



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 336 041 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**28.06.2006 Patentblatt 2006/26**

(51) Int Cl.:  
**F02D 41/06** <sup>(2006.01)</sup> **F02D 41/36** <sup>(2006.01)</sup>  
**F02D 41/40** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **01996679.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2001/004285**

(22) Anmeldetag: **15.11.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2002/040848 (23.05.2002 Gazette 2002/21)**

(54) **VERFAHREN ZUM EINSPRITZEN VON KRAFTSTOFF WÄHREND DER STARTPHASE EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

METHOD FOR INJECTING FUEL DURING THE START PHASE OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCEDE D'INJECTION DE CARBURANT PENDANT LA PHASE DE DEMARRAGE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

(30) Priorität: **16.11.2000 DE 10056863**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**20.08.2003 Patentblatt 2003/34**

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

(72) Erfinder:  
• **SCHÜLE, Harry**  
**92431 Neunburg v. Wald (DE)**  
• **BAYERLE, Klaus**  
**93083 Obertraubling (DE)**  
• **ZHANG, Hong**  
**93105 Tegernheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 371 158 DE-A- 19 524 112**  
**DE-A- 19 741 966 US-A- 4 941 449**

**EP 1 336 041 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine.

**[0002]** Es ist bekannt, beim Start eines Ottomotors die Zylinder je einmal mit einem sogenannten Vorabeinspritzer zu versorgen, um die Zylinderwände zu benetzen und gleichzeitig ein zündfähiges Gemisch für die erste Verbrennung bereitzustellen. Da zu diesem Zeitpunkt noch keine Synchronisation zwischen Nockenwelle und der Kurbelwelle vorhanden und die Position der Kolben unbekannt ist, ist eine gezielte Vorabeinspritzstrategie erforderlich, um den Ausstoß von unverbranntem Kraftstoff und somit die Schadstoffemissionen während des Starts zu minimieren.

**[0003]** Bei einem aus der EP 0 371 158 B1 bekannten Verfahren werden die Zylinder in Abhängigkeit von den beiden unterschiedlichen Pegeln des Nockenwellensignals in eine erste und eine zweite Zylindergruppe unterteilt. Die Zylinder der ersten Gruppe werden unmittelbar nach einer Starterkennung zeitgleich mit den Vorabeinspritzern (Gruppeneinspritzer) versorgt, während die Vorabeinspritzer für die Zylinder der zweiten Gruppe zeitlich verzögert abgesetzt werden. Hierbei werden die Kraftstoffmengen der Vorabeinspritzer gleich groß gewählt.

**[0004]** Es hat sich nun gezeigt, dass infolge der Gasdynamik im Saugrohr die Luftfüllungen der Zylinder bereits beim Start nicht gleich sind. So werden die ersten Zylinder infolge der im Saugrohr stehenden Luftsäule nicht so gut gefüllt wie die nachfolgenden Zylinder, bei denen die Luft im Saugrohr bereits eine merkliche Strömungsgeschwindigkeit und entsprechende Bewegungsenergie erreicht hat. Die Folge ist, dass die Kraftstoff-Luft-Gemische (Lambda-Werte) der ersten Vorabfüllungen fetter als die nachfolgenden Vorabfüllungen sind. Dies führt zu erhöhten Schadstoffemissionen in der Startphase, was insbesondere bei schadstoffoptimierten Brennkraftmaschinen zu vermeiden ist.

**[0005]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in eine mehrzylindrische Brennkraftmaschine anzugeben, bei der in der Startphase Kraftstoff-Luft-Gemische mit unterschiedlichen LambdaWerten weitgehend vermieden werden.

**[0006]** Das Verfahren gemäß der Erfindung ist in Anspruch 1 definiert.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass eine Brennkraftmaschine nach dem Abschalten im ausgekuppelten Zustand immer an bestimmten diskreten Positionen stehen bleibt, wobei die Anzahl der diskreten Positionen über zwei Kurbelwellenumdrehungen ( $760^\circ$ ) der Anzahl der Zylinder entspricht. Im Fall von  $n$  Zylindern sind dies somit  $n$  Stillstands-Winkelpositionen, die im übrigen gleiche Winkelabstände relativ zueinander haben. Ferner haben Versuche gezeigt, dass das Drehzahlverhalten der Brennkraftmaschine sowie

die zeitliche Zuordnung der Öffnung der Einlassventile zu der Drehzahl während den Startphasen immer ähnlich sind, unabhängig davon, an welcher der diskreten Positionen die Brennkraftmaschine stehen geblieben ist. Somit ergibt sich bei jedem Start im wesentlichen die gleiche Folge unterschiedlicher Luftfüllungen für aufeinanderfolgende Vorabeinspritzer.

