



(10) **DE 10 2013 203 400 B3** 2014.04.30

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 203 400.8**

(22) Anmeldetag: **28.02.2013**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **30.04.2014**

(51) Int Cl.: **F02D 41/00** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE**

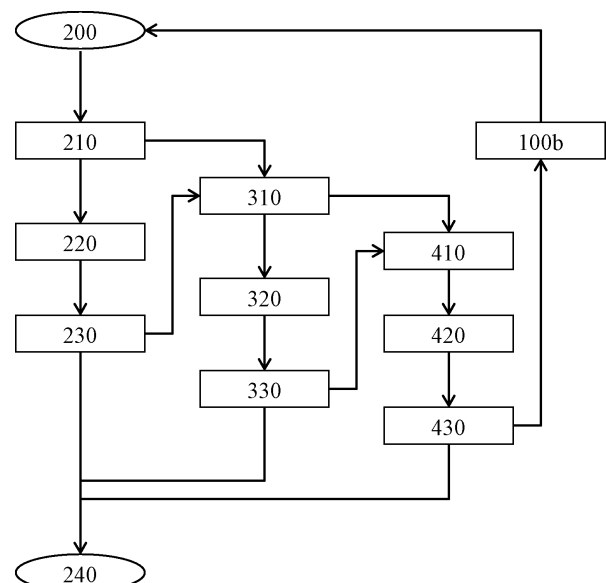
(72) Erfinder:  
**Stief, Florian, 70191, Stuttgart, DE; Mencher,  
Bernhard, 71701, Schwieberdingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	100 43 756	C2
DE	101 04 273	A1
DE	10 2006 061 566	A1
DE	10 2009 000 716	A1
DE	10 2011 084 081	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Synchronisierung einer Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Synchronisieren einer Brennkraftmaschine, bei dem unterschiedliche Synchronisierungsmethoden zur Verfügung stehen, dadurch gekennzeichnet, dass die Anwendung der unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine abhängt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Synchronisierung einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Computerprogramm, ein elektronisches Speichermedium und eine elektronische Steuereinheit gemäß den unabhängigen Ansprüchen 8 bis 10.

**[0002]** In modernen Motorsteuerungssystemen ist zur Synchronisierung der Software einer Motorsteuerung mit der tatsächlich vorliegenden Stellung der Zylinder oftmals ein Phasensensor samt Geberrad an der Nockenwelle verbaut. In Low-Price Systemen kommen Verfahren zur Synchronisierung der Motorsteuerungssoftware mit der Zylinderposition zum Einsatz, die auf ein Signal eines an der Nockenwelle befindlichen Geberrades verzichten, da so der entsprechende Nockenwellen- bzw. Phasensensor eingespart werden kann.

**[0003]** Die verschiedenen heute bekannten Synchronisierungsmethoden, die eine Synchronisierung auch ohne Verwendung eines Nockenwellen- oder Phasensensors ermöglichen, sind nur unter bestimmten Umgebungsbedingungen zuverlässig, bzw. die Zuverlässigkeit der unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden hängt von Betriebskenngrößen der zu synchronisierenden Brennkraftmaschine ab.

**[0004]** Es sind Verfahren bekannt, die die Zuverlässigkeit der Ermittlung des Positionswinkels bewerten. Aus der DE 10 2009 000 716 A1 ist beispielsweise ein Verfahren zum Bestimmen eines Erfassungsfehlers für einen erfassten Drehwinkel einer Welle bekannt.

**[0005]** Aus der nachveröffentlichten DE 10 2011 084 081 A1 ist ein Verfahren zur Synchronisierung einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem unterschiedliche Methoden zur Synchronisierung angewendet werden, wobei die Ergebnisse der unterschiedlichen Methoden entsprechend der Eignung der Methode gewichtet werden. Aus den unterschiedlichen Ergebnissen der unterschiedlichen Synchronisationsmethoden wird ein gewichtetes Mittel berechnet.

