

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 315 897 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.11.2004 Patentblatt 2004/48

(51) Int Cl.7: **F02D 41/34**, F02D 41/22,
F02D 41/06

(21) Anmeldenummer: **01982101.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2001/003355

(22) Anmeldetag: **03.09.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/023031 (21.03.2002 Gazette 2002/12)

(54) **VERFAHREN ZUR FESTLEGUNG DES EINSPRITZZEITPUNKTES BEI EINER EINSPRITZANLAGE FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE**

METHOD FOR DETERMINING THE INJECTION TIME OF THE INJECTION SYSTEM OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCEDE POUR FIXER LE POINT D'INJECTION DANS LE SYSTEME D'INJECTION D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **05.09.2000 DE 10043756**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.06.2003 Patentblatt 2003/23

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **FRIEDRICH, Arno**
93047 Regensburg (DE)
- **LINGENER, Uwe**
39114 Pechau (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 581 151	EP-A- 0 942 163
DE-A- 4 229 773	DE-A- 4 418 578
DE-A- 4 418 579	US-A- 5 699 771

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 315 897 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Festlegung des Einspritzzeitpunktes bei einer Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine Synchronisation der Einspritzung mit der Phasenlage der Kurbelwelle -gemäß Anspruch 1, erster Teil- ist aus der **EP-A- 942 163** (Abstract, Sp. 4,5) bekannt, wo zur Synchronisation die Reaktion der Drehzahl der Viertakt - Brennkraftmaschine auf eine Einspritzung nahe dem vermuten OT - Punkt ausgewertet wird, falls das Nockenwellensignal ausgefallen ist.

[0003] Der Stand der Technik nach der **US-A-5 699 771** (Sp.5) offenbart, daß ein Defekt eines Kurbelwellensensors durch Ausbleiben von seinen Signalen festgestellt wird, bzw. daß der Fehler eines Kurbelwellensignals festgestellt wird durch Drehzahlvergleich mit der Drehzahl abgeleitet aus einem Nockenwellensignal.

[0004] Bei Brennkraftmaschinen mit einer Einspritzanlage erfolgt die Festlegung des Einspritzzeitpunktes herkömmlicherweise in Abhängigkeit von der Winkelstellung der Kurbelwelle. Bei einem Viertaktmotor erfolgen die Einspritzvorgänge für einen bestimmten Brennraum jedoch nicht bei jeder Umdrehung, so dass zur Festlegung des Einspritzzeitpunktes zusätzlich die Phasenlage der Kurbelwelle bekannt sein muss. Herkömmlicherweise wird deshalb während des Startvorgangs der Brennkraftmaschine auch die Winkelstellung der Nockenwelle erfasst, um daraus die Phasenlage der Kurbelwelle abzuleiten.

[0005] Nachteilig hieran ist jedoch die Tatsache, dass beim Ausfall oder einer Fehlfunktion des Nockenwellensensors kein Betrieb der Brennkraftmaschine möglich ist.

[0006] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Festlegung des Einspritzzeitpunktes bei einer Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, das einen Betrieb der Brennkraftmaschine auch bei einem Ausfall oder einer Fehlfunktion des Nockenwellensensors ermöglicht.

[0007] Die Aufgabe wird, ausgehend von dem eingangs beschriebenen bekannten Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, die Synchronisation des anhand des Kurbelwellensignals bestimmten Einspritzzeitpunktes unabhängig von dem Nockenwellensignal durchzuführen. Die Phasenlage der Kurbelwelle wird deshalb im Rahmen der Erfindung vorzugsweise in Abhängigkeit von dem Kurbelwellensignal ermittelt, wie noch eingehend erläutert wird.

[0009] In der bevorzugten Ausführungsform wird zusätzlich die Winkelstellung der Nockenwelle erfasst, wobei das Nockenwellensignal auf Korrektheit überprüft wird. Bei einem korrekten Nockenwellensignal erfolgt die Synchronisation des in Abhängigkeit von der Win-

kelstellung der Kurbelwelle ermittelten Einspritzzeitpunktes dann in herkömmlicher Weise in Abhängigkeit von dem Nockenwellensignal, wohingegen die Synchronisation des Einspritzzeitpunktes bei einem fehlerhaften oder ausgefallenen Nockenwellensignal nicht in Abhängigkeit von dem Nockenwellensignal erfolgt.

[0010] In der Erfindung wird das Nockenwellensignal dadurch überprüft, dass aus dem Nockenwellensignal ein erster Drehzahlwert und aus dem Kurbelwellensignal ein zweiter Drehzahlwert ermittelt wird, wobei die beiden Drehzahlwerte bei einer korrekten Funktion des Drehzahlsensors und des Nockenwellensensors übereinstimmen müssen. Bei einer Abweichung zwischen den beiden Drehzahlwerten wird deshalb angenommen, dass das Nockenwellensignal fehlerhaft ist.

