

⑬



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪

Veröffentlichungsnummer: **0 191 923**  
**B1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **05.09.90**

⑤

Int. Cl.<sup>5</sup>: **F 02 D 41/24**

⑦

Anmeldenummer: **85115451.8**

⑧

Anmeldetag: **05.12.85**

⑨

**Verfahren und Einrichtung zur Steuerung und Regelverfahren für die Betriebskenngrösse einer Brennkraftmaschine.**

⑩

Priorität: **21.02.85 DE 3505965**

⑪

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.08.86 Patentblatt 86/35**

⑫

Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**05.09.90 Patentblatt 90/36**

⑬

Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

⑭

Entgegenhaltungen:  
**EP-A-0 151 768**  
**US-A-4 322 800**  
**US-A-4 348 727**

⑮

Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**Postfach 50**  
**D-7000 Stuttgart 1 (DE)**

⑯

Erfinder: **Kohler, Rolf, Dipl.-Ing.**  
**Breslauerstrasse 13**  
**D-7141 Schwieberdingen (DE)**  
Erfinder: **Schmidt, Peter Jürgen, Dipl.-Ing.**  
**Hermann-Essig-Strasse 106**  
**D-7141 Schwieberdingen (DE)**  
Erfinder: **Schmitt, Manfred, Dipl.-Ing.**  
**Breslauerstrasse 23**  
**D-7141 Schwieberdingen (DE)**

**EP 0 191 923 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Einrichtung zur Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche (vergl. US—A—4 348 727). Die Erfindung baut auf dem Gegenstand der nicht vorveröffentlichten DE—OS 3 408 215 der Anmelderin. Diese bezieht sich auf die Möglichkeit, bei einem gattungsgemäßen Verfahren jeweils in einem Kennfeld gespeicherte und in Abhängigkeit von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine angewählte Werte entsprechend einem Lernvorgang so zu verändern, daß nicht nur lediglich ein einziger vorgegebener Kennfeldwert, sondern auch die in seiner Umgebung liegenden jeweiligen Kennfeldwerte in Abhängigkeit zur Änderung des jeweils betroffenen Kennfeldwertes zusätzlich modifiziert werden. Im einzelnen kann dabei so vorgegangen werden, daß ein Integralregler fortlaufend multiplikativ während des aktuellen Betriebs der Brennkraftmaschine den aus dem Kennfeld ausgelesenen Wert beeinflusst, gleichzeitig aber der multiplikative Korrekturfaktor des Reglers gemittelt wird und beim Verlassen des Einzugsbereichs einer bestimmten Stützstelle im Kennfeld, welches in eine vorgegebene Anzahl von Stützstellen unterteilt ist, und bei welchem Zwischenwerte durch eine lineare Interpolation berechnet werden, wodurch um jede Stützstelle der erwähnte Einzugsbereich definiert ist, dieser Mittelwert in die entsprechende Stützstelle eingearbeitet wird. Es gelingt auf diese Weise, einerseits das Kennfeld durch Änderung der Stützstellen an die vom Regler vorgegebenen Werte anzupassen, so daß der gesamte Bereich der Vorsteuerung adaptiv lernt, andererseits aber zu vermeiden, daß überhaupt nur bestimmte Bereiche des Kennfeldes lernen können, was sonst bei einer Einzelwertanpassung der Fall wäre. Daher wird durch den Gegenstand der DE—OS 3408215 das Problem beseitigt, daß insbesondere bei relative fein unterteilten Kennfeldern einzelne Werte nur sehr selten oder nie angewählt und daher auch nicht angepaßt werden, wodurch das gesamte, der Vorsteuerung entsprechender Betriebskenngrößen dienende Kennfeld im Laufe der Zeit erhebliche Verzerrung erfahren würde.