**[0006]** Die DE 101 04 273 A1 zeigt eine Kraftmaschinensteuereinheit zu deren Synchronisation zwei unterschiedliche Verfahren genutzt werden. Beim Start erfolgt eine Positionserkennung der Kurbelwelle anhand einer Lücke eines Kurbelwellengeberrades. Danach wird auf ein zweites Verfahren umgeschaltet, wobei die Positionsbestimmung über einen Hardwarebaustein erfolgt, der das Kurbelwellengebersignal auswertet.

**[0007]** Die DE 10 2006 061 566 A1 zeigt ein Verfahren zur Synchronisation eines Steuergerätes einer Brennkraftmaschine, wobei eine relative Winkella-

ge einer Welle ermittelt wird und das Steuergerät auf der Basis der ermittelten Winkellage synchronisiert wird. Die Synchronisation des Steuergerätes wird anschließend verifiziert.

**[0008]** Die DE 100 43 756 C2 zeigt ein Verfahren zur Festlegung des Einspritzzeitpunktes bei einer Brennkraftmaschine. Dabei wird unterschieden, ob die Brennkraftmaschine unter Zuhilfenahme eines Nockenwellensignals, oder ohne Verwendung des Nockenwellensignals betrieben wird.

## Offenbarung der Erfindung

**[0009]** Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass eine Anwendung von unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden in Abhängigkeit von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine durchgeführt wird. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn kein Signal eines Sensors zur Verfügung steht, der die Position der Nockenwelle ermittelt. Beispielsweise, wenn aus Kostengründen auf die Verwendung eines solchen Sensors verzichtet wird. Bei Defekt eines vorhandenen Nockenwellensensors, kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren vorteilhafterweise eine Notlauffunktion realisiert werden.

**[0010]** Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im unabhängigen Anspruch angegebenen Verfahrens möglich.

**[0011]** Vorteilhaft ist es, wenn eine Reihenfolge der Anwendung der unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine abhängig ist, da so die aussichtsreichste Synchronisierungsmethode bevorzugt durchgeführt wird.

**[0012]** Vorteilhafterweise wird die Reihenfolge der Anwendung der Synchronisierungsmethoden von einer Steuereinheit, beispielsweise einem ohnehin vorhandenen Motorsteuergerät, festgelegt, da so vorhandene Hardwareressourcen effektiv genutzt werden können.

**[0013]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn abhängig von den Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine die Eignung der unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden von der Steuereinheit bewertet werden, sodass die Synchronisierungsmethode, die von der Steuereinheit als die aussichtsreichste Synchronisierungsmethode bewertet wird, zuerst zur Synchronisierung der Brennkraftmaschine angewendet wird. Somit ergibt sich eine besonders schnelle Synchronisierung der Brennkraftmaschine.

**[0014]** Vorteilhafterweise werden weitere Synchronisierungsmethoden angewendet, um das Ergebnis der Synchronisierung der Brennkraftmaschine, das anhand der aussichtsreichsten Synchronisierungsmethode ermittelt wurde, zu verifizieren. Somit wird die Vertrauenswürdigkeit der Synchronisierung der Brennkraftmaschine, also die Robustheit der Synchronisierung, erhöht.

**[0015]** Vorteilhafterweise handelt es sich bei den unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden um Synchronisierungsmethoden, die ein Drehzahlsignal beim Start der Brennkraftmaschine auswerten und/oder ein Signal eines Drucksensors, beispielsweise eines Saugrohr- oder eines Zylinderdrucksensors, auswerten und/oder ein Signal einer Aussetzerkennungsfunktion auswerten.