[0011] Die Synchronisation des in Abhängigkeit von dem Kurbelwellensignal ermittelten Einspritzzeitpunktes erfolgt vorzugsweise im Rahmen mehrerer aufeinander folgender Synchronisationsversuche. Hierzu wird zunächst ein Testwert für die Phasenlage der Kurbelwelle vorgegeben, der zur Synchronisation des Einspritzzeitpunktes verwendet wird. Anschließend wird dann die Drehzahl der Brennkraftmaschine gemessen, um überprüfen zu können, ob die Synchronisation mit dem Testwert erfolgreich war. Bei einem Anstieg der Drehzahl nach einem Synchronisationsversuch wird angenommen, dass der Testwert die Phasenlage der Kurbelwelle korrekt wiedergibt, so dass mit dem normalen Einspritzbetrieb fortgefahren werden kann. Falls der Synchronisationsversuch mit dem Testwert dagegen nicht zu einem Drehzahlanstieg führt, so wird der Testwert geändert und ein erneuter Synchronisationsversuch in der vorstehend beschriebenen Weise unternommen, bis ein Synchronisationsversuch erfolgreich ist oder ein Abbruch erfolgt.

[0012] Der Testwert wird nach jedem Synchronisationsversuch vorzugsweise um einen vorgegebenen Winkelversatz geändert, wobei der Winkelversatz vorzugsweise in Abhängigkeit von der Zylinderzahl der Brennkraftmaschine und dem Kurbelwellenwinkel wie folgt berechnet wird:

$$\text{Winkelversatz} = \frac{720^\circ \cdot \text{Kurbelwellenwinkel}}{\text{Zylinderzahl}}$$

[0013] Bei einer asymmetrischen Kurbelwellengeometrie muß der Winkelversatz dagegen entsprechend angepasst werden.

[0014] Weiterhin ist zu bemerken, dass die Messung der Drehzahl der Brennkraftmaschine vorzugsweise nicht unmittelbar nach einem Synchronisationsversuch erfolgt, sondern vorzugsweise erst nach einer vorgegebenen Anzahl von Umdrehungen der Kurbelwelle bzw. der Nockenwelle oder einer vorgegebenen Wartezeit, um das Ansprechen der Brennkraftmaschine auf den Testwert abzuwarten. In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Synchronisationsversuche nach einer vorgegebenen maximalen Synchronisa-

tionsdauer und/oder nach einer vorgegebenen Zahl von Synchronisationsversuchen abgebrochen, um die Brennkraftmaschine zu schützen.

[0015] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der Einspritzzeiten,

Figur 2a und 2b das erfindungsgemäße Verfahren als Flussdiagramm.

[0016] Das in Figur 1 dargestellte Zeitdiagramm zeigt das Kurbelwellensignal KW, das von einem Kurbelwellensensor erzeugt wird, wobei der Kurbelwellensensor ein Geberrad mit einer Zahnteilung von 60 Zähnen und zwei symmetrisch angeordneten Lücken aufweist, die sich jeweils über zwei Zähne erstrecken. Bei einer vollen Umdrehung der Kurbelwelle werden also zwei Blöcke von jeweils 28 Impulsen erzeugt, die durch jeweils eine Lücke voneinander getrennt sind.

[0017] Weiterhin zeigt das Zeitdiagramm das Nockenwellensignal NW, das von einem separaten Nockenwellensensor erzeugt wird, wobei der Nockenwellensensor ein Geberrad mit zwei Kreissegmenten von jeweils 180° aufweist.

[0018] Ferner zeigt das Zeitdiagramm die Zündzeitpunkte ZOT1-ZOT4 für die einzelnen Brennräume der Brennkraftmaschine sowie die technisch zulässigen Bandbreiten 1 des Einspritzzeitpunktes, innerhalb derer ein Betrieb der Brennkraftmaschine sinnvoll ist.

[0019] Im folgenden wird nun unter Bezugnahme auf die in Figur 2a und Figur 2b dargestellten Flussdiagramme das erfindungsgemäße Verfahren erläutert.

[0020] Zu Beginn wird zunächst das Kurbelwellensignal erfasst und überprüft. Bei einem fehlerhaften Kurbelwellensignal erfolgt dann ein Nockenwellen-Notlauf, wohingegen bei einem korrekten Kurbelwellensignal auch das Nockenwellensignal erfasst und überprüft wird.