**[0008]** Dies erlaubt es, die zu erwartenden Luftfüllungen für die aufeinanderfolgenden Vorabeinspritzer abzuschätzen. Die Kraftstoffmengen der Vorabeinspritzer können daher in Abhängigkeit von der Reihenfolge der Vorabeinspritzer und den zu erwartenden Luftfüllungen entsprechend gewählt werden, wobei die zu erwartenden Luftfüllungen nur einmal bestimmt werden müssen und die entsprechenden Werte dann bei jedem Start verwendet werden können. Da die Luftfüllungen in erster Linie von der Drehzahl in der jeweiligen Ansaugphase abhängen, werden die Luftfüllungen vorzugsweise in Abhängigkeit von den zu erwartenden Drehzahlen in den jeweiligen Ansaugphasen bestimmt.

**[0009]** In besonders vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Kraftstoffmengen der Vorabeinspritzer durch Multiplikation einer Standardmenge mit jeweils einem Vorabeinspritzer zugeordneten Gewichtungsfaktoren bestimmt werden. Wenn auch die Gewichtungsfaktoren abgeschätzt werden könnten, werden sie zweckmäßigerweise für jede Baureihe einer Brennkraftmaschine experimentell ermittelt und dann im zentralen Steuergerät abgespeichert.

**[0010]** Wie erwähnt, macht sich die vorliegende Erfindung die Tatsache zunutze, dass die Brennkraftmaschine nach dem Abschalten im ausgekuppelten Zustand immer an bestimmten diskreten Positionen stehen bleibt. Es sei jedoch betont, dass zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht erforderlich ist, diese Stillstandspositionen zu kennen. Vielmehr ist es für das erfindungsgemäße Verfahren ausreichend, die Reihenfolge der Vorabeinspritzer zu kennen, um in Abhängigkeit von diesen die Kraftstoffmengen der Vorabeinspritzer vorzugeben.

**[0011]** Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird erreicht, dass bereits in der Startphase die Vorabeinspritzer in Mengen abgesetzt werden, die zumindest näherungsweise für die jeweilige Luftfüllung adäquat sind. Somit werden zu fette oder zu magere Kraftstoffluftgemische vermieden, was eine entsprechende Reduzierung der Schadstoffemissionen zur Folge hat.

**[0012]** Anhand der Zeichnungen wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Brennkraftmaschine in Form eines Ottomotors mit Benzineinspritzung;

Figur 2 ein Diagramm, in dem über der Zeit Drehzahl-, Nockenwellen-, Kurbelwellen-, Einspritzventil- und Einlassventil-Signale aufgetragen sind.

**[0013]** Die Figur 1 zeigt einen schematischen Teilschnitt durch eine Brennkraftmaschine, welche im beschriebenen Ausführungsbeispiel zu Veranschaulichungszwecken als Vierzylinder-Ottomotor mit Benzineinspritzung ausgebildet ist.

**[0014]** Der Brennkraftmaschine 3 ist in üblicher Weise ein zentrales elektronisches Steuergerät 1 zugeordnet, das die Zündung, Kraftstoffeinspritzung und andere Vorgänge der Brennkraftmaschine steuert. Jedem Zylinder 7 ist mindestens ein Einlassventil 6 und mindestens ein Einspritzventil 2 zugeordnet. Das Einspritzventil 2 spritzt Kraftstoff in das Saugrohr unmittelbar auf den Ventilteller des Einlassventils 6 ab.

