



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 44 18 578 B4** 2004.05.27

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **P 44 18 578.2**
(22) Anmeldetag: **27.05.1994**
(43) Offenlegungstag: **30.11.1995**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.05.2004**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/00**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

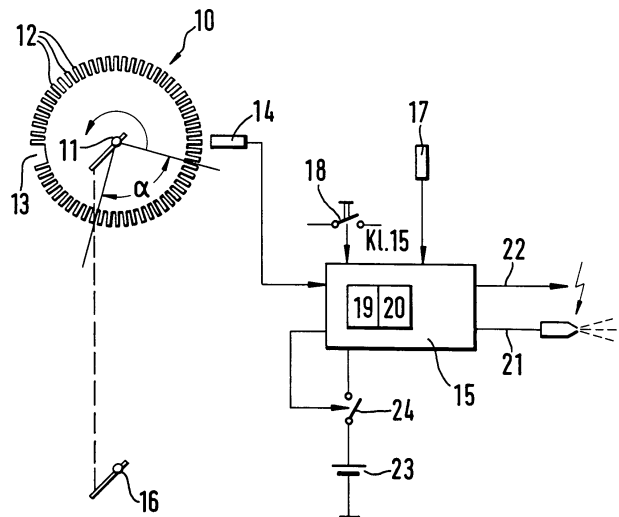
(71) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Denz, Helmut, Dipl.-Ing., 70176 Stuttgart, DE;
Walter, Klaus, Dipl.-Ing., 74321
Bietigheim-Bissingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 42 30 616 A1
DE 40 40 828 A1

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zur Erkennung der Phasenlage bei einer Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine, mit einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle, deren Winkelstellung mittels eines Sensors laufend ermittelt wird, mit einer Auswerteeinrichtung, die die Ausgangssignale des Sensors auswertet, zur Bestimmung der Winkelstellung und zur Ermittlung der Drehzahl, wobei die Auswerteeinrichtung abhängig von der Winkeleinstellung Einspritz- und/oder Zündimpulse auslöst, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung zur Erkennung der Phasenlage der Brennkraftmaschine einen Vergleich von Segmentzeiten durchführt, innerhalb derer sich die Kurbelwelle um einen vorgebbaren Winkel dreht, wobei die auf die Kurbelwellenstellung bezogenen Winkel, bei denen Einspritzungen erfolgen, bei vorgebbaren Bedingungen der Brennkraftmaschine so gewählt werden, dass Drehzahländerungen auftreten, die eine eindeutige Erkennung der Phasenlage ermöglichen, wobei die Auswerteeinrichtung die Winkelabstände zwischen den sequentiellen Einspritzungen und der erkannten Drehzahlerhöhung auswertet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Erkennung der Phasenlage bei einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Stand der Technik

[0002] Bei einer Brennkraftmaschine, insbesondere bei einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine mit einer Kurbel- und einer Nockenwelle wird vom Steuergerät in Abhängigkeit von der erkannten Lage der Kurbel- bzw. Nockenwelle berechnet, wann und in welchen Zylinder Kraftstoff eingespritzt werden soll, und zu welchem Zeitpunkt die Zündung ausgelöst werden muss. Dabei ist es üblich, die Winkellage der Kurbelwelle mit Hilfe eines Sensors zu ermitteln, der die Kurbelwelle, bzw. eine mit dieser verbundene Scheibe mit einer charakteristischen Oberfläche abtastet. Ausgehend von der erhaltenen Impulsfolge kann das Steuergerät die Winkelzuordnungen erkennen.

[0003] Da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspieles zweimal dreht, lässt sich jedoch allein durch Abtasten der Kurbelwelle die Phasenlage der Brennkraftmaschine nicht eindeutig bestimmen. Damit dies möglich ist, wird üblicherweise mit Hilfe eines zweiten Sensors eine mit der Nockenwelle in Verbindung stehende Geberscheibe, die an ihrer Oberfläche eine Bezugsmarke aufweist, abgetastet. Da sich die Nockenwelle nur einmal während eines Arbeitsspieles dreht, kann das Steuergerät aus dem vom Nockenwellensensor gelieferten Signal mit einem einzigen Impuls pro Arbeitsspiel die Phasenlage der Brennkraftmaschine erkennen und eine Synchronisation durchführen. Ein solches System wird beispielsweise in der DE 42 30 616 A1 beschrieben. Aus der DE 40 40 828 A1 ist bereits ein Verfahren bekannt bei dem in einem Probebetrieb nur einer von zwei möglichen Zylinder mit Kraftstoff versorgt und die sich dadurch ergebende Drehzahländerung ausgewertet wird.

