweise direkt an dem Verbrennungsmotor oder am Getriebe angehängt ist. Voraussetzung für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist hierbei, dass diese Anbindung zumindest für den Zeitraum besteht, in dem der Verbrennungsmotor abgeschaltet wird (Motorstopp) und erneut wieder angeschaltet wird (Motorstart). Auf der Basis der Daten des absoluten Positionssensors der elektrischen Maschine können die Positionsdaten der elektrischen Maschine auch im Stillstand der elektrischen Maschine berechnet werden. Die berechnete aktuelle Position der elektrischen Maschine nach dem Wiederanschalten des Verbrennungsmotors wird erfindungsgemäß mit der gespeicherten Position der elektrischen Maschine verglichen. Hieraus ist ablesbar, ob sich die elektrische Maschine und damit auch der Verbrennungsmotor während der Abschaltphase weitergedreht hat oder nicht. In dem Fall, in dem die gespeicherte Position und die aktuell bestimmte Position der elektrischen Maschine gleich sind, wird darauf geschlossen, dass sich der Verbrennungsmotor nicht weitergedreht hat. In diesem Fall entspricht die gespeicherte Position des Verbrennungsmotors der aktuellen Position des Verbrennungsmotors nach dem Wiederanschalten des Verbrennungsmotors. Diese Information kann für den weiteren Betrieb des Verbrennungsmotors genutzt werden. Abhängig von der jeweiligen Position kann entweder direkt eine Kraftstoffeinspritzung vorgenommen werden oder es kann eine gegebenenfalls erforderliche Positionierung des Verbrennungsmotors vorgenommen werden. In dem Fall, in dem die gespeicherte Position und die aktuell bestimmte Position der elektrischen Maschine nach dem Wiederanschalten des Verbrennungsmotors nicht gleich sind, kann die Position des Verbrennungsmotors im nachfolgenden Betrieb neu bestimmt werden. In diesem Fall hat sich die elektrische Maschine während der Abschaltphase gedreht. Durch die mechanische Anbindung der elektrischen Maschine an den Verbrennungsmotor hat sich also auch der Verbrennungsmotor gedreht. Damit kann die gespeicherte Position des Verbrennungsmotors nicht direkt als aktuelle Position des Verbrennungsmotors verwendet werden. In dieser einfachen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Position des Verbrennungsmotors während eines konventionellen Startablaufs in an sich bekannter Weise berechnet.

[0009] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in dem Fall, in dem die gespeicherte Position und die aktuell bestimmte Position der elektrischen Maschine nicht gleich sind, die Position des Verbrennungsmotors aus der aktuell

bestimmten Position der elektrischen Maschine berechnet werden. Zweckmäßigerweise wird das Übersetzungsverhältnis bei dem Rückschluss auf die Position des Verbrennungsmotors und insbesondere bei der Berechnung der Position gemäß der letztgenannten Ausführungsform berücksichtigt. Im einfachsten Fall ist das Übersetzungsverhältnis 1:1. In diesem Fall kann direkt aus der aktuellen Position der elektrischen Maschine auf die Position des Verbrennungsmotors geschlossen werden. Wenn jedoch das Übersetzungsverhältnis nicht 1:1, sondern beispielsweise 1:2 oder anders ist, kann nicht unmittelbar auf die Position des Verbrennungsmotors rückgeschlossen werden, sondern es muss eine geeignete Berechnung erfolgen.

