



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 533 979 A1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: **91116460.6**

⑮ Int. Cl. 5: **F02D 41/10, F02D 41/12,
F02D 41/34**

⑯ Anmeldetag: **26.09.91**

⑭ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.03.93 Patentblatt 93/13

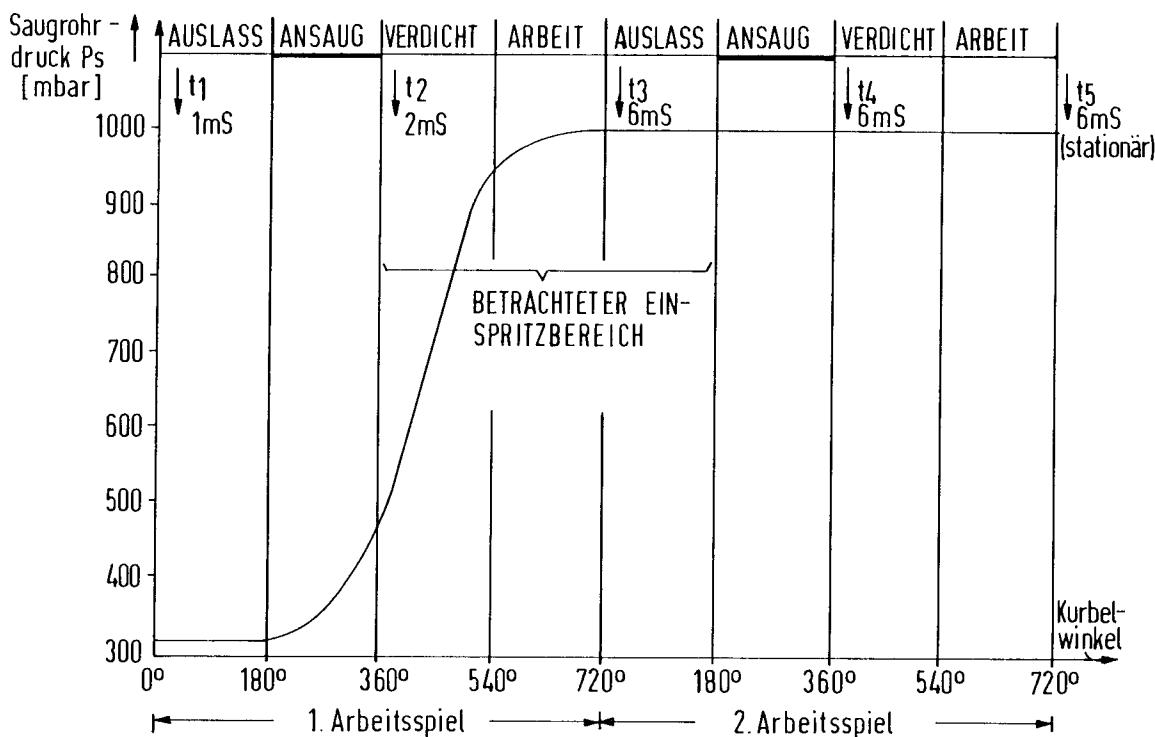
⑰ Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)**

⑯ Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

⑱ Erfinder: **Miener, Björn
An der Kreuzbreite 18
W-8400 Regensburg(DE)**

⑲ **Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine während dynamischer Übergangszustände.**

⑳ Bei einem Verfahren zum Steuern einer Viertakt-Brennkraftmaschine während dynamischen Übergangszuständen mit Gruppeneinspritzung wird eine Korrektur der Gruppeneinspritzzeit durchgeführt. Dabei beruht jeder Teilwert der beiden Einspritzzeiten auf einem Rechenwert, der die halbe Einspritzzeit bei der momentanen Last angibt und jeder Teilwert wird als Summe aus dem Rechenwert und der mit einem Korrekturfaktor bewerteten Differenz zwischen dem Rechenwert und dem letzten Teilwert gebildet; dadurch entspricht die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge annähernd derjenigen Kraftstoffmenge, die bei einer sequentiellen Einspritzung berechnet und ausgegeben würde.



EP 0 533 979 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine während dynamischen Übergangszuständen gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

Ein solches Verfahren der Gruppeneinspritzung ist aus der EP 0 069 386 bekannt.