**[0015]** Der Kurbelwelle 8 ist ein Kurbelwellensensor 4 mit einem gezahnten Geberrad zugeordnet, das ein den Kurbelwellenwinkel darstellendes Kurbelwellensignal CRK (siehe untere Hälfte der Figuren 2 und 3) erzeugt. Der Nockenwelle 5, die die Einlassventile 6 steuert und mit der halben Drehzahl der Kurbelwelle 8 dreht, ist ein Nockenwellensensor 9 zum Erzeugen eines Nockenwellensignals CAM (siehe untere Hälfte der Figuren 2 und 3) zugeordnet. Die Nockenwelle 5 kann relativ zur Kurbelwelle 8 winkelverstellbar sein, was jedoch für das zu beschreibende Verfahren keineswegs erforderlich ist.

**[0016]** In den Figuren 2 und 3, untere Hälfte, sind jeweils das Kurbelwellensignal CRK, das Nockenwellensignal CAM und die Drehzahl N über der Zeit aufgetragen. Jeder Impuls des Kurbelwellensignals CRK entspricht einem Zahn des Geberrades, wobei eine doppelte Zahnücke nach jeweils 60 Zähnen als Synchronisationsimpuls S für jeweils eine volle Umdrehung der Kurbelwelle 8 dient. Das Nockenwellensignal CAM hat zwei unterschiedliche Pegel, die zwei aufeinanderfolgenden Umdrehungen der Kurbelwelle zugeordnet sind. Das Nockenwellensignal CAM und das Kurbelwellensignal CRK mit seinen Synchronisationsimpulsen S erlauben eine eindeutige Zuordnung der Kurbelwellenstellung im Arbeitsspiel.

**[0017]** Bei normalem Betrieb der Brennkraftmaschine können daher mit Hilfe des Kurbelwellensignals und Nockenwellensignals die Einspritzventile 2 im üblichen sequentiellen Einspritzbetrieb angesteuert und betätigt werden. Beim Start ist jedoch die Kurbelwellenstellung und damit die Stellung der Kolben noch nicht bekannt, und es ist ggfs. auch noch keine Synchronisation zwischen der Nockenwelle und der Kurbelwelle vorhanden. Eine Einspritzung im sequentiellen Einspritzbetrieb ist daher nicht möglich.

**[0018]** Versuche haben gezeigt, dass eine Brennkraftmaschine nach dem Abschalten im ausgekuppelten Zustand immer an diskreten Positionen stehen bleibt. Bei einer Vierzylinder-Brennkraftmaschine sind dies genau vier Positionen über jeweils  $760^\circ$  der Kurbelwellendrehung. Für das verzahnte Geberrad des Kurbelwellensensors 4 ergeben sich hierbei beispielsweise immer die Positionen entweder  $20 (\pm 7)$  Zähne oder  $50 (\pm 7)$  Zähne vor einem Synchronisationsimpuls S. Der Winkelabstand zwischen diesen Positionen beträgt somit  $180^\circ (\pm 42^\circ)$ .

Bei einer Sechszylinder-Brennkraftmaschine ergeben sich in entsprechender Weise als Positionen für das verzahnte Geberrad des Kurbelwellensensors 5 oder 25 oder 45 Zähne vor dem nächsten Synchronisationsimpuls S; der Winkelabstand zwischen den Positionen beträgt dann  $120^\circ$ . Generell gilt, dass die Anzahl der Stillstands-Winkelpositionen, an der eine Brennkraftmaschine stehen bleibt, der Anzahl der Zylinder entspricht. Im übrigen hat sich gezeigt, dass mit größer werdender Zylinderzahl die Stillstands-Winkelpositionen immer diskreter werden.

**[0019]** Ferner haben Versuche gezeigt, dass beim Start einer Brennkraftmaschine das Drehzahlverhalten in Relation zu der Betätigung der Einlassventile immer gleich oder zumindest ähnlich ist, unabhängig davon, aus welcher Position die Brennkraftmaschine angelassen wurde. Anders ausgedrückt, hat die Drehzahl beim Öffnen des ersten Einlassventils einen ersten Wert, beim Öffnen des zweiten Einlassventils einen zweiten (höheren) Wert, usw., wobei diese Werte bei gleicher Starttemperatur und gleicher Kraftstoffqualität für alle Starts ungefähr gleich bleiben. Hieraus folgt, dass beim Start auch die Luftfüllungen der nacheinander beaufschlagten Zylinder entsprechende Werte haben, die in der Reihenfolge ihrer Beaufschlagung wegen der größer werdenden Strömungsgeschwindigkeiten im Saugrohr größer werden, die jedoch für alle Starts im wesentlichen gleich sind.