[0010] In bevorzugten Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Plausibilisierung der ermittelten Position des Verbrennungsmotors vorgenommen. Eine geeignete Plausibilisierung kann beispielsweise über die Rohsignale des Drehzahlsensors oder die Signale eines Nockenwellensensors erfolgen. Der Plausibilisierung liegt zugrunde, dass bei einem Übersetzungsverhältnis anders als 1:1 ein gewisses Restrisiko für die Position des Verbrennungsmotors besteht. Beispielsweise bei einem Übersetzungsverhältnis von 1:2 (eine Umdrehung des Verbrennungsmotors = zwei Umdrehungen der elektrischen Maschine) würden die Positionen der elektrischen Maschine und des Verbrennungsmotors nicht übereinstimmen, obwohl die aktuell bestimmte und die gespeicherte Position der elektrischen Maschine gleich wären, wenn sich die elektrische Maschine für eine ungerade Anzahl gedreht hätte. Der Verbrennungsmotor hätte sich in diesem Fall mit einer halben Umdrehung gedreht, sodass die Position des Verbrennungsmotors nicht mehr der Ausgangsposition entspricht. Durch eine Plausibilisierung über die Rohsignale des Drehzahlsensors oder eines Nockenwellensensors kann dieses Restrisiko ausgeschlossen werden.

[0011] Insgesamt erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren in vielen Fällen einen schnelleren Motorstart, da die Position des Verbrennungsmotors unmittelbar nach dem Anstellen des Verbrennungsmotors nach einem vorangegangenen Motorstopp ermittelt werden kann. Je nach der Position des Verbrennungsmotors kann gegebenenfalls sofort die Einspritzung am ersten oberen Totpunkt des Verbrennungsmotors direkt nach dem Einschalten des Steuergerätes vorgenommen werden. Allgemein kann der geeignete Motorbetrieb sofort nach dem Start des Verbrennungsmotors aufgenommen werden, da die Position der Brennkraftmaschine erfindungsgemäß sofort ermittelt werden kann. Weiterhin ist es auch möglich, eine geeignete Positionierung des Verbrennungsmotors bereits beim Motorstopp vorzunehmen. Erfindungsgemäß kann überprüft werden, ob sich diese Position während der Abstellphase erhalten hat oder

nicht. Wenn sich die Position erhalten hat, kann ein entsprechender Betrieb sofort nach dem erneuten Motorstart aufgenommen werden. Abhängig von der jeweiligen Position kann damit ein schnellerer Motorstart oder ein komfortablerer Motorstart erfolgen.

[0012] Die Erfindung umfasst weiterhin ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors, der zumindest phasenweise mit einer elektrischen Maschine mechanisch gekoppelt ist, wobei der elektrischen Maschine ein absoluter Positionssensor zugeordnet ist. Erfindungsgemäß wird bei diesem Verfahren die Position des Verbrennungsmotors mithilfe der zumindest phasenweise gekoppelten elektrischen Maschine, deren Position absolut bestimmt werden kann, abgeleitet, sodass nach einem Motorstopp und einem erneuten Motorstart die Position des Verbrennungsmotors gegebenenfalls sehr schnell bestimmt und der Motor entsprechend betrieben werden kann. Mit besonderem Vorteil wird bereits bei dem Motorstopp eine geeignete Positionierung des Verbrennungsmotors vorgenommen. Erfindungsgemäß wird überprüft, ob sich diese Position während des Stillstandes des Motors erhalten hat. Wenn dies der Fall ist, kann der Motorbetrieb entsprechend aufgenommen werden, wodurch ein schneller Motorstart möglich ist.

[0013] Schließlich umfasst die Erfindung ein Computerprogramm, welches eingerichtet ist, jeden Schritt des Verfahrens durchzuführen und ein maschinenlesbares Speichermedium, auf welchem das Computerprogramm gespeichert ist. Die Implementierung der Erfindung als Computerprogramm oder als Computerprogrammprodukt hat den besonderen Vorteil, dass dieses Programm ohne Weiteres auf einem entsprechenden Steuergerät aufgespielt werden kann, sodass die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens für den Betrieb eines Verbrennungsmotors auch bei bestehenden Kraftfahrzeugen genutzt werden können, die eine entsprechende Kopplung oder Anbindung einer elektrischen Maschine an den Verbrennungsmotor vorsehen. Hierdurch kann ein elektronisches Steuergerät erhalten werden, welches ein maschinenlesbares Speichermedium umfasst, auf welchem das Computerprogramm gespeichert ist.