**[0016]** Vorteilhaft ist es, wenn es sich bei den Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine um Drehzahlen und/oder gespeicherte Abstellpositionen der Brennkraftmaschine und/oder Temperaturen und/oder Drücke und/oder Batteriespannungen und/oder Zählerstände handelt. Einen Zählerstand eines Zählers, der beispielsweise die Anzahl der bereits unternommenen Synchronisierungsversuche zählt, als Betriebskenngröße in die Bewertung der unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden mit einzu beziehen, bietet die Möglichkeit einen Lernprozess in das erfindungsgemäße Verfahren einzubinden. Synchronisierungsmethoden, die vom Steuergerät ursprünglich als aussichtsreich bewertet wurden, aber nicht zur gewünschten Synchronisierung der Brennkraftmaschine führen, können auf Grundlage eines Zählerstandes neu bewertet werden.

**[0017]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Steuereinheit nach Anwendung einer Synchronisierungsmethode das Ergebniss der Synchronisierung erfasst und die Synchronisierungsmethode evaluiert.

**[0018]** Vorteilhafterweise hat eine zurückliegende Evaluation einer Synchronisierungsmethode Einfluss auf eine zukünftige Synchronisierung der Brennkraftmaschine, da so ein Lernalgorithmus implementiert werden kann, was die Qualität zukünftiger Synchronisierungen weiter verbessert.

**[0019]** Vorteilhaft ist ein Computerprogramm, das dazu ausgebildet ist, jeden Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen.

**[0020]** Vorteilhaft ist ferner ein elektronisches Speichermedium auf dem ein solches Computerprogramm gespeichert ist, sowie eine elektronische Steuereinheit, die das elektronische Speichermedium umfasst.

**[0021]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0022]** Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine;

**[0023]** Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Verfahrens zur Synchronisierung einer Brennkraftmaschine;

**[0024]** Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Synchronisierungskoordinators, der die unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden zur Synchronisierung der Brennkraftmaschine durchführt.

#### Ausführungsform der Erfindung

**[0025]** Im Folgenden wird eine Ausführungsform der Erfindung näher beschrieben. Dabei wird von einer Viertakt-Brennkraftmaschine ausgegangen, die über eine Kurbel- und eine Nockenwelle verfügt. Bei Viertakt-Brennkraftmaschinen entspricht eine Umdrehung der Nockenwelle zwei Umdrehungen der Kurbelwelle, sodass eine Winkelposition der Kurbelwelle nicht eindeutig einer Winkelposition der Nockenwelle entspricht. Die eindeutige Zuordnung einer Kurbelwellenposition zu einer bestimmten Nockenwellenposition, beispielsweise eines oberen Totpunktes eines bestimmten Zylinders, soll im Folgenden unter Synchronisierung der Brennkraftmaschine verstanden werden. Die unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden zur Synchronisierung einer Brennkraftmaschine ohne Verwendung eines Phasensensors oder eines Nockenwellensensors sind bekannt und werden daher an dieser Stelle nicht im Detail ausgeführt.

**[0026]** Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders zur Synchronisierung einer Brennkraftmaschine ohne Nockenwellen- oder Phasensensor, kann allerdings auch bei Vorhandensein eines Nockenwellen oder Phasensensors verwendet werden um das entsprechende Sensorsignal zu verifizieren oder bei Ausfall des Sensors eine Notlauffunktion zu gewährleisten.

**[0027]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine, die eine Kurbelwelle (10) mit einem konzentrisch darauf montierten Geberrad (12) sowie eine Nockenwelle (16) umfasst. Kurbel (10) und Nockenwelle (16) sind über ein endloses Triebmittel (14), beispielsweise einen Zahnriemen verbunden. Das Geberrad (12) weist eine Vielzahl an Markierungen (13) auf, deren Vorbeibewegen an einem Geberradsensor (18) von einem Motorsteuergerät (22) erfasst wird. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in Fig. 1 exemplarisch drei Markierungen

dargestellt. Weitere Sensoren (20) erfassen weitere Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine, wie z. B. Drücke, Temperaturen o. a. und übermitteln die Messwerte an das Motorsteuergerät (22). Ein in das Motorsteuergerät (22) integriertes elektronisches Speichermedium (24) kann u. A. einen oder mehrere Zähler umfassen.