Aufgabenstellung

[0004] Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Erkennung der Phasenlage bei einer Brennkraftmaschine hat die Aufgabe, dass kein eigener Phasensensor, also kein Sensor, der eine mit der Nockenwelle rotierende Scheibe abtastet, benötigt wird, sondern lediglich ein Sensor, der die Stellung der Kurbelwelle ermittelt.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Dabei wird unter bestimmten Bedingungen eine Überprüfung der Phasenlage durchgeführt, wobei diese Bedingungen vorteilhafterweise das Wiedereinsetzen der sequentiellen Kraftstoffeinspritzung nach einer Schubabschaltung sind. Im einzelnen wird dabei über einen Segmentzeitvergleich ermittelt, ob die Drehzahlerhöhungen einzel-

ner eingespritzter Zylinder in der erwarteten Winkel- lage auftreten. Daraus wird auf die richtige oder die falsche Phasenlage geschlossen. Unter Segmentzeit ist eine Zeit zu verstehen, die verstreicht, während sich die Kurbelwelle um einen Winkel dreht, der allgemein als Segment bezeichnet wird.

[0006] Durch eine vorteilhafte Einspritz- und Ausblendfolge kann nach der Schubabschaltung ein Wiedereinsetzen der sequentiellen Kraftstoffeinspritzung und eine sanfte Aufsteuerung auf das volle Drehmoment erzielt werden. Ein sicherer Segmentzeitvergleich und eine Mehrfachabsicherung der Phasenlage während eines Wiedereinsetzvorganges ist in vorteilhafter Weise gewährleistet.

[0007] Die erfindungsgemäße Einrichtung kann in vorteilhafter Weise bei einem System mit Auslauferkennung eingesetzt werden. Es wird dann im Start die sequentielle Kraftstoffeinspritzung entsprechend der abgespeicherten Auslaufposition sofort durchgeführt und die Zündung nach erfolgreicher Kurbelwellen-Synchronisation, also nach erfolgreicher Phasenerkennung, begonnen.

[0008] Die erfindungsgemäße Einrichtung kann jedoch auch bei anderen herkömmlichen Systemen verwendet werden, bei denen der Phasensensor eingespart werden soll oder kann dann eingesetzt werden, wenn ein vorhandener Phasensensor ausfällt.

[0009] Die erfindungsgemäße Einrichtung kann auch bei einem herkömmlichen System ohne Auslauferkennung eingesetzt werden, wenn im Start Simultaneinspritzungen erfolgen, die unabhängig von der richtigen Phasenlage zu einem Start der Brennkraftmaschine führen.

[0010] Weiter Vorteile der Erfindung sind durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen zu erzielen.

Ausführungsbeispiel

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. In **Fig. 1** sind die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Bestandteile des Steuerungssystems einer Brennkraftmaschine schematisch dargestellt und in **Fig. 2** werden die Zusammenhänge zwischen Einlassventilöffnung, Einspritzimpulsen und Zündungen in Abhängigkeit vom Kurbelwellenwinkel angegeben.

Beschreibung

[0012] In **Fig. 1** sind die zur Erläuterung der Erfindung erforderlichen Komponenten des Steuerungssystems einer Brennkraftmaschine schematisch dargestellt. Dabei ist mit **10** eine Geberscheibe bezeichnet, die starr mit der Kurbelwelle **11** der Brennkraftmaschine verbunden ist und an ihrem Umfang eine Vielzahl gleichartiger Winkelmarken **12** aufweist. Neben diesen gleichartigen Winkelmarken **12** ist eine Referenzmarke **13** vorhanden, die beispielsweise

durch zwei fehlende Winkelmarken realisiert ist.