Im instationären Betrieb, d.h. bei Lastwechsel der Maschine, verändern sich dabei zwischen den

- 5 beiden, um 360° KW versetzten Einspritzungen die Last- und Drehzahlparameter, aufgrund deren die nötige Einspritzzeit (und damit die Menge des einzuspritzenden Kraftstoffes) berechnet wird. Der tatsächliche Bedarf an Kraftstoff eines Zylinders hängt von den Betriebsparametern während des Ansaugvorganges ab. Die aktuellsten Parameter, -d.h. in erster Linie der Saugrohrdruck, der ein Maß für die Last und damit für die Füllung des Zylinders darstellt-, die noch in die Berechnung der Einspritzzeit einbezogen werden
- 10 können, sind diejenigen, die der letzten Berechnung vor dem Ansaugvorgang zugrundelagen. Im instationären Betrieb der Maschine können dabei zwischen den berechneten Einspritzzeiten pro voller Kurbelwellenumdrehung (360° KW) Werte auftreten, die um 200 % differieren. Diese auch als Aktualisierungsfehler bezeichnete Abweichung der Einspritzzeit führt bei positiven Lastgradienten, z.B. bei Beschleunigung der Brennkraftmaschine, zu einem starken Ausmagern des Kraftstoff-Luftgemisches und bei negativen Lastgradienten zu einem starken Überfetten des Kraftstoff-Luftgemisches, auch über mehrere Arbeitsspiele der Brennkraftmaschine hinweg. Im dynamischen Übergangsbetrieb muß also gegenüber den Verhältnissen im stationären Betriebszustand eine einzuspritzende Grundkraftstoffmenge erhöht oder erniedrigt werden.

Durch zusätzliche Funktionen wie Beschleunigungsanreicherung, die bei positiven Laständerungen zusätzlichen Kraftstoff zur Verfügung stellt oder durch Schubreduzierung bei negativen Laständerungen -die

- 20 über die Drosselklappen- oder Laständerungen getriggert werden-, können die oben angeführten Probleme nur teilweise abgedeckt werden.

Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren zum Steuern einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine während dynamischen Übergangszuständen anzugeben, das unter Beibehaltung der Gruppeneinspritzung eine große Genauigkeit für die Zumessung einer für den jeweiligen Lastwechsel benötigten Kraftstoffmenge gewährleistet.

Die erfindungsgemäße Lösung ist im Anspruch 1 gekennzeichnet. Eine vorteilhafte Weiterbildung findet sich im Unteranspruch.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

- 30 Die einzige Figur zeigt in Form eines Diagramms den Verlauf des Saugrohrdruckes p_s eines Zylinders über zwei Arbeitsspiele ($2 \times 720^\circ$ KW) einer Vier-Zylinder-Brennkraftmaschine. Am oberen Rand des Diagramms sind für die beiden betrachteten Arbeitsspiele jeweils die vier Arbeitakte Ausstoßen, Ansaugen, Verdichten und Arbeiten eingetragen. Außerdem sind die jeweils um 360° KW versetzten Einspritzzeitpunkte mit den zugehörigen, z.B. von einer elektronischen Steuerungseinrichtung ohne des erfindungsgemäßen Verfahrens berechneten Einspritzzeiten t_1-t_4 in Form von Pfeilsymbolen eingezeichnet. Die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens wird am Beispiel einer positiven Laständerung (Beschleunigung) der Brennkraftmaschine erläutert.

Bei dem hier betrachteten Beschleunigungsvorgang steigt der Saugrohrdruck von etwa 300 Millibar (mbar) auf annähernd 1000 mbar, einem Druck, der bei Vollast, d.h. vollständig geöffneter Drosselklappe

- 40 auftritt und der dem Umgebungsdruck entspricht. Der zur Verdeutlichung der Erfindung betrachtete Einspritzbereich während des Beschleunigungsvorganges erstreckt sich über 1 1/2 Kurbelwellenumdrehungen und ist im Diagramm mit einer geschweiften Klammer markiert.

Der theoretische Motorbedarf an Kraftstoff bei Gruppeneinspritzung mit zwei Gruppen von Zylindern entspricht in diesem Fall einer Menge, die innerhalb von 2×6 ms eingespritzt wird. Bei sequentieller

- 45 Einspritzung würde der Brennkraftmaschine je Zylinder und Arbeitsspiel einmal Kraftstoff mit der Einspritzzeit von 12 ms zugeführt. Die tatsächliche, der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge während des betrachteten Einspritzbereiches ist zu gering. Die erste Einspritzung (t_2 bei 360° KW) dauerte 2 ms, die zweite Einspritzung (t_3 bei 720° KW) dauerte 6 ms, so daß der Brennkraftmaschine Kraftstoff zugeführt wurde, die während des betrachteten Einspritzbereiches einer gesamten Einspritzzeit von 8 ms entspricht.

- 50 Es wird demgemäß entsprechend einer Einspritzzeit von 4 ms zu wenig Kraftstoff zugeführt, was im Beschleunigungsfall zu einem starken Ausmagern des Kraftstoff-Luftgemisches führt.