**[0028]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Verfahrens zur Synchronisierung einer Brennkraftmaschine.

**[0029]** Nach dem Start des Verfahrens in Schritt 90 wird in Schritt 100 die Reihenfolge der Anwendung der unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden anhand der Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine festgelegt. Bei den Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine kann es sich beispielsweise um Drehzahlen, Temperaturen, gespeicherte Abstellpositionen der Brennkraftmaschine, Drücke, Batteriespannungen oder Zählerstände handeln. Die Festlegung der Reihenfolge der Anwendung der unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden erfolgt durch das Motorsteuergerät (22), die Ermittlung der Betriebskenngrößen beispielsweise durch die Sensoren (20) und/oder das Motorsteuergerät (22). In einem alternativen Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, bei Aufruf von Schritt 100 einen oder mehrere Zähler hochzuzählen und so einen Lernalgorithmus zu implementieren. Die Zählerstände werden dabei wie Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine behandelt.

**[0030]** Beispielsweise wird bei niedrigen Drehzahlen eine auf der Drehzahl der Brennkraftmaschine beruhende Synchronisierungsmethode als am aussichtsreichsten bewertet. Ihr wird folglich die höchste Priorität zugeordnet. Eine auf einer Auswertung eines Saugrohrdrucksensors basierende Synchronisierungsmethode kann bei niedrigen Drehzahlen beispielsweise als am zweit aussichtsreichsten bewertet werden. Ihr wird folglich die zweithöchste Priorität zugeordnet. Bei hohen Drehzahlen kann beispielsweise eine Synchronisierung die das Signal einer Aussetzerkennungsfunktion auswertet als am aussichtsreichsten eingestuft werden. Bei hohen Drehzahlen kann beispielsweise eine Synchronisierungsmethode, die auf einer Auswertung des Saugrohrdrucksensors basiert als am zweit aussichtsreichsten eingestuft werden.

**[0031]** Anschließend wird in Schritt 200 ein Synchronisierungskordinator gestartet, der eine Subroutine des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt. Dabei wird die zuvor festgelegte Reihenfolge der unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden in Form von Prioritäten der unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden an den Synchronisierungskordinator übergeben. Die einzelnen Schritte des Synchroni-

sierungskordinators sind in Fig. 3 dargestellt und in der entsprechenden Beschreibung näher erläutert.

**[0032]** Nach Beendigung des Synchronisierungskordinators wird in Schritt 110 die Synchronisierung der Brennkraftmaschine, beispielsweise durch das Motorsteuergerät (22), überprüft. Zur Überprüfung der Synchronisierung einer Brennkraftmaschine sind unterschiedliche Methoden bekannt, die daher hier nicht näher beschrieben werden sollen. Wird die Synchronisierung vom Motorsteuergerät (22) als ausreichend bewertet, wird Schritt 130a ausgeführt. Wird die Synchronisierung als nicht ausreichend bewertet, wird Schritt 120 ausgeführt.

**[0033]** In Schritt 120 wird festgelegt, die Brennkraftmaschine mit Standardeinspritzung und Doppelzündung zu betreiben. Dabei handelt es sich um einen Betriebsmodus der Brennkraftmaschine, der einen sicheren Betrieb auch ohne ausreichende Synchronisierung der Brennkraftmaschine ermöglicht. Während eines Arbeitsspiels werden in jedem Zylinder zwei Zündungen ausgelöst.

**[0034]** Anschließend wird mit Schritt 100a und, daran anschließend, Schritt 200a fortgefahren. Schritt 100a umfasst dieselben Verfahrensschritte wie Schritt 100. Schritt 200a umfasst dieselben Verfahrensschritte wie Schritt 200, insbesondere wird in Schritt 200a der in Fig. 3 näher beschriebene Synchronisierungskordinator gestartet.