[0014] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung. Hierbei können die einzelnen Merkmale jeweils für sich oder in Kombination miteinander verwirklicht sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0015] Fig. 1 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm zur Illustrierung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0016] Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens müssen einige Voraussetzungen gegeben sein. Zunächst muss der Verbrennungsmotor ein System aufweisen, mit welchem die Position des Verbrennungsmotors bis zum Motorstillstand bei einem Motorstopp bestimmt werden kann. Insbesondere kann dies durch Auswertung von Signalen eines Drehzahlsensors in einem Steuergerät erfolgen. Bei diesem System handelt es sich um eine relative Positionsbestimmung, die davon abhängig ist, dass sich der Verbrennungsmotor dreht. Weiterhin ist für das erfindungsgemäße Verfahren eine elektrische Maschine erforderlich, die zumindest zeitweilig an den Verbrennungsmotor direkt oder indirekt gekoppelt ist beziehungsweise an diesen angebunden ist. Die elektrische Maschine ist mit einem absoluten Positionssensor ausgestattet, sodass die Position der elektrischen Maschine sofort nach dem Einschalten des Steuergerätes der elektrischen Maschine bestimmbar ist, ohne dass die elektrische Maschine sich zwingend drehen muss. Zumindest kurz bevor das Steuergerät des Verbrennungsmotors abgeschaltet wird bis kurz nachdem das Steuergerät des Verbrennungsmotors wieder angeschaltet wird, also von kurz vor einem Motorstopp bis kurz nach einem Motorstart, müssen der Verbrennungsmotor und die elektrische Maschine mechanisch angebunden sein.

Fig. 1 illustriert ein beispielhaftes Ablaufschema für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Auf der linken Seite der Abbildung sind die Verfahrensschritte in Bezug auf die elektrische Maschine (EM) dargestellt. Auf der rechten Seite der Abbildung sind die Verfahrensschritte in Bezug auf den Verbrennungsmotor (VM) dargestellt. Zunächst werden die Position der elektrischen Maschine (Schritt **10**) und die Position des Verbrennungsmotors (Schritt **100**) in den entsprechenden Steuergeräten berechnet. Diese Berechnung der Positionen erfolgt üblicherweise im ständigen Betrieb der Maschinen. Im Schritt **101** wird abgefragt, ob das Steuergerät des Verbrennungsmotors abgeschaltet wird. Ist dies nicht der Fall, wird auf den Schritt **100** zurückgegriffen. Wenn ein Motorstopp erfolgt, wird die Berechnung fortgeführt, bis beide Motoren, also die elektrische Maschine und der Verbrennungsmotor im Stillstand sind. Bei Stillstand der Motoren wird sowohl die Position der elektrischen Maschine gespeichert (Schritt **12**) als auch die Position des Verbrennungsmotors (Schritt **102**). Die Werte werden in einem nicht-flüchtigen Speicher abgelegt. In der nachfolgenden Phase **200**, also nach dem Motorstopp, sind die Steuergeräte des Verbrennungsmotors und der elektrischen Maschine ausgestellt. Während dieser Phase kann die Position des Verbrennungsmotors nicht berechnet werden. Dennoch kann sich die Position des Verbrennungsmotors ändern, indem sich der Verbrennungsmotor weiter dreht. Dies wird vom Steuergerät des Verbrennungsmotors nicht erfasst. Nach der Phase