[0013] Eine Anzahl von Winkelmarken **12** bildet jeweils ein Segment. Die Größe eines Segments bzw. der Winkelbereich δ , über den sich ein Segment erstreckt, hängt von der Zahl n der Zylinder ab.

[0014] Die Geberscheibe **10** wird vom Aufnehmer **14**, beispielsweise einem induktiven Aufnehmer oder einem Hall-Sensor, abgetastet, die beim Vorbeilaufen der Winkelmarken im Aufnehmer erzeugten Signale werden im Steuergerät **15** in geeigneter Weise aufbereitet.

[0015] Ein bei herkömmlichen Brennkraftmaschinen vorhandener Phasensensor, der die Nockenwelle **16** bzw. eine mit der Nockenwelle **16** verbundene Scheibe mit einer Markierung abtastet, wird hier nicht benötigt. Die Information bezüglich der Phasenlage, die aus dem Ausgangssignal eines solchen Sensors üblicherweise gewonnen wird, wird hier mit Hilfe der Überprüfung der Phasenlage durch gestuftes sequentielle Kraftstoffeinspritz-Wiedereinsetzen erhalten.

[0016] Das Steuergerät **15** erhält über verschiedene Eingänge weitere, für die Steuerung bzw. Regelung der Brennkraftmaschine erforderliche Eingangsgrößen, die von verschiedenen Sensoren gemessen werden. In **Fig. 1** sind diese Sensoren mit **17** bezeichnet. Über einen weiteren Eingang wird ein "Zündung ein"-Signal zugeführt, das beim Schließen des Zündschalters **18** von der Klemme Kl. **15** des Zündschlosses geliefert wird und dem Steuergerät die Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine anzeigt.

[0017] Das Steuergerät **15** selbst umfasst wenigstens eine zentrale Prozessoreinheit **20** sowie Speicher **19**. Im Steuergerät **15** werden Signale für die Einspritzung und Zündung für nicht näher bezeichnete entsprechende Komponenten der Brennkraftmaschine ermittelt. Diese Signale werden über die Ausgänge **21** und **22** des Steuergerätes **15** abgegeben.

[0018] Die Spannungsversorgung des Steuergerätes **15** erfolgt in üblicher Weise mit Hilfe einer Batterie **23**, die über einen Schalter **24** während des Betriebes der Brennkraftmaschine sowie während einer vom Steuergerät selbst gesteuerten Nachlaufphase nach Abstellen des Motors mit dem Steuergerät **15** in Verbindung steht. Die Nachlaufphase kann auch mit anderen Mitteln, beispielsweise mittels im Steuergerät vorhandener Spannungsspeicher realisiert werden. In der Nachlaufphase werden die nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine nach ermittelten Informationen abgespeichert, sie stehen dann beim Wiedereinschalten der Brennkraftmaschine dem Steuergerät sofort zur Verfügung. Diese Informationen umfassen insbesondere auch die letzten Winkelstellungen der Kurbel- bzw. Nockenwelle sowie Informationen hinsichtlich der letzten Phasenlage.

[0019] Mit der in **Fig. 1** beschriebenen Einrichtung kann die Stellung der Kurbelwelle **11** während des Betriebes der Brennkraftmaschine jederzeit erfasst werden. Da die Zuordnung zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle ebenso bekannt ist wie die Zuordnung zwischen der Stellung der Nockenwelle und der Lage

der einzelnen Zylinder, kann nach dem Erkennen der Bezugsmarke eine Synchronisation erfolgen, jedoch nur dann, wenn ein für die Phasenlage charakteristisches Signal vorhanden ist.

[0020] Bei einem System, das ohne Phasensensor auskommen soll, das heißt also ohne Sensor, der die Stellung der Nockenwelle ermittelt, besteht das Problem, dass das vom Kurbelwellensensor gelieferte Bezugsmarkensignal mehrdeutig ist, da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspieles zweimal dreht, während sich die Nockenwelle nur einmal dreht. Es wird deshalb zur Erkennung der Phasenlage vom Steuergerät bei bestimmten Betriebsbedingungen, insbesondere nach einer erkannten Schubabschaltung beim Wiedereinsetzen der sequentiellen Kraftstoffeinspritzung diese so beeinflusst, dass sie unter bestimmten Umständen zu Drehzahländerungen führt, die vom Steuergerät erkannt werden können und zur Phasensynchronisation herangezogen werden. Die genaue Vorgehensweise bei dieser Phasensynchronisation bzw. bei der Überprüfung, ob die angenommene Phase richtig ist, soll nun anhand der in **Fig. 2** dargestellten Zusammenhänge verdeutlicht werden.