**[0035]** Nach Beendigung des Synchronisierungskordinators wird in Schritt 111, analog zu Schritt 110, die Synchronisierung der Brennkraftmaschine überprüft. Wird die Synchronisierung vom Motorsteuergerät (22) als ausreichend bewertet, wird Schritt 130 ausgeführt. Wird die Synchronisierung als nicht ausreichend bewertet, wird in Schritt 100 erneut die Reihenfolge der Synchronisierungsmethoden festgelegt und anschließend in Schritt 200 der Synchronisierungskordinator aufgerufen.

**[0036]** In Schritt 130 wird festgelegt, die Brennkraftmaschine mit Standardeinspritzung und Standardzündung, also in einem normalen Betriebsmodus zu betreiben. Anschließend wird Schritt 140 durchgeführt.

**[0037]** Schritt 130a umfasst dieselben Verfahrensschritte wie Schritt wie Schritt 130.

**[0038]** In Schritt 140 wird die Synchronisierung der Brennkraftmaschine während des Betriebs, also bei Drehzahlen, die einem normalen Betrieb der Brennkraftmaschine entsprechen, überprüft. Diese Überprüfung wird beispielsweise durch das Motorsteuergerät (22) durchgeführt und beispielsweise durch ein externes Signal ausgelöst oder in regelmäßigen Zeitabständen durchgeführt. Wird die Synchronisierung

als nicht ausreichend bewertet, wird in Schritt **150** überprüft, ob die Brennkraftmaschine läuft. Wird die Synchronisierung als ausreichend bewertet, endet das vorliegende Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens in Schritt **160**.

**[0039]** In Schritt **150** wird überprüft, ob die Brennkraftmaschine rotiert. Dies kann beispielsweise anhand eines Drehzahlsignals geschehen. Wird festgestellt, dass die Brennkraftmaschine stillsteht, endet das vorliegende Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens in Schritt **160**. Wird festgestellt, dass die Brennkraftmaschine rotiert, wird in Schritt **120a** festgelegt, die Brennkraftmaschine mit Standardeinspritzung und Doppelzündung zu betreiben.

**[0040]** Schritt **120a** umfasst dieselben Verfahrensschritte wie Schritt **120**.

**[0041]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung des in Schritt **200** gestarteten Synchronisierungskoordinators. Dabei wird beispielhaft ein Synchronisierungskoordinator mit drei unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden dargestellt. Das erfindungsgemäße Verfahren beschränkt sich allerdings nicht auf Synchronisierungskoordinatoren mit drei Synchronisierungsmethoden. Ebenso ist die Verwendung von zwei, vier oder noch mehr Synchronisierungsmethoden denkbar.

**[0042]** In Schritt **210** wird überprüft, ob eine Synchronisierungsmethode A von dem Motorsteuergerät (**22**) mit der höchsten Priorität der noch nicht durchgeführten Synchronisierungsmethoden versehen wurde. Bei der Synchronisierungsmethode A kann es sich beispielsweise um eine Synchronisierungsmethode handeln, die ein Drehzahlsignal beim Start der Brennkraftmaschine auswertet. Ebenso kann es sich bei Synchronisierungsmethode A um eine Synchronisierungsmethode handeln, die ein Signal eines Saugrohrdrucksensors oder ein Signal einer Aussetzerkennungsfunktion auswertet.

**[0043]** Darüber hinaus kann es sich bei Synchronisierungsmethode A auch um jede andere Synchronisierungsmethode handeln, die dem Fachmann bekannt ist und eine Synchronisierung einer Brennkraftmaschine ohne Verwendung eines Nockenwellen- oder Phasensensors ermöglicht. Wurde die Synchronisierungsmethode A vom Motorsteuergerät (**22**) mit der höchsten Priorität der noch nicht durchgeführten Synchronisierungsmethoden versehen, wird sie in Schritt **220** anschließend durchgeführt. Handelt es sich bei Synchronisierungsmethode A nicht um die Synchronisierungsmethode mit der höchsten Priorität der noch nicht durchgeführten Synchronisierungsmethoden wird mit Schritt **310** fortgefahren.