[0021] Hierzu wird, nicht erfindungsgemäß, der zeitliche Abstand der Impulse des Nockenwellensignals gemessen, wobei eine Fehlfunktion des Nockenwellensensors angenommen wird, wenn der Impulsabstand einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

[0022] Alternativ hierzu kann, nicht erfindungsgemäß, das Nockenwellensignal auch dadurch überprüft werden, dass die Amplitude der Impulse des Nockenwellensignals gemessen wird, wobei eine Fehlfunktion des Nockenwellensensors angenommen wird, wenn die Amplitude der Impulse einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet.

[0023] Schließlich besteht auch noch die Möglichkeit, nicht erfindungsgemäß, die Flankenabstände des Nockenwellensignals und des Kurbelwellensignals zu messen, um das Nockenwellensignal zu überprüfen.

kenwellensignals und des Kurbelwellensignals zu messen, um das Nockenwellensignal zu überprüfen.

[0024] Erfindungsgemäß wird das Nockenwellensignal jedoch dadurch überprüft, dass sowohl aus dem Nockenwellensignal als auch aus dem Kurbelwellensignal einen Drehzahlwert berechnet wird, wobei die beiden Drehzahlwerte bei einer korrekten Funktion des Nockenwellensensors und des Kurbelwellensensors übereinstimmen müssen. Bei einer Abweichung zwischen den beiden auf diese Weise berechneten Drehzahlwerten kann deshalb angenommen werden, dass der Nockenwellensensor fehlerhaft ist.

[0025] Bei einem korrekten Nockensignal wird der Einspritzzeitpunkt anhand des Kurbelwellensignals und des Nockenwellensignals berechnet und synchronisiert.

[0026] Bei einem fehlerhaften Nockenwellensignal wird dagegen zunächst ein Fehlersignal gespeichert und ggf. eine Signallampe aktiviert, um die Fehlfunktion des Nockenwellensensors zu signalisieren.

[0027] Weiterhin wird in diesem Fall ein Testwert für die Phasenlage der Kurbelwelle festgelegt, um den zuvor berechneten Einspritzzeitpunkt anhand dieses Testwertes zu synchronisieren.

[0028] Anschließend wird dann ein Einspritzvorgang mit dem auf diese Weise ermittelten Einspritzzeitpunkt vorgenommen, um überprüfen zu können, ob der Testwert die Phasenlage der Kurbelwelle korrekt wiedergibt. Während der Durchführung des Einspritzvorgangs wird dann zunächst für eine vorgegebene Anzahl N Umdrehungen gewartet und die Drehzahl gemessen.

[0029] Falls der Testwert die Phasenlage der Kurbelwelle korrekt wiedergibt, so reagiert die Brennkraftmaschine auf den Einspritzvorgang mit einem Drehzahlanstieg. In diesem Fall wird der Testwert übernommen und mit dem normalen Einspritzbetrieb fortgefahren.

[0030] Andernfalls wird jedoch ein Zähler i inkrementiert, der die Anzahl der Synchronisationsversuche wiedergibt, wobei der Zähler i mit einem vorgegebenen Grenzwert $i_{\max}$ verglichen wird. Falls die Anzahl i der Synchronisationsversuche den vorgegebenen Grenzwert $i_{\max}$ überschreitet, so werden die Synchronisationsversuche abgebrochen, um die Brennkraftmaschine zu schützen.

[0031] Andernfalls wird dagegen ein neuer Testwert für die Phasenlage der Brennkraftmaschine berechnet und der Einspritzzeitpunkt anhand dieses Testwerts synchronisiert. Dieser Zyklus wird so lange durchlaufen, bis entweder die vorgegebene Maximalzahl von Synchronisationsversuchen überschritten wurde oder ein Drehzahlanstieg erfasst wird. Der Testwert für die Phasenlage der Kurbelwelle wird hierbei zwischen den einzelnen Synchronisationsversuchen jeweils um einen vorgegebenen Winkelversatz geändert, wobei der Winkelversatz nach folgender Formel berechnet wird:

$$\text{Winkelversatz} = \frac{720^\circ \cdot \text{Kurbelwellenwinkel}}{\text{Zylinderzahl}}$$

[0032] Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel beschränkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Festlegung des Einspritzzeitpunkts bei einer Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine, mit den folgenden Schritten:

- Erfassung eines die Winkelstellung der Kurbelwelle wiedergebenden Kurbelwellensignals,
- Bestimmung des Einspritzzeitpunkts in Abhängigkeit von dem Kurbelwellensignal,
- Ermittlung der Phasenlage der Kurbelwelle in Abhängigkeit von dem Kurbelwellensignal,
- Erfassung eines die Winkelstellung einer Nockenwelle wiedergebenden Nockenwellensignals,
- Überprüfung des Nockenwellensignals auf Korrektheit,
- Synchronisation des berechneten Einspritzzeitpunkts, wobei die Synchronisation bei einem korrekten Nockenwellensignal anhand des Nockenwellensignals und bei einem fehlerhaften oder ausgefallenen Nockenwellensignal anhand der aus dem Kurbelwellensignal ermittelten Phasenlage der Kurbelwelle erfolgt,