[0021] In **Fig. 2** sind die für die Zündung und Einspritzung wesentlichen Größen über dem Kurbelwellenwinkel α KW in Grad KW aufgetragen. Dabei sind in **2a** die Verläufe der Einlassventilöffnungen und Zündungen bei einer Vierzylinderbrennkraftmaschine dargestellt. Die dargestellte Folge der Zylinder entspricht nicht der mechanischen Anordnung der Zylinder sondern der Reihenfolge der Zündungen. **Fig. 2b** zeigt die Zusammenhänge bei einer Wiedereinsetzung bei richtig angenommener Phasenlage und **Fig. 2c** denselben Sachverhalt bei einem Wiedereinsetzen bei falscher Phasenlage und anschließender Neusynchronisation.

[0022] Im einzelnen bedeuten in **Fig. 2**:

LWOT1 ist der Punkt, zu dem sich der Zylinder **1** im sogenannten Ladungswechsel-Oberen-Totpunkt befindet. ZOT1 bezeichnet den oberen Totpunkt des Zylinders, bei dem gezündet wird. Dass eine Zündung ausgelöst wird, wird durch die Pfeile **25** in **Fig. 2** symbolisiert. Der Bereich **26** bezeichnet jeweils einen Bereich, in dem ein Einlassventil geöffnet ist und mit **27** sind die Einspritzimpulse bezeichnet. Gestrichelt sind Bereiche **27a**, an denen Einspritzimpulse nicht ausgelöst werden. Jeweils nach einem Winkel von 720 Grad KW, also nach einem Arbeitsspiel ist eine vertikale Linie eingetragen. EE und ES sind Abkürzungen für erste Einspritzung und erste Synchronisation. EE-vES bedeutet erste Einspritzung vor erster Synchronisation. Mit **1. Zykl.**, **2. Zykl.** usw. ist der erste, zweite usw. Zyklus bezeichnet.

[0023] Mit der in **Fig. 1** dargestellten Vorrichtung sowie den in **Fig. 2** angegebenen Zusammenhängen kann das im folgenden beschriebene Verfahren durchgeführt werden.

[0024] In einem System mit Auslauferkennung, bei dem also nach dem Abschalten der Brennkraftma-

schine die letzten Winkelstellungen der Kurbel- bzw. Nockenwelle sowie die Phasenlage im Steuergerät **15** abgespeichert werden, wird im Start die sequentielle Kraftstoffeinspritzung entsprechend der gespeicherten Auslaufposition sofort begonnen. Die ersten Zündungen werden nach einer erfolgreichen Kurbelwellensynchronisation eingeleitet.

[0025] Ist in seltenen Fällen die Auslaufposition falsch, erfolgt der Start der Brennkraftmaschine mit um 360 Grad KW verschobener Phasenlage der Einspritzung; dies führt zu keinen nennenswerten Einschränkungen des Start- und Nachstartverhaltens. Dies gilt für alle Systeme, die mit rotierender oder ruhender Hochspannungsverteilung mit Doppelfunkenspulen arbeiten, die ohne Zylindererkennung auskommen. Bei ruhender Hochspannungsverteilung mit Einzelfunkenspulen müsste bis zur erstmöglichen Phasenüberprüfung mit Doppelzündung gearbeitet werden, so dass bei jedem oberen Totpunkt (ZOT, LWOT) eine Zündung ausgelöst wird. Es ist auch möglich, im Start Simultaneinspritzungen durchzuführen, die unabhängig sind von der richtigen Phasenlage.