**[0044]** In Schritt **220** wird die Synchronisierungsmethode A durchgeführt. Anschließend wird Schritt **230** ausgeführt.

**[0045]** In Schritt **230** wird die Synchronisierung der Brennkraftmaschine, beispielsweise durch das Motorsteuergerät (**22**), überprüft. Wird die Synchronisierung als ausreichend bewertet, wird der Synchronisierungskoordinator beendet. Wird die Synchronisierung als nicht ausreichend bewertet, wird Schritt **310** ausgeführt. In einem alternativen Ausführungsbeispiel können vor Beendigung des Synchronisierungskoordinators weitere Synchronisierungsmethoden durchgeführt werden um das Ergebniss der Synchronisierung anhand der Synchronisierungsmethode A zu verifizieren.

**[0046]** In Schritt **310** wird überprüft, ob eine Synchronisierungsmethode B von der Motorsteuereinheit mit der höchsten Priorität der noch nicht durchgeführten Synchronisierungsmethoden versehen wurde. Bei der Synchronisierungsmethode B kann es sich beispielsweise um eine der oben genannten Synchronisierungsmethoden handeln, sofern sie sich von der Synchronisierungsmethode A unterscheidet. Wurde die Synchronisierungsmethode B vom Motorsteuergerät (**22**) der höchsten Priorität versehen, wird sie in Schritt **320** anschließend durchgeführt. Handelt es sich bei Synchronisierungsmethode B nicht um die Synchronisierungsmethode mit der höchsten Priorität der noch nicht durchgeführten Synchronisierungsmethoden wird mit Schritt **410** fortgefahren.

**[0047]** In Schritt **320** wird die Synchronisierungsmethode B durchgeführt. Anschließend wird Schritt **330** ausgeführt.

**[0048]** In Schritt **330** wird die Synchronisierung der Brennkraftmaschine, beispielsweise durch das Motorsteuergerät (**22**), überprüft. Wird die Synchronisierung als ausreichend bewertet, wird der Synchronisierungskoordinator beendet. Wird die Synchronisierung als nicht ausreichend bewertet, wird Schritt **410** ausgeführt. In einem alternativen Ausführungsbeispiel können vor Beendigung des Synchronisierungskoordinators weitere Synchronisierungsmethoden durchgeführt werden um das Ergebniss der Synchronisierung anhand der Synchronisierungsmethode B zu verifizieren.

**[0049]** In Schritt **410** wird überprüft, ob eine Synchronisierungsmethode C von der Motorsteuereinheit mit der höchsten Priorität der noch nicht durchgeführten Synchronisierungsmethoden versehen wurde. Bei der Synchronisierungsmethode C kann es sich beispielsweise um eine der oben genannten Synchronisierungsmethoden handeln, sofern sie sich von den Synchronisierungsmethoden A und B unterscheidet. Wurde die Synchronisierungsmethode C vom Motorsteuergerät (**22**) mit der höchsten Priorität

der noch nicht durchgeführten Synchronisierungsmethoden versehen, wird sie in Schritt **420** anschließend durchgeführt.

**[0050]** In Schritt **420** wird die Synchronisierungsmethode C durchgeführt. Anschließend wird Schritt **430** ausgeführt.

**[0051]** In Schritt **430** wird die Synchronisierung der Brennkraftmaschine, beispielsweise durch das Motorsteuergerät (**22**), überprüft. Wird die Synchronisierung als ausreichend bewertet, wird der Synchronisierungsordinator in Schritt **240** beendet. Wird die Synchronisierung als nicht erfolgreich bewertet, wird Schritt **100b** ausgeführt, sodass sich ein iteratives Verfahren ergibt. In einem alternativen Ausführungsbeispiel wird auf die Ausführung von Schritt **100b** verzichtet und der Synchronisierungsordinator stattdessen in Schritt **240** beendet. In einem weiteren Ausführungsbeispiel werden die zuvor gespeicherten Ergebnisse der Synchronisierung nach den Methoden A, B und C, beispielsweise durch Vergleich untereinander, evaluiert und das Resultat dieser Evaluation für eine zukünftige Bewertung der Reihenfolge der Synchronisierungsmethoden herangezogen, beispielsweise indem die Zuordnung der Reihenfolge der Synchronisierungsmethoden zu den Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine abgeändert wird.