**[0020]** Dieser Sachverhalt lässt sich, wie bereits in der Beschreibungseinleitung geschildert, dazu ausnutzen, die Kraftstoffmengen der Vorabeinspritzer in Abhängigkeit von der Reihenfolge der gesetzten Vorabeinspritzer und den zu erwartenden Luftfüllungen der betreffenden Zylinder bzw. der Drehzahl der Brennkraftmaschine vorzugeben.

**[0021]** In der Praxis geht man zweckmäßigerweise so vor, dass die Kraftstoffmengen der Vorabeinspritzer durch Multiplikation einer Standardmenge mit Gewichtungsfaktoren bestimmt werden. Bei der Bestimmung der Gewichtungsfaktoren müssen natürlich auch andere Betriebseigenschaften der Brennkraftmaschine, insbesondere ein einwandfreies Anlaufverhalten, berücksichtigt werden. Die Gewichtungsfaktoren werden daher zweckmäßigerweise für die Brennkraftmaschinen einer Baureihe durch Versuche ermittelt und als feste Werte in das zentrale Steuergerät eingespeichert. Legt man als Standardmenge beispielsweise die größtmögliche Kraftstoffmenge eines Vorabeinspritzer fest, so liegen die Gewichtungsfaktoren beispielsweise im Bereich von 0,7 bis 1,0.

**[0022]** Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich grundsätzlich bei beliebigen Vorabeinspritzstrategien einsetzen, beispielsweise auch bei dem Verfahren nach der eingangs diskutierten EP 0 371 158 B1, bei der die Vorabeinspritzer einer ersten Zylindergruppe zeitgleich und die Vorabeinspritzer der zweiten Zylindergruppe zeitlich verzögert abgesetzt werden. Mit besonders gutem Erfolg wird das erfindungsgemäße Verfahren jedoch bei einer Vorabeinspritzstrategie eingesetzt, bei der

sämtliche Vorabeinspritzer in zeitlicher Reihenfolge nacheinander abgesetzt werden. Ein Beispiel für eine derartige Vorabeinspritzstrategie wird im folgenden anhand der Figur 2 näher erläutert.

**[0023]** In der unteren Hälfte der Figur 2 sind neben dem Kurbelwellensignal CRK und dem Nockenwellensignal CAM die Drehzahl N der Brennkraftmaschine über der Zeit aufgetragen. In der oberen Hälfte der Figur 2 sind für die vier Zylinder 1 bis 4 der Vierzylinder-Brennkraftmaschine die Ansteuersignale IV1 - IV4 für die vier Einspritzventile über der Zeit aufgetragen, wobei die vier Vorabeinspritzer I mit I1 - I4 bezeichnet sind. Außerdem sind die Ansteuersignale EV1 - EV4 für die vier Einlassventile über der Zeit aufgetragen, wobei die Öffnungsimpulse für die Öffnung der Einlassventile mit E1 - E4 bezeichnet sind. Außerdem sind in den beiden obersten Zeilen der Figur 2 die Impulse für den oberen Totpunkt (TDC1 - TDC4) der vier Zylinder bzw. den oberen Totpunkt (TDC1) des Zylinders 1 dargestellt.

**[0024]** Wie in Figur 2 in Zusammenhang mit der Drehzahl angedeutet, ist für den Start der Brennkraftmaschine eine Starterkennung E vorgesehen. Zu diesem Zeitpunkt ist das Nockenwellensignal CAM entweder hoch- oder niederpegelig, im Beispiel der Figur 2 niederpegelig. Damit können - z.B. wie bei dem eingangs beschriebenen Verfahren nach der EP 0 371 158 B1 die Zylinder 1 bis 4 in zwei Gruppen unterteilt werden (im Beispiel der Figur 2 in eine erste Gruppe mit den Zylindern 3, 4 und einer zweiten Gruppe mit den Zylindern 1, 2). Außerdem ist hierdurch auch bekannt, ob die Brennkraftmaschine in den ersten beiden Stillstands-Winkelpositionen oder den zweiten beiden Stillstandspositionen stehen geblieben ist. Anders ausgedrückt, reduziert sich die Anzahl der unbekanntenen Stillstands-Winkelpositionen auf zwei.