[0026] Bei der nun beschriebenen Überprüfung der Phasenlage durch gestuftes sequentielles Kraftstoffeinspritz-Wiedereinsetzen (SEFI-Wiedereinsetzen) ist es möglich, ohne jede Einbuße an Motorlauf- bzw. Fahrverhalten eine Phasenüberprüfung zu erhalten. Es muss für die Einspritzung berücksichtigt werden, dass eine Einspritzfolge gewählt wird, die sicherstellt, dass in einem Motorzyklus nur in einem der beiden Zylinder eingespritzt wird. Die folgende Verbrennung des Kraftstoffs muss im gleichen Kurbelwellen-Segment der Segmentlänge α erfolgen. In **Fig. 2a** ist eine solche Folge für eine Vierzylinderbrennkraftmaschine dargestellt. Die Zahlen entsprechend vereinfachend nicht der Zündfolge sondern der chronologischen Reihenfolge.

[0027] Das gestufte SEFI-Wiedereinsetzen erfolgt, nachdem vom Steuergerät **15** erkannt wurde, dass eine Schubphase beendet ist. Die Schubabschaltung erfolgt bei den heute eingesetzten Systemen allgemein bei geringer Last und wird vom Steuergerät **15** eingeleitet und beendet. Die Einspritzfolge beginnt also beim Beispiel nach **Fig. 2a** ab erkannter Wiedereinsetz-Bedingung mit Zylinder **1**. Die Folge lautet dann: 1-4-2-3-4-1-2-3-4 Andere Folgen, auch für beliebige Zylinderzahlen sind denkbar. Sie sollten so gewählt sein, dass sie gleichzeitig einen möglichst sanften Momentenaufbau gewährleisten, so dass nach dem Wiedereinsetzen der Einspritzungen ein optimaler Übergang erfolgt.

[0028] In **Fig. 2b** sind die Zusammenhänge bei der Wiedereinsetzung der Kraftstoffeinspritzung bei angenommener richtiger Phasenlage dargestellt. Die Bereiche mit erkannter Schubabschaltung sind mit S und der Bereich, in dem Wiedereinsetzen der Einspritzung vorliegt, ist mit W bezeichnet. Diese Zusammenhänge gelten also, wenn die nach der Auslauferkennung abgespeicherten Phasenlage sich

nicht verändert hat. In **Fig. 2c** sind die Zusammenhänge dargestellt, wenn ausgehend von der Auslauferkennung mit einer falschen Phasenlage begonnen wird. Es ist dann eine anschließende Synchronisation erforderlich. Nach der Synchronisation ist die richtige Phasenlage erkannt und die sequentiellen Kraftstoffeinspritzungen erfolgen in optimaler Weise.

[0029] Die Erkennung, ob die Einspritzung in richtiger oder falscher Phasenlage erfolgt, wird durch einen Vergleich der zylinderspezifischen Segmentzeiten erzielt. Es wird dabei vom Steuergerät **15** überwacht, wann die sich einstellenden Drehzahlüberhöhungen auftreten.

[0030] Als zylinderspezifische Segmentzeiten t_{α} werden die Zeiten bezeichnet, die ablaufen, während sich die Kurbelwelle um einen Kurbelwellenwinkel α , der einem Segment entspricht, dreht. Im Steuergerät **15** werden diese Zeiten laufend ermittelt und miteinander verglichen.

[0031] Eine erste Art der Phasenprüfung kann wie in **Fig. 2** dargestellt, durch Auswertung der Verschiebung der Drehzahlerhöhung zur erfolgten Einspritzung, in Verbindung mit großer Vorlagerung der Einspritzung erfolgen. Dabei ist unter Vorlagerung ein Winkel zu verstehen, um den die Einspritzung verschoben ist. Liegen die Drehzahlerhöhungen wie in **Fig. 2b** bei der gewählten Vorlagerung erst im Segment 720 Grad KW nach den Einspritzungen, ist die Phasenlage korrekt. Erfolgen sie jedoch wie in **Fig. 2c** schon im Segment 360 Grad KW nach den Einspritzungen, ist die Phasenlage falsch.

[0032] Eine weitere Art der Phasenprüfung, die alternativ oder zusätzlich erfolgen kann, beruht darauf, dass eine Drehzahlerhöhung eines eingespritzten Zylinders immer nach dessen Zünd-OT liegen muss. Somit kann beispielsweise beim Beispiel nach **Fig. 2c** rückwirkend festgestellt werden, dass die erste Drehzahlerhöhung, die aus den ersten Einspritzungen des Einspritzventiles EV1 resultiert, nach dem Zünd-Oberen Totpunkt **1** liegen muss und nicht dem für die Vorlagerungsberechnung verwendeten Zünd-Oberen Totpunkt **1** (falsch) entspricht. Diese Art der Phasenprüfung kann bei beliebiger Vorlagerung erfolgen.