**[0052]** Schritt **100b** umfasst dieselben Verfahrensschritte wie Schritt **100**.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Synchronisieren einer Brennkraftmaschine, bei dem unterschiedliche Synchronisierungsmethoden zur Verfügung stehen, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Reihenfolge der Anwendung der unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine abhängt, wobei die Reihenfolge der Anwendung der Synchronisierungsmethoden von einer Steuereinheit festgelegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass diejenige Synchronisierungsmethode, die von der Steuereinheit als die aussichtsreichste Synchronisierungsmethode bewertet wird, zuerst zur Synchronisierung der Brennkraftmaschine angewendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass weitere Synchronisierungsmethoden angewendet werden, um das Ergebniss der Synchronisierung der Brennkraftmaschine, das anhand der aussichtsreichsten Synchronisierungsmethode ermittelt wurde, zu verifizieren.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei den unterschiedlichen Synchronisierungsmethoden um Synchronisierungsmethoden handelt, die

- ein Drehzahlsignal beim Start der Brennkraftmaschine auswerten und/oder
- ein Signal eines Drucksensors auswerten und/oder
- ein Signal einer Aussetzerkennungsfunktion auswerten.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine Drehzahlen und/oder gespeicherte Abstellpositionen der Brennkraftmaschine und/oder Drücke und/oder Temperaturen und/oder Batteriespannungen und/oder Zählerstände umfassen.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit nach Anwendung einer Synchronisierungsmethode das Ergebniss der Synchronisierung erfasst und die Synchronisierungsmethode evaluiert.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zurückliegende Bewertung einer Synchronisierungsmethode Einfluss auf eine zukünftige Synchronisierung hat.

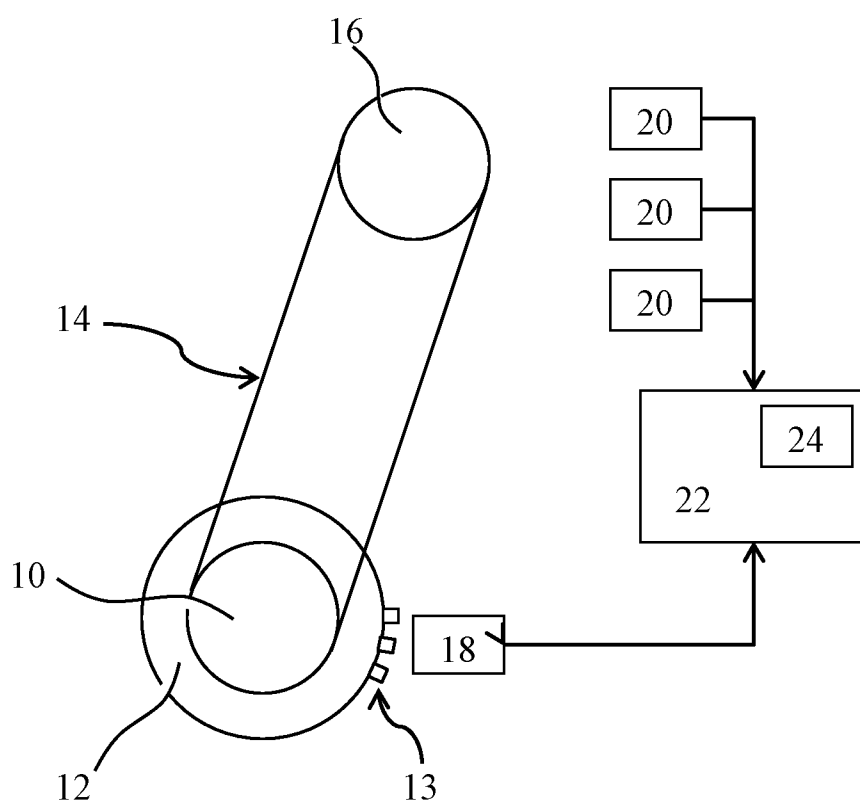
8. Computerprogramm, das dazu ausgebildet ist, jeden Schritt eines Verfahrens nach einem der vorangegangenen Ansprüche auszuführen.