**[0025]** Bei dem vorbekannten Verfahren nach der EP 0 371 158 B1 werden in vorgegebenem Winkelabstand zur Starterkennung E (beispielsweise nach acht erkannten und gültigen Zähnen des Kurbelwellensensors) die beiden Zylinder 3, 4 der ersten Zylindergruppe zeitgleich mit den Vorabeinspritzern versorgt, wie durch die Vorabeinspritzer I3' und I4 angedeutet ist. Hierbei würde jedoch der Vorabeinspritzer I3' kurz vor Schließen des zugehörigen Einlassventils EV3 abgegeben werden, was zu einer Überfettung des Kraftstoff-Luft-Gemischs und zum Ausstoß unverbrannten Kraftstoffs führen würde.

**[0026]** Gemäß der bevorzugten Vorabeinspritzstrategie wird daher nach der Starterkennung E nur derjenige Zylinder, dessen Einlassventil mit Sicherheit geschlossen oder überwiegend geschlossen ist, mit dem Vorabeinspritzer versorgt; im Beispiel der Figur 2 ist dies der Zylinder 4 mit dem Vorabeinspritzer 14. Der Vorabeinspritzer I3' wird dagegen, wie durch eine gepunktete Linie P angedeutet, zu diesem Zeitpunkt nicht abgegeben.

**[0027]** Wie bereits erwähnt, ist zum Zeitpunkt der Abgabe des ersten Vorabeinspritzers I4 noch nicht bekannt, ob die Brennkraftmaschine an der ersten oder zweiten Stillstands-Winkelposition (50 oder 20 Zähne vor dem ersten Synchronisationsimpuls S) stehen geblieben ist.

Bei dem Beispiel der Figur 2 ist die Kurbelwelle 20 Zähne vor dem ersten Synchronisationsimpuls S stehen geblieben. Wenn daher nach 28 Zähnen ab Starterkennung E (also 20 Zähne nach dem ersten Vorabeinspritzer I4) bereits der erste Synchronisationsimpuls S aufgetreten ist (was im Beispiel der Figur 2 der Fall ist), so ist erkennbar, dass die Kurbelwelle 20 Zähne vor dem Synchronisationsimpuls S stehen geblieben war. Sobald der Synchronisationsimpuls S aufgetreten ist, ist die Brennkraftmaschine synchronisiert, und somit kann eine definierte Reihenfolge der nach dem Synchronisationsimpuls S erfolgenden Vorabeinspritzer von dem zentralen Steuergerät 1 bestimmt werden.

**[0028]** Wie aus Figur 2 ersichtlich, ergibt sich bei dieser Vorabeinspritzstrategie eine definierte Reihenfolge der nacheinander mit Vorabeinspritzern I versorgten Zylinder, im dargestellten Fall Zylinder 4, Zylinder 1, Zylinder 2 und Zylinder 3. Die Kraftstoffmengen der zugehörigen Vorabeinspritzer I4, I1, I2 und I3 werden durch Multiplikation der Standardmenge mit den fest vorgegebenen Gewichtungsfaktoren bestimmt.

**[0029]** Wenn die Brennkraftmaschine an einer der anderen drei möglichen Stillstands-Winkelpositionen stehen geblieben ist, so ändert sich zwar die Reihenfolge der mit den Vorabeinspritzern versorgten Zylinder. Da jedoch das Drehzahlverhalten während der Startphase in Relation zu den Ansaugphasen der nacheinander öffnenden Einlassventile im wesentlichen immer gleich bleibt, können die Kraftstoffmengen der aufeinanderfolgenden Vorabeinspritzer I immer mit Hilfe derselben Gewichtungsfaktoren bestimmt werden.