dadurch gekennzeichnet,

daß aus dem Nockenwellensignal ein erster Drehzahlwert und aus dem Kurbelwellensignal ein zweiter Drehzahlwert ermittelt wird, wobei die beiden Drehzahlwerte miteinander verglichen werden, um die Korrektheit des Nockenwellensignals zu überprüfen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** zur Überprüfung der Korrektheit des Nockenwellensignals der zeitliche Abstand der Impulse des Nockenwellensignals ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** zur Überprüfung der Korrektheit des Nockenwellensignals die Amplitude der Impulse des Nockenwellensignals erfaßt und mit einem Referenzwert verglichen wird.

4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

- a) Festlegung eines Testwerts für die Phasenlage der Kurbelwelle,
- b) Synchronisation des in Abhängigkeit von

dem Kurbelwellensignal berechneten Einspritzzeitpunkts anhand des Testwerts für die Phasenlage der Kurbelwelle,

c) Erfassung der Drehzahl der Brennkraftmaschine,

d) Änderung des Testwerts für die Phasenlage der Kurbelwelle, falls die Synchronisation anhand des Testwerts nicht zu einem Drehzahlanstieg führt,

e) Wiederholung der Schritte b) bis d), bis die Synchronisation anhand des Testwerts zu einem Drehzahlanstieg führt.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Testwert für die Phasenlage der Kurbelwelle bei einem Viertaktmotor jeweils um einen vorgegebenen Winkelversatz geändert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Winkelversatz in Abhängigkeit von der Zylinderzahl der Brennkraftmaschine und dem Kurbelwellenwinkel wie folgt berechnet wird:

$$\text{Winkelversatz} = \frac{720^\circ \cdot \text{Kurbelwellenwinkel}}{\text{Zylinderzahl}}$$

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 4 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Drehzahl der Brennkraftmaschine im Anschluß an einen Synchronisationsversuch erst nach einer vorgegebenen Anzahl von Umdrehungen der Kurbelwelle oder der Nockenwelle gemessen wird.

8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 4 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Drehzahl der Brennkraftmaschine im Anschluß an einen Synchronisationsversuch erst nach einer vorgegebenen Wartezeit gemessen wird.

9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 4 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Synchronisationsversuche nach einer vorgegebenen maximalen Synchronisationsdauer abgebrochen werden.

10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 4 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Synchronisationsversuche nach einer vorgegebenen Zahl von Synchronisationsversuchen abgebrochen werden.

11. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 4 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Synchronisation anhand des Kurbelwellensignals erst erfolgt, wenn die Überprüfung des Nockenwellensignals für eine vorgegebene Überprüfungsdauer ein fehlerhaftes Nockenwellensignal ergibt. 5
12. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 4 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß nach einer Feststellung eines fehlerhaften Nockenwellensignals die Zahl der Umdrehungen der Kurbelwelle oder der Nockenwelle ermittelt wird, wobei die Synchronisation anhand des Kurbelwellensignals erst nach einer vorgegebenen Zahl von Umdrehungen erfolgt. 10 15
13. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei einem fehlerhaften Nockenwellensignal ein akustischer und/oder optischer Signalgeber aktiviert wird. 20 25
14. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei einem fehlerhaften Nockenwellensignal ein Fehlersignal gespeichert wird. Beschreibung 30

Claims

1. Method for defining the injection time in an injection system for an internal combustion engine, having the following steps: 35
- a crankshaft signal which represents the angular position of the crankshaft is sensed, 40
 - the injection time is determined as a function of the crankshaft signal,
 - the phase angle of the crankshaft is determined as a function of the crankshaft signal, 45
 - a camshaft signal which represents the angular position of a camshaft is sensed,
 - the camshaft signal is checked for correctness,
 - the calculated injection time is synchronized, the synchronization being carried out by means of the camshaft signal when the camshaft signal is correct and by means of the phase angle of the crankshaft, which angle is determined from the crankshaft signal, when the camshaft signal is faulty or has failed, 50 55

characterized in that a first rotational speed value is determined from the camshaft signal and a sec-

ond rotational speed value is determined from the crankshaft signal, the two rotational speed values being compared with one another in order to check the correctness of the camshaft signal.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that**, in order to check the correctness of the camshaft signal, the time interval between the pulses of the camshaft signal is determined.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that**, in order to check the correctness of the camshaft signal, the amplitude of the pulses of the camshaft signal is sensed and compared with a reference value.
4. Method according to at least one of the preceding claims, **characterized by** the following steps:

- a) a test value for the phase angle of the crankshaft is defined,
- b) the injection time which is calculated as a function of the crankshaft signal is synchronized by means of the test value for the phase angle of the crankshaft,
- c) the rotational speed of the internal combustion engine is sensed,
- d) the test value for the phase angle of the crankshaft is changed if the synchronization by means of the test value does not lead to a rise in the rotational speed,
- e) the steps b) to d) are repeated until the synchronization by means of the test value leads to a rise in the rotational speed.