Allgemein ist es in diesem Zusammenhang bekannt (DE—OS 28 47 021, GB—PS 20 34 930B, EP 151 768 A3, DE—OS 28 12 442), Gemischzumeßsysteme so auszubilden, daß die Dosierung oder Zumessung des Kraftstoffs beispielsweise über sogenannte lernende Regelsysteme erfolgt. Eine solches lernendes Regelsystem enthält in einem Kennfeld abgelegt beispielsweise Werte für die Einspritzung, die dann jeweils beim Starten der Maschine in einen Schreib-Lese-Speicher übertragen werden können. Durch die Kennfelder ergibt sich eine sehr schnell reagierende Vorsteuerung beispielsweise für die Einspritzmenge oder generell für die Kraftstoffzumessung oder auch für andere, möglichst schnell den sich ändernden Betriebsbedingungen einer Brennkraftmaschine anzupassende Größen, auch Zündzeitpunkt, Abgasrückführrate u. dgl. Um hierbei zu lernenden Regelsystemen zu gelangen, können die einzelnen Kennfeldwerte betriebskenngrößenabhängig korrigiert und in den jeweiligen Speicher eingeschrieben werden.

Die folgenden Erläuterungen, die im übrigen mindestens teilweise und aus Gründen einer Vermeidung von Wiederholungen auf den Ausführungen und Feststellungen in der DE—OS 3 408 215 basieren, beziehen sich auf weitere Verbesserungen im Regelverhalten von selbstanpassenden Kennfeldern.

Dabei besitzen selbstoptimierende Einspritzsysteme oder andere Systeme zur Steuerung und Regelung von Betriebskenngrößen eine Kennfeld, hier für die Einspritzzeit, mit den Eingangsgrößen (Adressen), Drehzahl und beispielsweise Drosselklappenstellung, und das Kennfeld ist z.B. in die Bereich Leerlauf, Teillast, Vollast und Schub unterteilt. Im Leerlauf wird die Drehzahl geregelt, im Teillastbereich wird beispielsweise auf minimalen Kraftstoffverbrauch und im Vollastbereich auf maximale Leistung geregelt. Im Schub wird der Kraftstoff abgeschnitten, wobei durch die Anpassung des Kennfeldes an die jeweils vom Regler vorgenommenen Werte allgemein ein Lernverfahren für den schnellen Steuerungsbereich (selbstanpassende Vorsteuerung) eingeführt wird. Der wiederholt erwähnte Regler, dessen Ausgangsgröße für den Bereich der Aktuellen Regelung den jeweils vom Kennfeld in Abhängigkeit zu den ihn ansteuernden Adressen (beispielsweise Drehzahl und Drosselklappenstellung oder Last) herausgegebenen Wert multiplikativ beeinflusst und, vorzugsweise über einen gemittelten Regelfaktor in den Lernbereich der Vorsteuerung (Kennfeld) eingreift, kann jede beliebige, geeignete Istwertgröße der Regelstrecke als Eingangsgröße auswerten; ist die Regelstrecke eine Brennkraftmaschine, wie beim vorliegenden Anwendungsfall, dann kann die als Istwert jeweils ausgewertete Maschinvariable das Ausgangssignal einer Lambda- oder einer sonstigen geeigneten Sonde im Abgaskanal sein, oder die Drehzahl der Brennkraftmaschine, wenn durch eine Extremwertregelung (Wobbelung) bestimmter geregelter Betriebskenngrößen (Einspritzzeitdauer  $t_i$ , Luftmenge u. dgl.) auf minimalen Kraftstoffverbrauch oder maximale Leistung abgestellt wird — solche Regelverfahren sind in der DE—OS 3 408 215 ebenfalls umfassend beschrieben.