**[0030]** Bei dem oben beschriebenen Vorabeinspritzverfahren handelt es sich nur um ein Beispiel einer Vorabeinspritzstrategie, bei der das erfindungsgemäße Verfahren verwendet werden kann. Insbesondere sei nochmals hervorgehoben, dass es zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht erforderlich ist, die Stillstands-Winkelpositionen der Brennkraftmaschine zu kennen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine mit mindestens einem Einspritzventil (2) je Zylinder (7), einer Nockenwelle (5) zur Betätigung der Einlassventile (6), die mit der halben Drehzahl der Kurbelwelle (8) umläuft, einem Kurbelwellensensor (4), der ein den Kurbelwellenwinkel darstellendes Kurbelwellensignal (CRK) mit einem Synchronisationsimpuls (S) je Kurbelwellenumdrehung liefert, und einem zentralen Steuergerät (1), das die Einspritzventile (2) so steuert, dass sie während einer Startphase in einer bestimmten Reihenfolge je einen Kraftstoff-Vorabeinspritzer (I) pro Zylinder (7) und anschließend von dem Steuergerät (1) ermittelte

Kraftstoffmengen im normalen sequentiellen Einspritzbetrieb einspritzen,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffmengen der Vorabeinspritzer (I) in Abhängigkeit von der Reihenfolge der Vorabeinspritzer (I) und den zu erwartenden Luftfüllungen der betreffenden Zylinder (7) unterschiedlich groß vorgegeben werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftfüllungen in Abhängigkeit von den zu erwartenden Drehzahlen (N) der Brennkraftmaschine (3) während den jeweiligen Ansaugphasen der betreffenden Zylinder (7) bestimmt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffmengen der Vorabeinspritzer (I) durch Multiplikation einer Standardmenge mit vorgegebenen Gewichtungsfaktoren bestimmt werden, die jeweils einem Vorabeinspritzer (I) zugeordnet sind.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtungsfaktoren für jeweils eine Baureihe von Brennkraftmaschinen experimentell ermittelt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtungsfaktoren von dem oder den in der Reihenfolge ersten bis letzten Vorabeinspritzer (I) zunehmend größer werden.

#### Claims

1. Method for injecting fuel into a multi-cylinder internal combustion engine with at least one injection valve (2) per cylinder (7), with a camshaft (5) for actuating the inlet valves (6), which rotates at half the rotational speed of the crankshaft (8), with a crankshaft sensor (4), which supplies one crankshaft signal (CRK) representing the crankshaft angle with a synchronization pulse (S) for each revolution of the crankshaft, and with a central control unit (1), which controls the injection valves (2) in such a way that they each inject one preliminary fuel injection (I) per cylinder (7) in a defined sequence during a starting phase and then inject quantities of fuel determined by the control unit (1) in normal sequential injection mode, **characterized in that** different quantities of fuel for the preliminary injections (I) are specified, depending on the sequence of preliminary injections (I) and on the air charges to be expected in the relevant cylinders (7).
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the air charges are determined as a function of the rotational speeds (N) to be expected of the internal

combustion engine (3) during the respective intake phases of the relevant cylinders (7).

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the quantities of fuel for the preliminary injections (I) are determined by multiplying a standard quantity by specified weighting factors, which are each assigned to one preliminary injection (I).
4. Method according to Claim 3, **characterized in that** the weighting factors are determined experimentally for each series of internal combustion engines.
5. Method according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the weighting factors become increasingly large from the first to the last preliminary injection or injections (I) in the sequence.

#### Revendications

1. Procédé d'injection de carburant dans un moteur à combustion interne à plusieurs cylindres, comportant au moins une soupape d'injection (2) par cylindre (7), un arbre à cames (5) pour actionner les soupapes d'admission (6), cet arbre tournant avec une vitesse de rotation moitié de celle du vilebrequin (8), un détecteur de vilebrequin (4), qui fournit un signal de vilebrequin (CRK) représentant l'angle du vilebrequin, comportant une impulsion de synchronisation (S) pour chaque rotation du vilebrequin, et un appareil de commande central (1), qui commande les soupapes d'injection (2) de telle façon qu'elles injectent, pendant une phase de démarrage, dans un ordre séquentiel déterminé, chaque fois un préinjecteur de carburant (I) par cylindre (7) et ensuite injectent des quantités de carburant déterminées par l'appareil de commande (1) au cours d'une opération séquentielle normale d'injection, **caractérisé en ce que** les quantités de carburant des préinjecteurs (I) sont déterminées avec une grandeur différente en fonction de l'ordre séquentiel des préinjecteurs (I) et du remplissage d'air des cylindres concernés (7) à attendre.
2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** les remplissages d'air sont déterminés en fonction des vitesses de rotation à attendre (N) du moteur à combustion interne (3) pendant chaque phase concernée d'admission des cylindres correspondants (7).
3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les quantités de carburant des préinjecteurs (I) sont déterminées en multipliant une quantité standard par des facteurs de pondération prédéfinis.