Um dies zu vermeiden, wird eine Korrektur der Gruppeneinspritzzeit gemäß der Erfindung durchgeführt. In die Ansaugrohre jeder Gruppe wird bei der Gruppeneinspritzung zweimal je Arbeitsspiel gleichzeitig Kraftstoff eingespritzt, dessen Menge durch die Teilwerte t_r der beiden Einspritzzeiten bestimmt ist. Jeder

- 55 Teilwert beruht dabei auf einem Rechenwert t_r , der die halbe Einspritzzeit bei der momentanen Last angibt. Jeder Teilwert

$$t_{i_n}$$

- 5 wird gebildet als Summe aus dem Rechenwert t_r und aus der mit einem Korrekturfaktor K bewerteten Differenz aus dem Rechenwert

$$t_{r_n}$$

10 und dem letzten Teilwert

$$(t_{i_{n-1}}).$$

- 20 Als Gesamtwert t_g (= Summe zweier aufeinanderfolgender Teilwerte = gesamte Einspritzzeit je Zylinder und Arbeitsspiel) ergibt sich somit

$$25 t_{g_n} = t_{i_n} + (t_{i_{n-1}}), \text{ wobei}$$

$$30 t_{i_n} = t_{r_n} + K (t_{r_n} - t_{i_{n-1}}) \text{ mit}$$

- 35 t_{r_n} als Rechenwert, (= die Hälfte der Einspritzzeit je Zylinder und Arbeitsspiel, die sich aus dem momentanen Lastzustand berechnet).

- Theoretisch entspricht dann die eingespritzte Kraftstoffmenge in den Zylinder, der am nächsten zündet, 40 derjenigen Kraftstoffmenge, die auch bei einer sequentiellen Einspritzung berechnet und ausgegeben würde. Aufgrund von dann auftretenden Regelschwingungen wird die Korrektur nicht zu 100 % durchgeführt, sondern die Differenz zwischen dem Rechenwert und dem letzten Teilwert mit einem Korrekturfaktor K < 1 bewertet. Ein sowohl für die Vermeidung der Regelschwingung als auch für eine in der Praxis ausreichende Korrektur der Gruppeneinspritzung hat sich ein Korrekturfaktor von 0,8 bewährt. Gemäß dem 45 Ausführungsbeispiel würden mit diesem angegebenen Korrekturverfahren zum Zeitpunkt 0° KW ebenfalls 1 ms lang Kraftstoff eingespritzt, bei 360° KW beträgt die Einspritzzeit $2 + (2-1) \times 0,8 = 2,8$ ms und bei 720° KW $6 + (6-2,8) \times 0,8 = 8,56$ ms (gewählter Korrekturfaktor 0,8). Während des betrachteten Einspritzbereiches wird der Brennkraftmaschine Kraftstoff zugeführt, dem eine Einspritzzeit von insgesamt 11,36 ms anstelle der theoretisch benötigten 12 ms entspricht.
- 50 Bezeichnet man die theoretisch nötige Einspritzzeit (12 ms) als Sollwert und die tatsächliche Einspritzzeit als Istwert (8 ms bzw. 11,36 ms), so sinkt der relative Fehler im Falle der unkorrigierten Gruppeneinspritzung von $(12-8)/12 = 33\%$ auf einen Wert $(12-11,36)/12 = 5,3\%$ bei korrigierter Gruppeneinspritzzeit. Durch das erfundungsgemäße Verfahren läßt sich unter Beibehaltung des gegenüber der sequentiellen Einspritzung aufwandärmeren Gruppeneinspritzverfahren eine Korrektur der Gruppeneinspritzzeit erreichen, 55 so daß der Aktualisierungsunterschied zur sequentiellen Einspritzung minimiert ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine während dynamischen Übergangszuständen mit mindesten zwei Gruppen von Zylindern, wobei

- 5 - in die Ansaugrohre jeder Gruppe zweimal je Arbeitsspiel gleichzeitig Kraftstoff eingespritzt wird, dessen Menge durch die Teilwerte der beiden Einspritzzeiten bestimmt ist (Gruppeneinspritzung), und
 - jeder Teilwert

10

$$t_{i_n}$$

auf einem Rechenwert

15

$$t_{r_n}$$

20 beruht, der die halbe Einspritzzeit bei der momentanen Last angibt,
dadurch gekennzeichnet, daß jeder Teilwert

25

$$\left(t_{i_n} \right)$$

gebildet wird als Summe

- aus dem Rechenwert

30

$$\left(t_{r_n} \right)$$

35

und

- aus der mit einem Korrekturfaktor (K) bewerteten Differenz zwischen dem Rechenwert