200 werden die Steuergeräte der elektrischen Maschine und des Verbrennungsmotors wieder angeschaltet, wobei sowohl die gespeicherte Position der elektrischen Maschine (Schritt **13**) als auch die gespeicherte Position des Verbrennungsmotors (Schritt **103**) in den jeweiligen Steuergeräten geladen werden. In dieser Phase kann das Steuergerät des Verbrennungsmotors die Position des Verbrennungsmotors nicht berechnen, da sich der Verbrennungsmotor im Stillstand befindet. Mithilfe des absoluten Positionssensors der elektrischen Maschine ist es aber möglich, dass die Position der elektrischen Maschine selbst im Stillstand berechnet wird (Schritt **14**). Nachfolgend wird die gespeicherte Position der elektrischen Maschine aus dem Schritt **13** mit der aktuell berechneten Position der elektrischen Maschine aus dem Schritt **14** verglichen. Im Schritt **15** erfolgt die Abfrage, ob die gespeicherte Position gleich der berechneten Position ist. Ist dies der Fall, ist darauf zu schließen, dass die elektrische Maschine und auch der Verbrennungsmotor sich noch immer in derselben Position wie beim Abschalten des Steuergerätes des Verbrennungsmotors befinden (Schritt **106**). Die aktuelle Position des Verbrennungsmotors entspricht dann der gespeicherten Position des Verbrennungsmotors. In diesem Fall kann der weitere Betrieb des Verbrennungsmotors abhängig von der jeweiligen Position des Verbrennungsmotors, die auf diese Weise ermittelbar ist, erfolgen. Je nach Position des Verbrennungsmotors kann beispielsweise eine Einspritzung beim ersten oberen Totpunkt erfolgen. Wenn der Kolben hierfür nicht richtig positioniert ist, kann gegebenenfalls eine geeignete Positionierung des Verbrennungsmotors vorgenommen werden, sodass ein Schnellstart oder ein Komfortstart (Schritt **107**) durchgeführt werden kann. Vor diesen Schlussfolgerungen kann gegebenenfalls eine Plausibilisierung der Ergebnisse durchgeführt werden. Ergibt die Abfrage im Schritt **15**, dass die gespeicherte Position der elektrischen Maschine nicht gleich der aktuell berechneten Position der elektrischen Maschine nach Wiederanschalten der Steuergeräte ist, bedeutet dies, dass sich die elektrische Maschine gedreht hat. Da die elektrische Maschine und der Verbrennungsmotor zumindest während der Phase **200** mechanisch angebunden waren, ist davon auszugehen, dass sich auch der Verbrennungsmotor gedreht hat. Die gespeicherte Position des Verbrennungsmotors kann daher nicht direkt als aktuelle Position des Verbrennungsmotors verwendet werden. Die Position des Verbrennungsmotors ist damit nicht ohne Weiteres bekannt (Schritt **108**). Für den weiteren Betrieb des Verbrennungsmotors kann daraufhin ein konventioneller Startablauf vorgesehen sein, bei dem die Position des Verbrennungsmotors in üblicher Weise während des Drehens des Verbrennungsmotors berechnet wird (Schritt **109**).

[0017] Eine Plausibilisierung der Ergebnisse ist sinnvoll, wenn das Übersetzungsverhältnis nicht 1:1

ist. Beispielsweise bei einem Übersetzungsverhältnis zwischen Verbrennungsmotor und elektrischer Maschine von 1:2 kann der Fall auftreten, dass die gespeicherte Position und die aktuelle Position der elektrischen Maschine gleich sind, wobei sich aber die elektrische Maschine beispielsweise einmal gedreht hat und sich dann wieder in der Ausgangsposition befindet. Durch das Übersetzungsverhältnis von 1:2 hat sich der Verbrennungsmotor jedoch nur mit einer halben Umdrehung gedreht und befindet sich nicht mehr in der Ausgangsposition. Die Annahme, dass durch die gleiche Position der elektrischen Maschine bei einem Vergleich der gespeicherten Position und der aktuell berechneten Position keine Bewegung des Verbrennungsmotors stattgefunden hat, wäre in diesem Fall also falsch. Um dieses Risiko einer Falschinterpretation auszuschalten, ist es mit besonderem Vorteil vorgesehen, dass eine Plausibilisierung vorgenommen wird, um das Ergebnis der erfindungsgemäßen Positionsbestimmung zu überprüfen. Für die Plausibilisierung können beispielsweise Rohsignale des Drehzahlsensors oder eines Nockenwellensensors herangezogen werden.