9. Elektronisches Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 8 gespeichert ist.

10. Elektronische Steuereinheit, die das elektronische Speichermedium nach Anspruch 9 umfasst.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

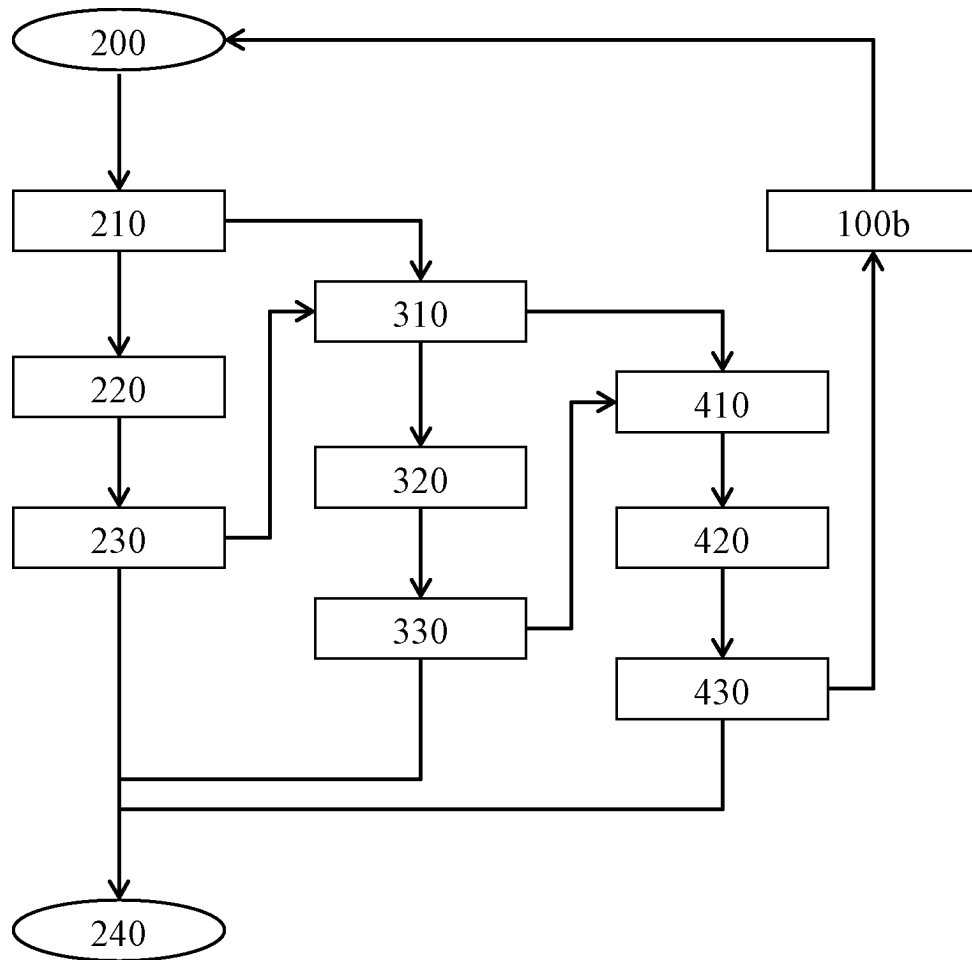
Anhängende Zeichnungen



**Fig. 1**







**Fig. 3**