[0033] Durch den Vergleich mehrerer Segmentzeiten von gefeuertem (eingespritztem) und nicht gefeuertem Betrieb kann eine gute Absicherung erfolgen. Ein Drehzahlabfall, insbesondere bei ausgekuppelter Brennkraftmaschine kann durch die Bildung des mittleren Segmentzeitverlaufs über den gesamten Wiedereinsetz-Verlauf und darauf bezogenem Unterschied der einzelnen Segmentzeiten berücksichtigt werden.

[0034] Nach festgestellter falscher Phasenlage kann vom Steuergerät eine neue Synchronisation vorgenommen werden und die Phase um 360 Grad KW verschoben werden. Hier sind verschiedene Verläufe der sequentiellen Kraftstoffeinspritzung denkbar. Bei dem in **Fig. 2c** dargestellten Beispiel wird nach Ablauf des zweiten Brennkraftmaschinenzyklus

ab Wiedereinsetzbeginn die Synchronisation durchgeführt. Es werden dabei alle Einspritzungen parallel abgesetzt, die bei richtiger Phasenlage schon früher erfolgt wären. Anschließend erfolgen die Einspritzungen in korrekten Kurbelwellenwinkelstellungen.

[0035] Um eine Störung der Segmentzeiten durch Kraftstoff-Füllungsänderungen der Zylinder zu minimieren, kann die Phasenprüfung auf Wiedereinsetzvorgänge beschränkt werden, die durch Unterschreiten der Wiedereinsetz-Drehzahl oder zusätzlich durch langsame Drosselklappenänderungen, also weiches Wiedereinsetzen, ausgelöst werden. Im letzteren Fall ist zusätzlich eine Beschränkung auf den Drehzahlbereich nötig, in dem noch ausreichende Momenten- und somit Segmentzeitänderungen auftreten.

[0036] Die beschriebene Zylindererkennung mit gestuftem SEFI-Wiedereinsetzen kann bei einem System ohne Nockenwellengeber mit Auslauferkennung eingesetzt werden. Es ist jedoch auch möglich, dass eine solche Zylindererkennung zusätzlich durchgeführt wird, wobei bei herkömmlichen Systemen mit Phasensensor die Phasenerkennung ausgehend vom Signal des Phasensensors erfolgt, und die Phasenerkennung mit Hilfe der Wiedereinsetzung lediglich zur Überprüfung der erkannten Phasenlage durchgeführt wird. Es kann dann bei einem Ausfall des Phasensensors während des Betriebs sofort ein Notlauf aktiviert werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine, mit einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle, deren Winkelstellung mittels eines Sensors laufend ermittelt wird, mit einer Auswerteeinrichtung, die die Ausgangssignale des Sensors auswertet, zur Bestimmung der Winkelstellung und zur Ermittlung der Drehzahl, wobei die Auswerteeinrichtung abhängig von der Winkeleinstellung Einspritz- und/oder Zündimpulse auslöst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteeinrichtung zur Erkennung der Phasenlage der Brennkraftmaschine einen Vergleich von Segmentzeiten durchführt, innerhalb derer sich die Kurbelwelle um einen vorgebbaren Winkel dreht, wobei die auf die Kurbelwellenstellung bezogenen Winkel, bei denen Einspritzungen erfolgen, bei vorgebbaren Bedingungen der Brennkraftmaschine so gewählt werden, dass Drehzahländerungen auftreten, die eine eindeutige Erkennung der Phasenlage ermöglichen, wobei die Auswerteeinrichtung die Winkelabstände zwischen den sequentiellen Einspritzungen und der erkannten Drehzahlerhöhung auswertet.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung die Erkennung der Phasenlage nach Beendigung einer Schubphase durchführt und die sequentielle Kraftstoffeinspritzung durch gestuftes Wiedereinsetzen durchführt.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung die Phasenerkennung ausgehend von einer Auslauferkennung durchführt, bei der die letzte Stellung der Kurbel- und/oder Nockenwelle sowie die Phasenlage in der Auswerteeinrichtung abgespeichert und beim Neustart als richtig angenommen werden und bei erkannter falscher Phasenlage eine Neusynchronisation erfolgt.