[0018] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, statt des konventionellen Startablaufs bei Ungleichheit der Positionen (Schritt **109**) die aktuelle Position des Verbrennungsmotors abhängig von den beiden gespeicherten Positionen bei Motorenstillstand (Schritt **13** und Schritt **103**) sowie in Abhängigkeit von der aktuellen Position der elektrischen Maschine nach dem Motorstart (Schritt **14**) zu berechnen. Hierbei muss das Übersetzungsverhältnis zwischen dem Verbrennungsmotor und der elektrischen Maschine berücksichtigt werden. Wenn beispielsweise das Übersetzungsverhältnis 1:1 ist, kann in unmittelbarer Weise aus der aktuellen Position der elektrischen Maschine auf die Position des Verbrennungsmotors geschlossen werden. Wenn das Übersetzungsverhältnis jedoch nicht 1:1 ist, kann dieser Rückschluss nicht unmittelbar gezogen werden. Vielmehr muss bei der Berechnung das Übersetzungsverhältnis mit einbezogen werden.

[0019] Die mechanische Anbindung der elektrischen Maschine an den Verbrennungsmotor kann beispielsweise über einen Riementrieb am Verbrennungsmotor realisiert sein, wie es bereits beispielsweise bei einer Boost-Rekuperationsmaschine realisiert ist. Bei einem solchen „Riemenstartergenerator“ ist die elektrische Maschine am Verbrennungsmotor oder am Getriebe dauernd angebunden. Üblicherweise besitzt eine solche Boost-Rekuperationsmaschine bereits einen absoluten Positionssensor, sodass eine derartige Anordnung sehr gut für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102007009568 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Position eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, der zumindest phasenweise mit einer elektrischen Maschine direkt oder indirekt gekoppelt ist, wobei der elektrischen Maschine ein absoluter Positionssensor zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- der Verbrennungsmotor und die elektrische Maschine zumindest für einen Zeitraum kurz vor einem Abschalten des Verbrennungsmotors bis kurz nach einem Anschalten des Verbrennungsmotors miteinander gekoppelt werden oder sind und
- bei dem Abschalten des Verbrennungsmotors die aktuelle Position des Verbrennungsmotors (**102**) und die aktuelle Position der elektrischen Maschine (**12**) gespeichert werden und
- nach einem erneuten Anschalten des Verbrennungsmotors die Position der elektrischen Maschine aktuell bestimmt (**14**) und mit der gespeicherten Position der elektrischen Maschine verglichen (**15**) wird,
- wobei aus Informationen zur Position der elektrischen Maschine Rückschlüsse auf die Position des Verbrennungsmotors gezogen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Fall, in dem die gespeicherte Position und die aktuell bestimmte Position der elektrischen Maschine gleich sind (**106**), eine Verbrennungsmotorpositionierung und/oder eine Kraftstoffinspritzung vorgenommen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Fall, in dem die gespeicherte Position und die aktuell bestimmte Position der elektrischen Maschine nicht gleich sind (**108**), die Position des Verbrennungsmotors im nachfolgenden Betrieb neu bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Fall, in dem die gespeicherte Position und die aktuell bestimmte Position der elektrischen Maschine nicht gleich sind, die Position des Verbrennungsmotors aus der aktuell bestimmten Position der elektrischen Maschine berechnet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass unter Berücksichtigung des Übersetzungsverhältnisses zwischen Verbrennungsmotor und elektrischer Maschine eine Plausibilisierung der ermittelten Position des Verbrennungsmotors vorgenommen wird.

6. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors, der zumindest phasenweise mit einer elektrischen Maschine mechanisch gekoppelt ist, wobei der elektrischen Maschine ein absoluter Positionssensor zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung der Position des Verbrennungsmotors

ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 durchgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass im zeitlichen Zusammenhang mit dem Abschalten des Verbrennungsmotors eine Positionierung des Verbrennungsmotors vorgenommen wird.

8. Computerprogramm, welches eingerichtet ist, jeden Schritt eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 durchzuführen.