40

$$\left(t_{r_n} \right)$$

und dem letzten Teilwert

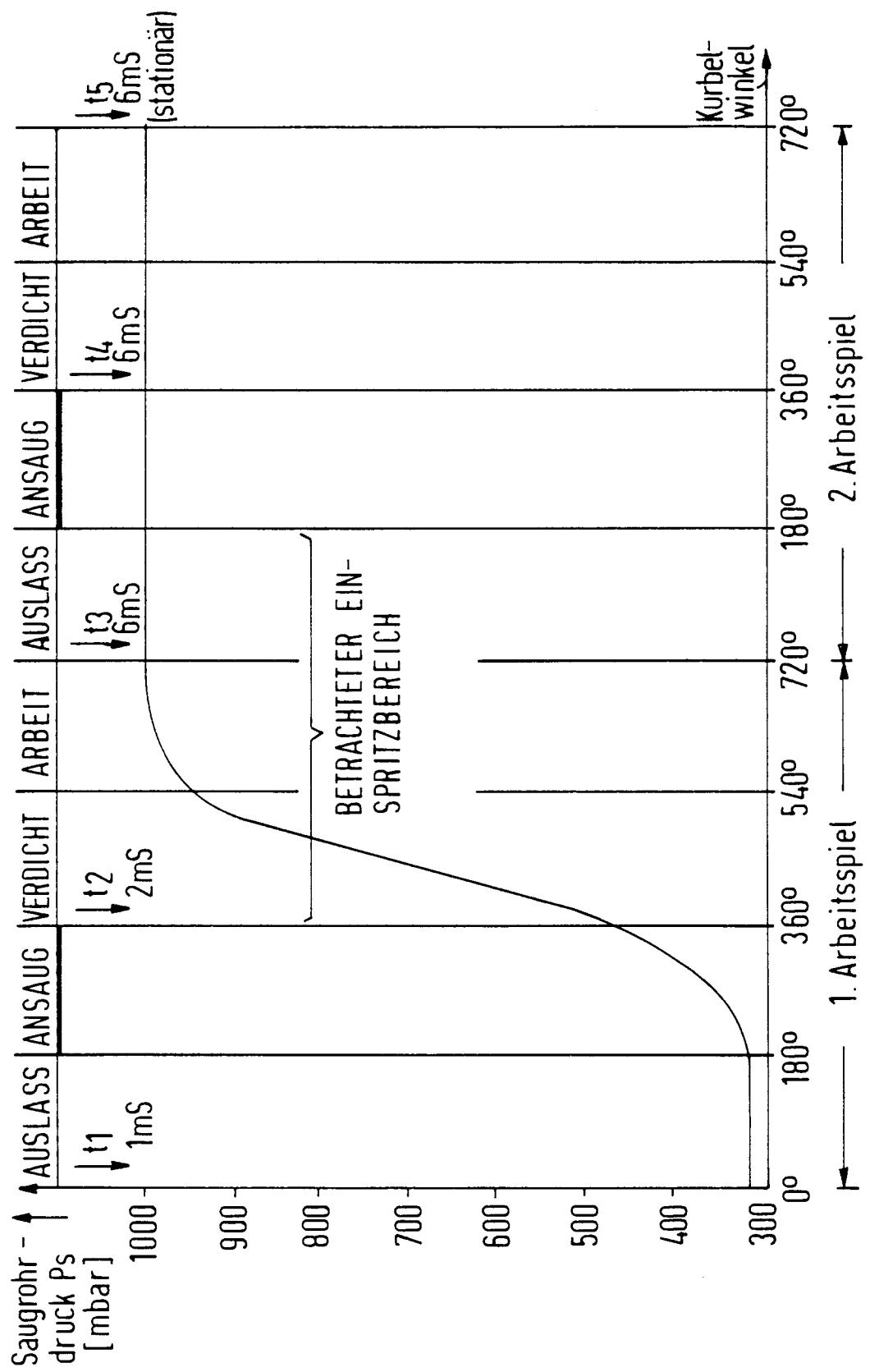
45

$$\left(t_{i_{n-1}} \right) .$$

50

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Korrekturfaktor (K) < 1 ist.

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 11 6460

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)						
Kategorie	Kenzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch							
X	US-A-4 401 087 (IKEURA) * Spalte 3, Zeile 10 - Spalte 4, Zeile 8 * * Spalte 5, Zeile 10 - Spalte 7, Zeile 40 * ---	1,2	F02D41/10 F02D41/12 F02D41/34						
X	EP-A-0 199 181 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) * Spalte 4, Zeile 48 - Spalte 5, Zeile 4 * * Spalte 11, Zeile 7 - Spalte 14, Zeile 24; Abbildungen * ---	1							
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 014 (M-352)22. Januar 1985 & JP-A-59 162 333 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 13. September 1984 * Zusammenfassung * ---	1							
A	US-A-4 961 411 (OSHIAGE ET AL.) -----								
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)						
			F02D						
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchesort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>01 JUNI 1992</td> <td>MOWALED R.</td> </tr> </table>				Recherchesort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	01 JUNI 1992	MOWALED R.
Recherchesort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
DEN HAAG	01 JUNI 1992	MOWALED R.							
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument							
<small>EPO FORM 1500 0032 (P002)</small>									