5. Method according to Claim 4, **characterized in that** the test value for the phase angle of the crankshaft is changed in each case by a predefined angular offset in a four-stroke engine.
6. Method according to Claim 5, **characterized in that** the angular offset is calculated as a function of the number of cylinders of the internal combustion engine and the crankshaft angle as follows:

$$\text{angular offset} = \frac{720^\circ \text{ crankshaft angle}}{\text{number of cylinders}}$$

7. Method according to at least one of Claims 4 to 6, **characterized in that** the rotational speed of the internal combustion engine after a synchronization attempt is not measured until after a predefined number of revolutions of the crankshaft or of the camshaft.
8. Method according to at least one of Claims 4 to 7, **characterized in that** the rotational speed of the internal combustion engine after a synchronization

attempt is not measured until after a predefined waiting time.

9. Method according to at least one of Claims 4 to 8, **characterized in that** the synchronization attempts are aborted after a predefined maximum synchronization period. 5
10. Method according to at least one of Claims 4 to 9, **characterized in that** the synchronization attempts are aborted after a predefined number of synchronization attempts. 10
11. Method according to at least one of Claims 4 to 10, **characterized in that** the synchronization by means of the crankshaft signal does not take place until the checking of the camshaft signal for a predefined checking period yields a faulty camshaft signal. 15
12. Method according to at least one of Claims 4 to 11, **characterized in that** the number of revolutions of the crankshaft or of the camshaft is determined after a faulty camshaft signal is detected, the synchronization by means of the crankshaft signal not being carried out until after a predefined number of revolutions. 20 25
13. Method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** an audible and/or visual signal transmitter is activated when the camshaft signal is faulty. 30
14. Method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** a fault signal is stored when the camshaft signal is faulty. Description 35

Revendications 40

1. Procédé pour déterminer le point d'injection dans un système d'injection destiné à un moteur à combustion interne, ledit procédé comportant les étapes suivantes : 45
 - la saisie d'un signal d'état du vilebrequin représentant la position angulaire du vilebrequin,
 - la détermination du point d'injection en fonction du signal d'état du vilebrequin,
 - la détermination de la position de phase du vilebrequin en fonction du signal d'état du vilebrequin, 50
 - la saisie d'un signal d'état de l'arbre à cames représentant la position angulaire d'un arbre à cames,
 - la vérification pour savoir si le signal d'état de l'arbre à cames est correct,
 - la synchronisation du point d'injection calculé, 55

la synchronisation s'effectuant, si le signal d'état de l'arbre à cames est correct, au moyen du signal d'état de l'arbre à cames et, si le signal d'état de l'arbre à cames est défectueux ou inexistant, au moyen de la position de phase du vilebrequin déterminée à partir du signal d'état du vilebrequin,

caractérisé en ce que

une première valeur pour le nombre de tours est déterminée à partir du signal d'état de l'arbre à cames, et **en ce qu'une** deuxième valeur pour le nombre de tours est déterminée à partir du signal d'état du vilebrequin, les deux valeurs pour le nombre de tours étant comparées l'une à l'autre afin de vérifier si le signal d'état de l'arbre à cames est correct.

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

l'intervalle de temps entre les impulsions du signal d'état de l'arbre à cames est déterminé pour vérifier si le signal d'état de l'arbre à cames est correct.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce que

l'amplitude des impulsions du signal d'état de l'arbre à cames est saisie et comparée à une valeur de référence pour vérifier si le signal d'état de l'arbre à cames est correct.

4. Procédé selon au moins l'une des revendications précédentes,

caractérisé par les étapes suivantes :

- a) la détermination d'une valeur de test pour la position de phase du vilebrequin,
- b) la synchronisation du point d'injection calculé en fonction du signal d'état du vilebrequin au moyen de la valeur de test pour la position de phase du vilebrequin,
- c) la saisie de la vitesse de rotation du moteur à combustion interne,
- d) la modification de la valeur de test pour la position de phase du vilebrequin si la synchronisation au moyen de la valeur de test ne provoque pas une augmentation de vitesse,
- e) la répétition des étapes b) à d) jusqu'à ce que la synchronisation au moyen de la valeur de test provoque une augmentation de vitesse.

5. Procédé selon la revendication 4,

caractérisé en ce que

la valeur de test pour la position de phase du vilebrequin dans un moteur à quatre temps est modifiée respectivement d'un décalage angulaire prédéfini.