9. Maschinenlesbares Speichermedium, auf welchem ein Computerprogramm nach Anspruch 8 gespeichert ist.

10. Elektronisches Steuergerät, welches ein maschinenlesbares Speichermedium nach Anspruch 9 umfasst.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

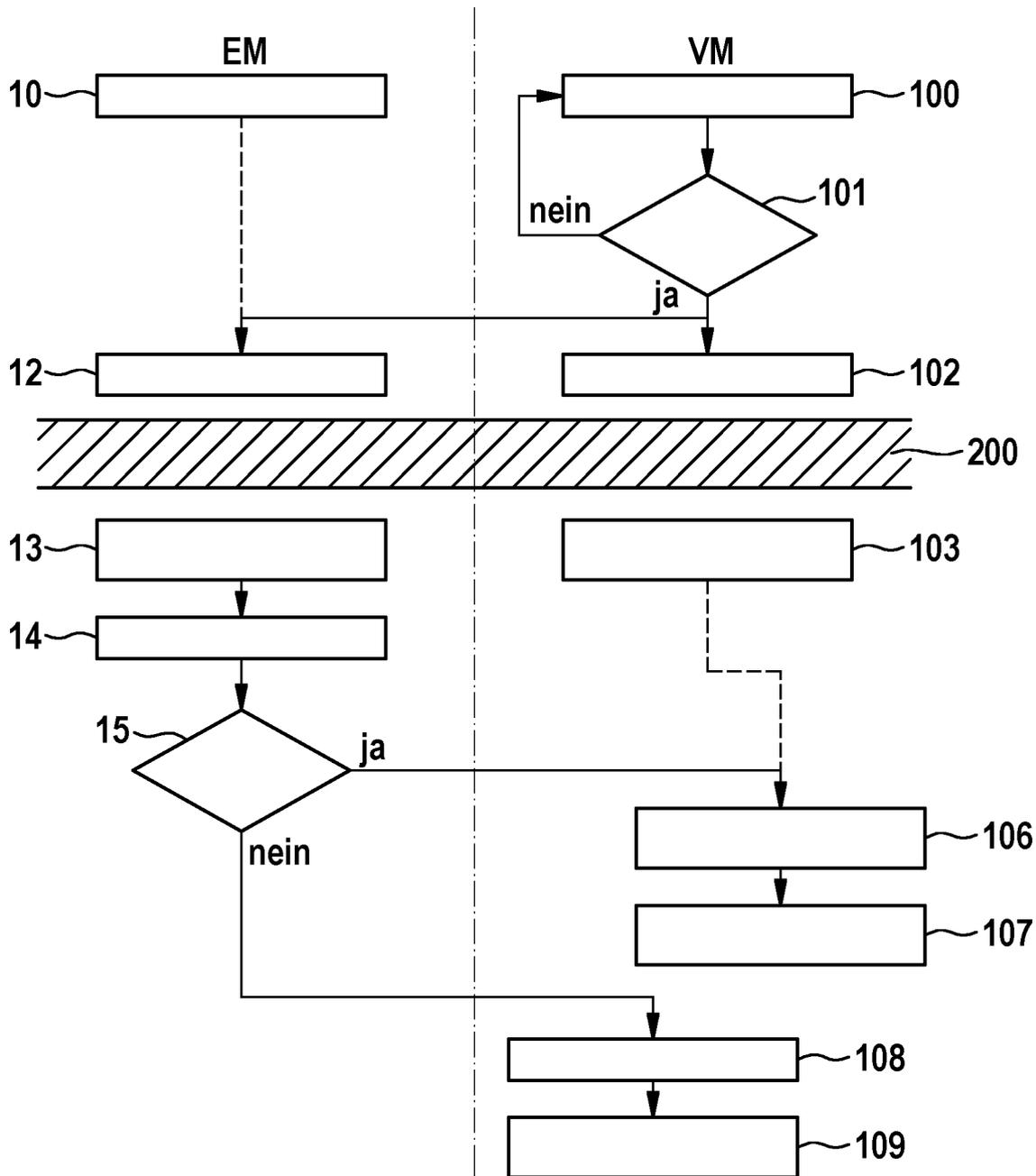


Fig. 1