4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung das Steuergerät der Brennkraftmaschine ist, in dem die erforderlichen Berechnungen ablaufen, und in dem die im Auslauf ermittelten Messwerte abgespeichert sind.

5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung mehrere Segmentzeiten, in denen eine Verbrennung aufgetreten ist und solche, in denen keine Verbrennung aufgetreten ist, miteinander vergleicht und abhängig vom Vergleichsergebnis eine Phasenerkennung durchführt.

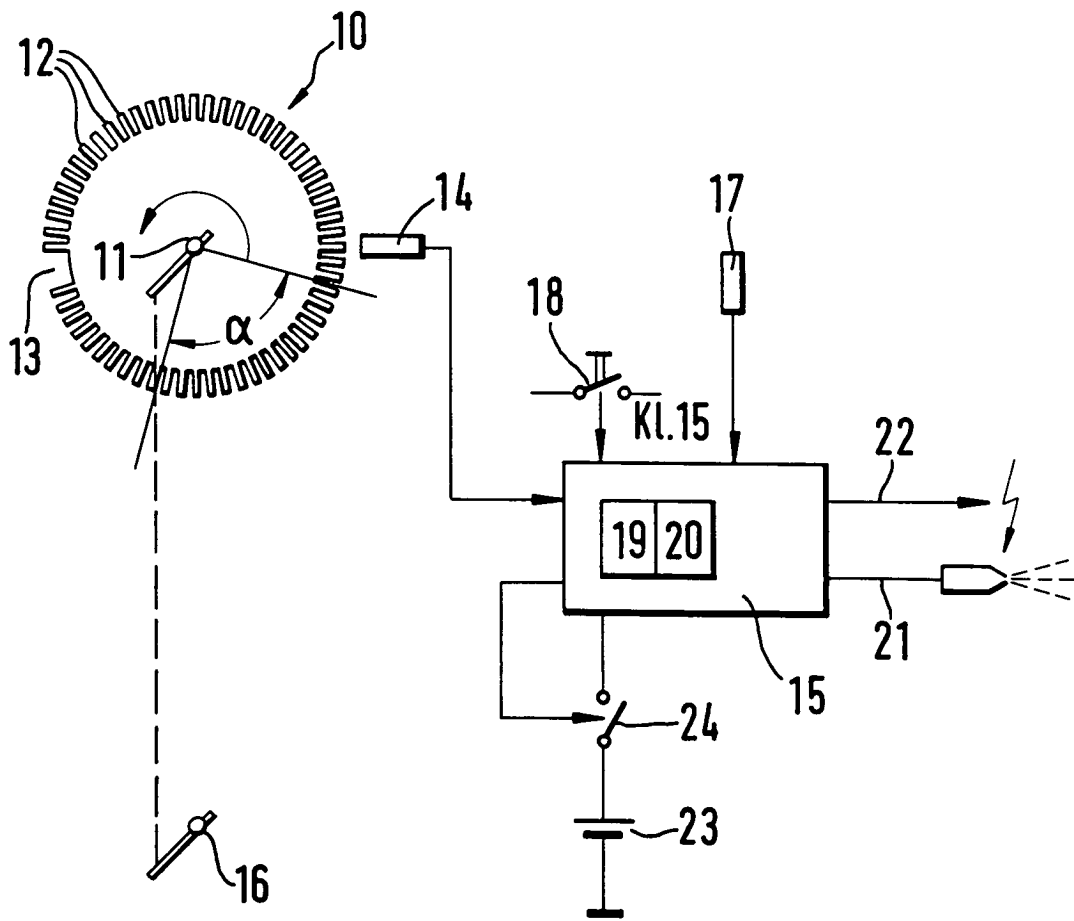
6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung zur Phasenerkennung einen Vergleich einzelner Segmentzeiten mit einer mittleren Segmentzeit durchführt.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung die Phasenerkennung nur unter bestimmten Bedingungen durchführt, insbesondere in einem vorgebbaren Drehzahlbereich und bei langsamen Drosselklappenänderungen.

8. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung die Phasenerkennung durchführt, wenn ein vorhandener Phasengeber ausgefallen ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



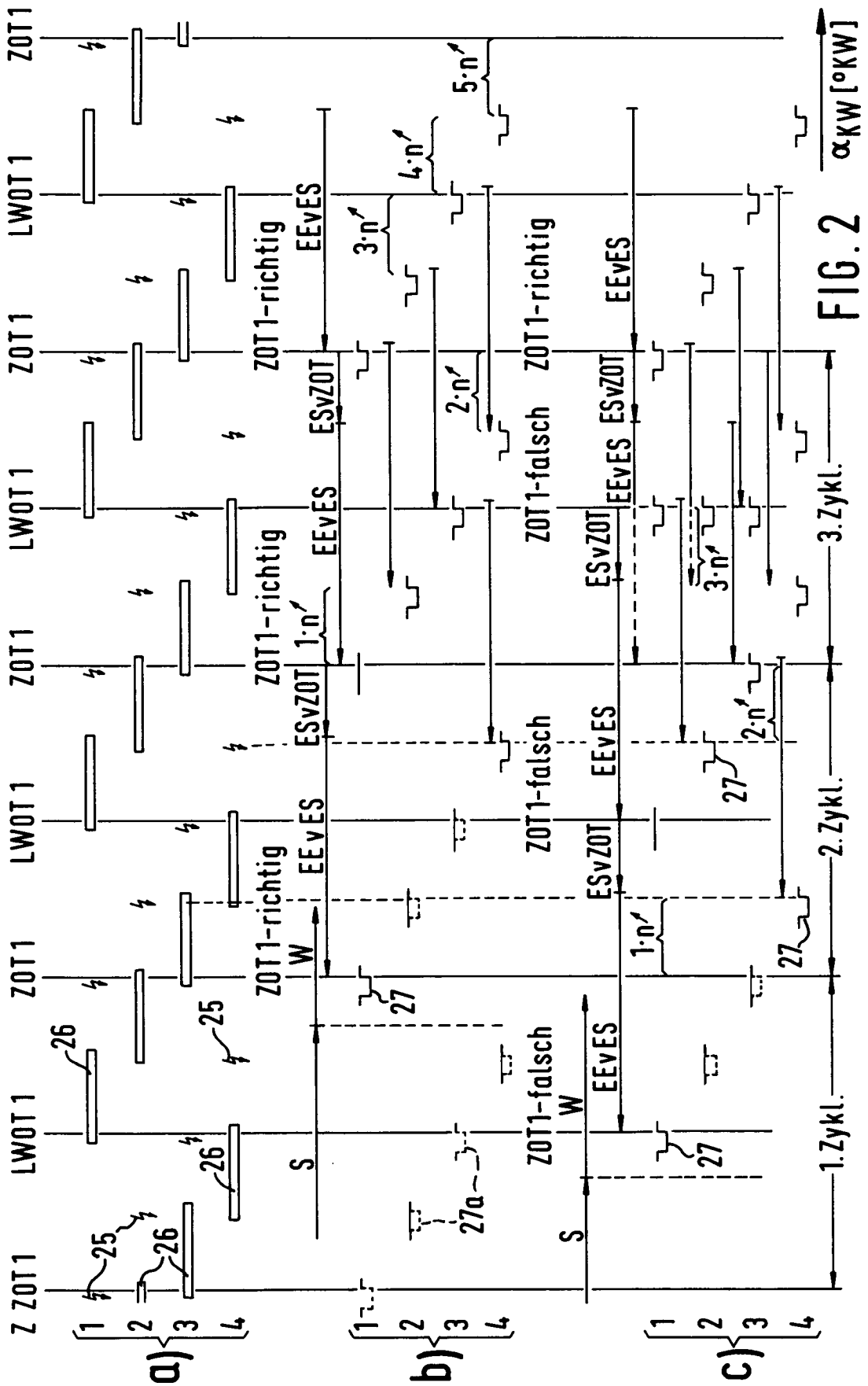


FIG. 2 \propto KW [°KW]