6. Procédé selon la revendication 5,
caractérisé en ce que
le décalage angulaire est calculé comme suit
en fonction du nombre de cylindres du moteur à
combustion interne et de l'angle du vilebrequin : 5
- $$\text{décalage angulaire} = \frac{720^\circ \cdot \text{angle du vilebrequin}}{\text{nombre de cylindres}}$$
7. Procédé selon au moins une des revendications 4 10
à 6, **caractérisé en ce que**
la mesure de la vitesse de rotation du moteur
à combustion interne suite à une tentative de syn-
chronisation ne s'effectue qu'après un nombre pré-
défini de tours du vilebrequin ou de l'arbre à cames. 15
8. Procédé selon au moins une des revendications 4
à 7, **caractérisé en ce que**
la mesure de la vitesse de rotation du moteur
à combustion interne suite à une tentative de syn-
chronisation ne s'effectue qu'après un temps d'at-
tente prédéfini. 20
9. Procédé selon au moins une des revendications 4
à 8, **caractérisé en ce que** 25
les tentatives de synchronisation sont arrê-
tées au bout d'une durée de synchronisation maxi-
male prédéfinie.
10. Procédé selon au moins une des revendications 4 30
à 9, **caractérisé en ce que**
les tentatives de synchronisation sont arrê-
tées après un nombre prédéfini de tentatives de
synchronisation. 35
11. Procédé selon au moins une des revendications 4
à 10, **caractérisé en ce que**
la synchronisation au moyen du signal d'état
du vilebrequin ne s'effectue que si, pour un temps
de vérification prédéfini, il ressort de la vérification
du signal d'état de l'arbre à cames que le signal
d'état de l'arbre à cames est défectueux. 40
12. Procédé selon au moins une des revendications 4
à 11, **caractérisé en ce que,** 45
après la détection d'un signal d'état de l'arbre
à cames défectueux, le nombre des tours effectué
par le vilebrequin ou par l'arbre à cames est déter-
miné, la synchronisation au moyen du signal d'état
du vilebrequin ne s'effectuant qu'après un nombre
de tours prédéfini. 50
13. Procédé selon au moins une des revendications
précédentes,
caractérisé en ce que, 55
dans le cas d'un signal d'état de l'arbre à ca-
mes défectueux, un générateur de signaux acous-
tiques et/ou optiques est activé.
14. Procédé selon au moins une des revendications
précédentes,
caractérisé en ce que,
dans le cas d'un signal d'état de l'arbre à ca-
mes défectueux, un signal d'erreur est mis en mé-
moire.