4. Procédé suivant la revendication 3, **caractérisé en ce que** les facteurs de pondération pour chacune des gammes de construction des moteurs à combustion interne sont déterminés expérimentalement.

5

5. Procédé suivant la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** les facteurs de pondération croissent progressivement, depuis le ou les premiers préinjecteurs (I), dans l'ordre de succession, jusqu'aux derniers préinjecteurs (I).

10

15

20

25

30

35

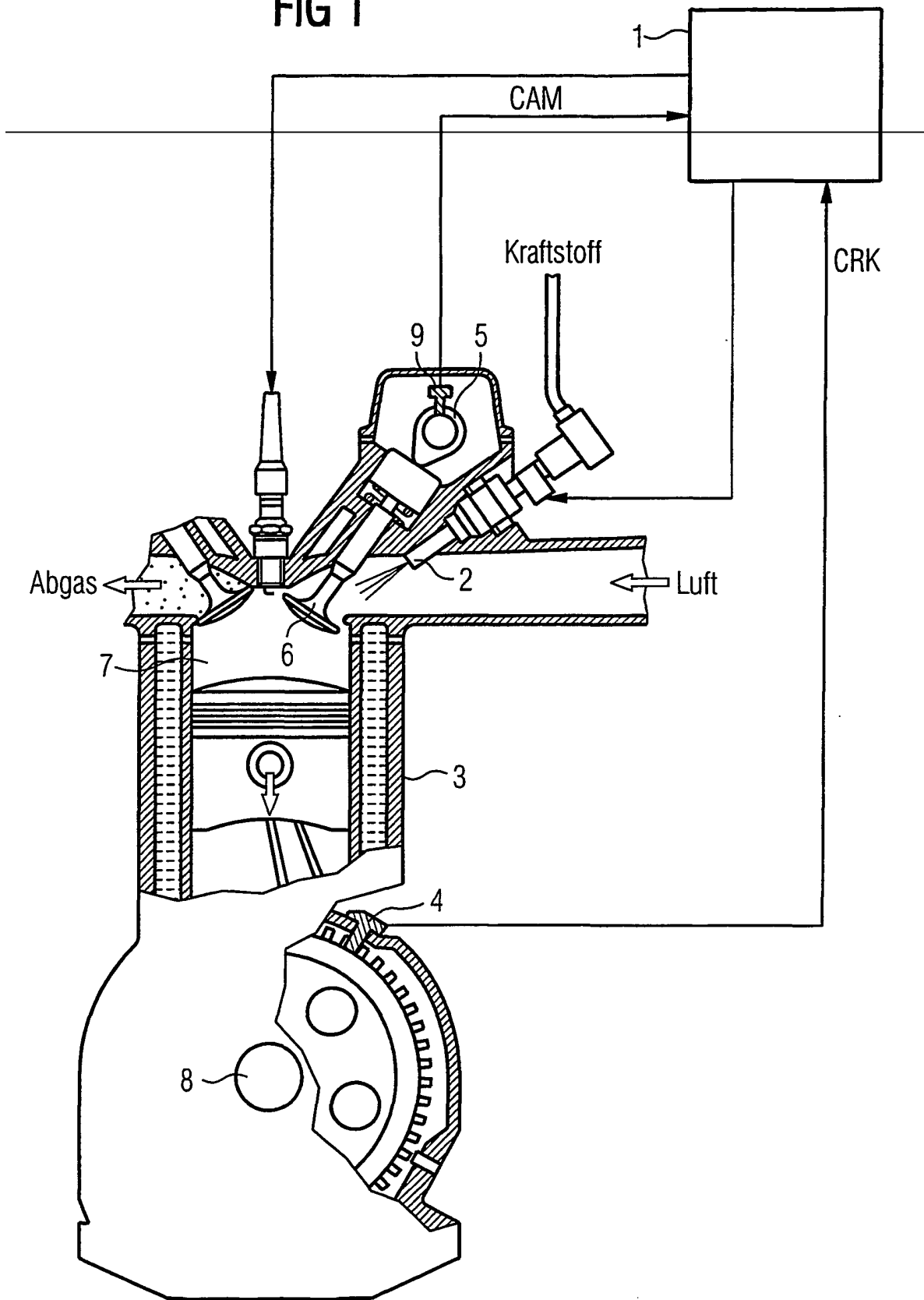
40

45

50

55

FIG 1



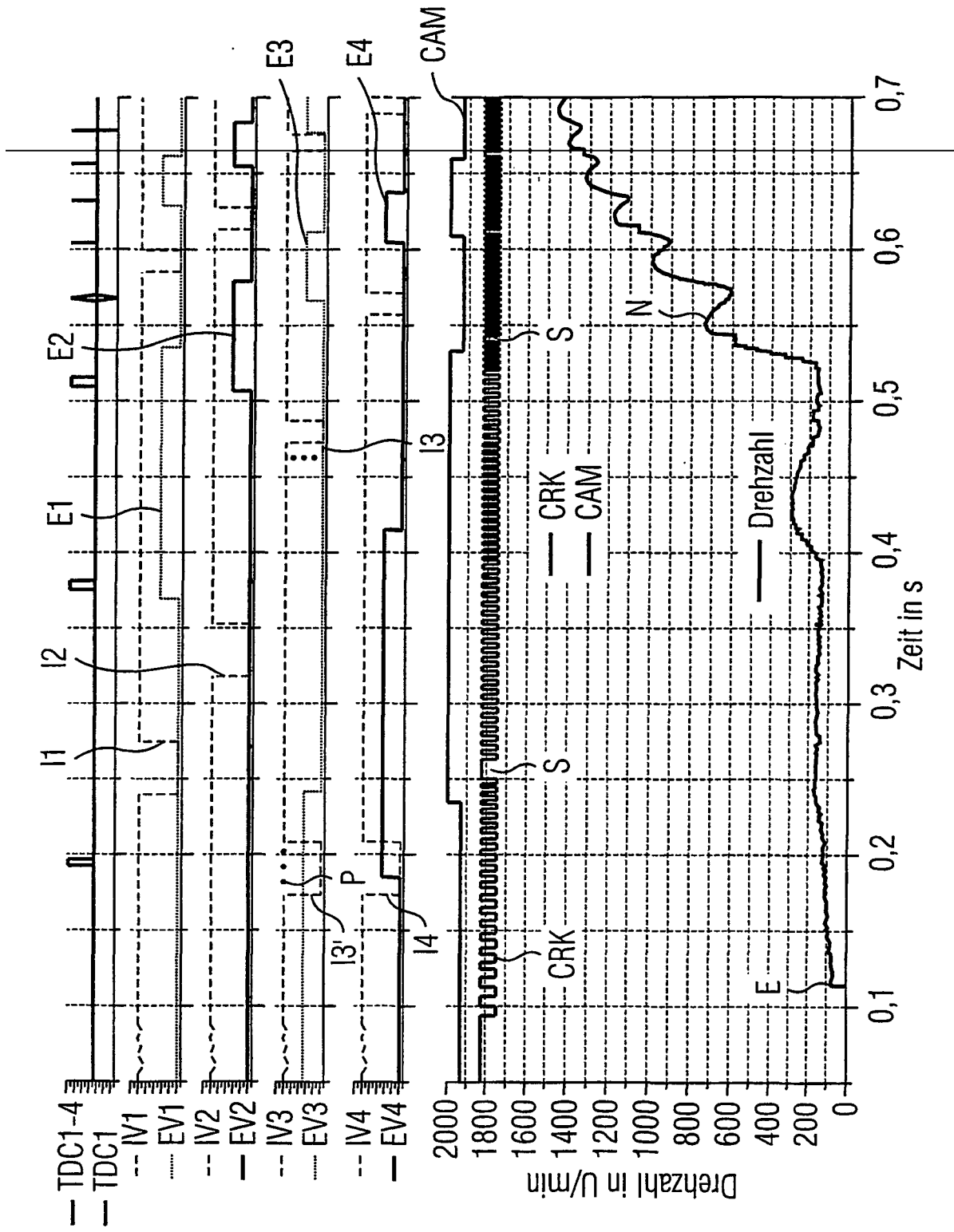


FIG 2