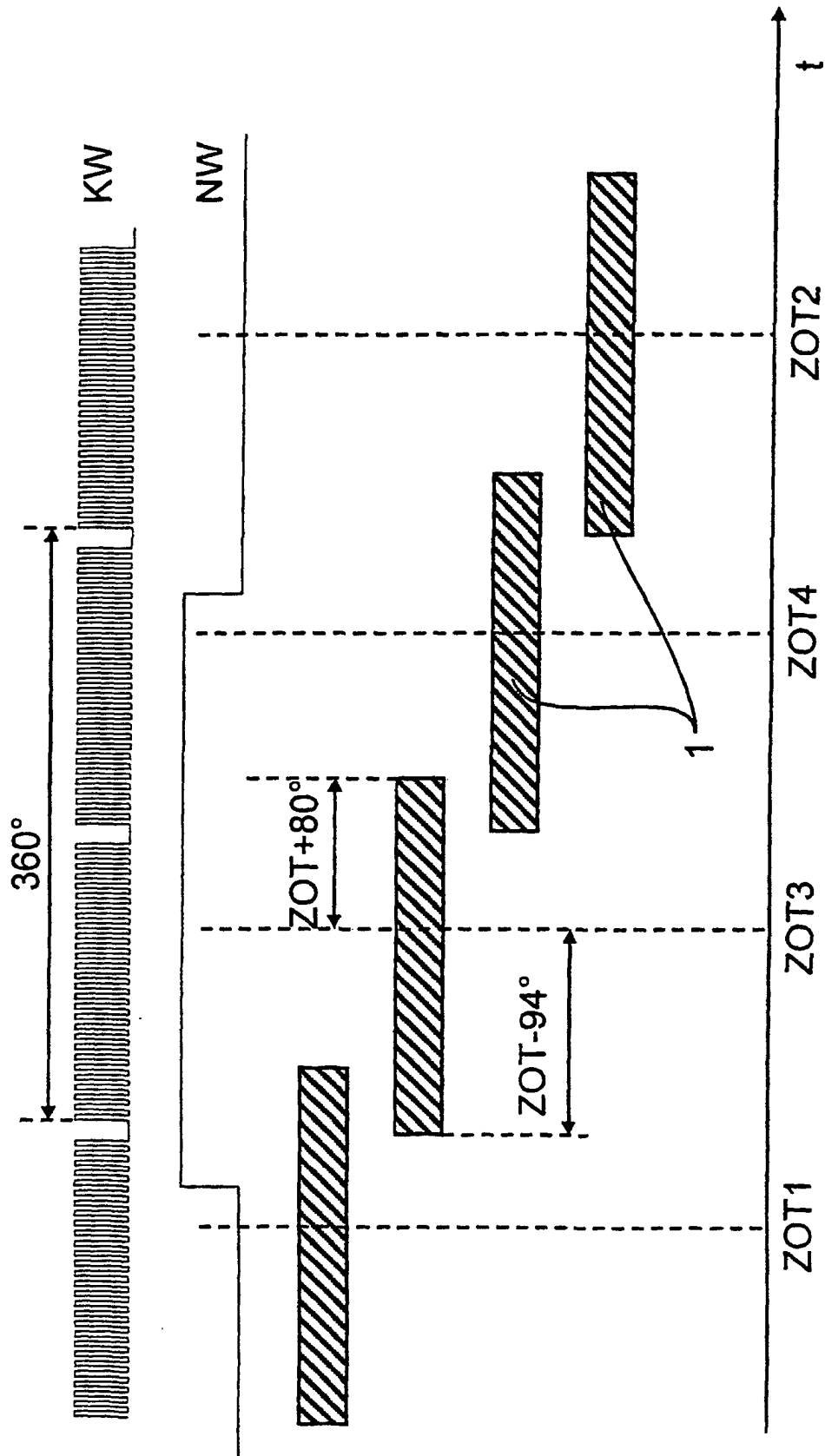


Fig. 1

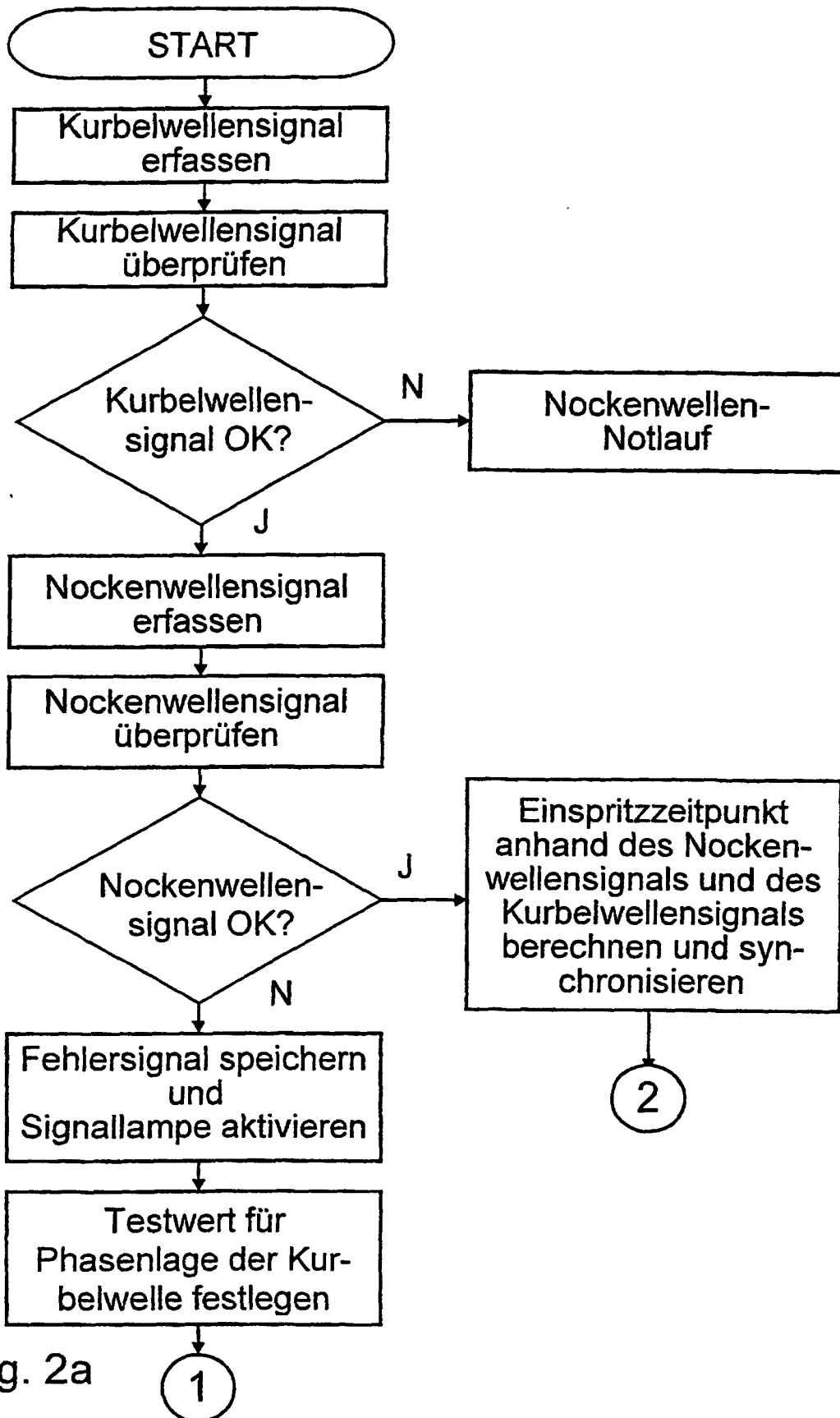


Fig. 2a

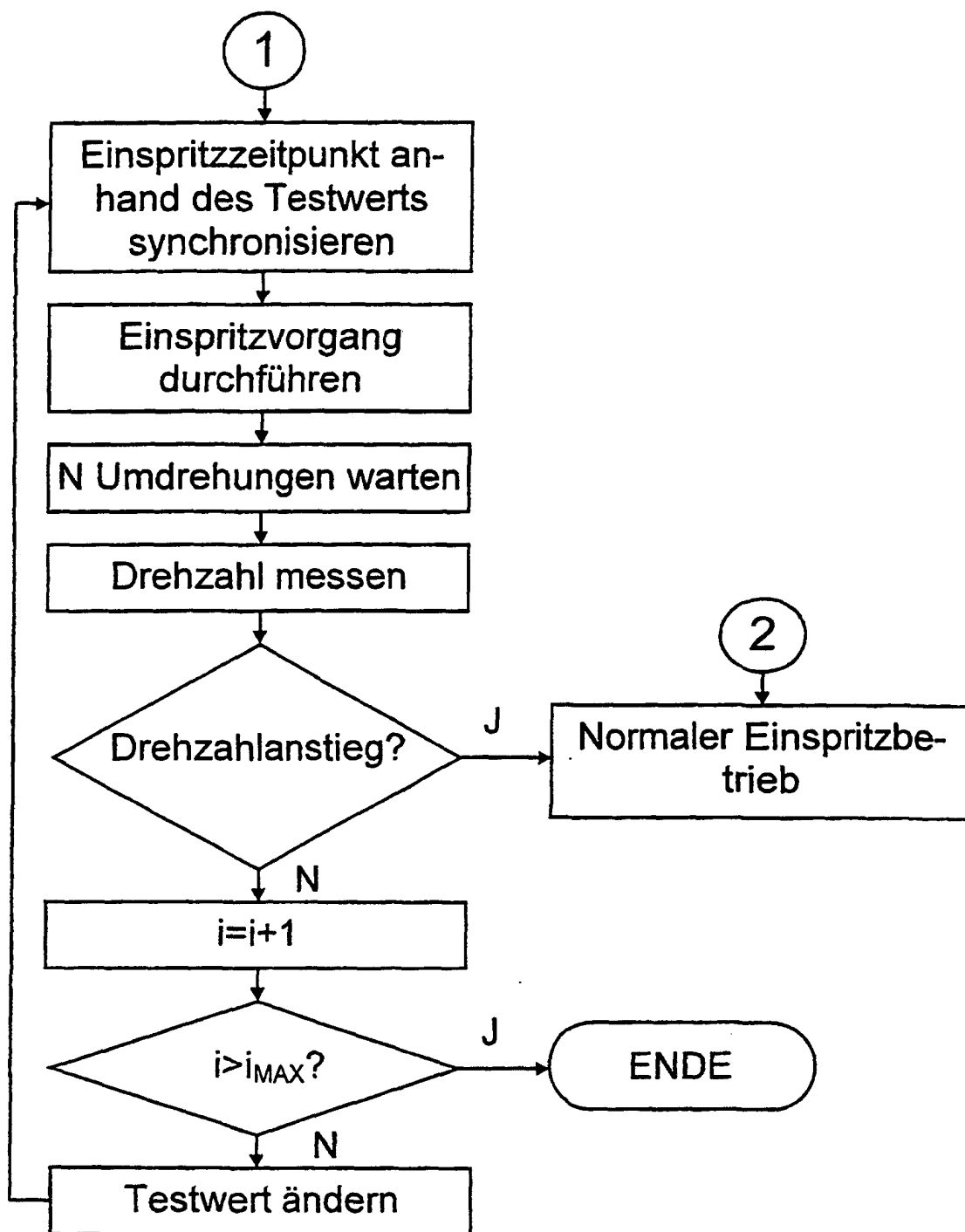


Fig. 2b