Weiterhin ist aus der US—PS 4 348 727 ein lernendes Regelsystem bekannt, das für die Kraftstoffdosierung u. a. zwei Faktoren  $K_2$  und  $K_3$  verwendet.  $K_2$  wird bestimmt aus dem Ausgangssignal einer Lambda-Sonde und  $K_3 = K_3(n, Q)$  bilden ein Kennfeld über der Drehzahl ( $n$ ) und der angesaugten Luftmenge ( $Q$ ). Ein Teil dieses Kennfeldes kann beeinflusst werden durch Multiplikation mit einer Konstanten. Eine Änderung eines Kennfeldwertes  $K_3(N, M)$  um einen Wert  $3 \cdot \Delta$  führt bei benachbarten Kennfeldwerten  $K_3(N + 1, M + 1)$ ,  $K_3(N + 2, M + 2)$  zu Änderungen um den Wert  $2 \cdot \Delta$  bzw.  $\Delta$ . Zu

verbessern bleibt dabei noch, daß eine Beeinflussung der Kennfeldwerte durch Größen erfolgt, die aufgrund von Betriebskenngrößen bestimmt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Lernverfahren bei selbstanpassenden Kennfeldern zu verbessern und durch die Einführung zusätzlicher Möglichkeiten die Dauer der adaptiven Übernahme entscheidend zu verkürzen, insbesondere möglichst schnell auf solche Einflußfaktoren bei Kennfeldänderungen zu reagieren, die ausgedehnte Kennfeldbereiche in der gleichen Weise beeinflussen.

#### Vorteile der Erfindung

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst mit dem Vorteil, daß gerade bei den Hauptanteil der Kennfeldänderungen ausmachenden, multiplikativ und/oder additiv wirkenden Störgrößen das gesamte Kennfeld über die Einführung eines sogenannten globalen Faktors wesentlich schneller angepaßt werden kann als über eine, wenn auch den jeweiligen Einzugsbereich miterfassende Anpassung der jeweiligen Einzelwerte oder Stützstellen. Ferner ergibt sich auch eine schnellere und entsprechend genaue Anpassung solcher Kennfeldbereiche, die nur selten oder sehr selten angesteuert werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung verliegender Erfindung besteht darin, daß durch eine Unterteilung in ein Grunkdkennfeld und in ein die Selbstanpassung (das adaptive Lernen) realisierendes Faktorkennfeld die üblicherweise im Bereich des Grundkennfelds durchzuführende Interpolation keine störenden Einflüsse auf das Lernverfahren ausüben kann, wobei das selbstanpassende Kennfeld (Faktorkennfeld) vor allem die Berücksichtigung von additiven Einflüssen und Störgrößen ermöglicht, während multiplikative Einflüsse, die einen gleichförmigen Anteil der Störeinflüsse üblicherweise bilden, durch eine Kombination mit dem weiter vorn schon erwähnten globalen Faktor berücksichtigt werden können, so daß sich insgesamt eine schnelle und optimale Anpassung unter Berücksichtigung additiver und multiplikativer Einflüsse realisieren läßt.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den Hauptansprüchen und nebengeordneten Ansprüchen angegebenen Aspekte vorliegender Erfindung möglich.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 stark schematisiert als Blockschaltbild das Grundprinzip eines kombinierten Steuer- und Regelverfahrens zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, wobei von der aktuellen Regelung abgeleitet auch in den Bereich der schnellen Vorsteuerung zur Erzielung einer relativ langsam verlaufenden Selbstanpassung des bei dieser Vorsteuerung beispielsweise vorgesehenen Kennfeldes eingegriffen wird (adaptives Lernen), Fig. 2 ein erstes, sofort eine Kombination bevorzugter Lernverfahren angegebendes Ausführungsbeispiel als Blockschaltbild, mit einer Darstellung der Möglichkeiten, wie vom Selbstanpassungsbereich auf den Vorsteuerwert der jeweils betroffenen Betriebskenngröße eingewirkt werden kann, Fig. 3 ein detaillierteres Ausführungsbeispiel zur Ermittlung eines globalen Faktors, der die vom Kennfeld ausgegebene Vorsteuergröße ergänzend beeinflusst, wobei als ein mögliches Regelverfahren eine Extremwertregelung zugrundegelegt ist, Fig. 4 Kurvenverläufe zur Erreichung des Endwertes des globalen Faktors in Abhängigkeit zu einem dessen Berechnung dienendem Einflußfaktor, die Figuren 5 und 6 den Verlauf des Einschwingverhaltens des globalen Faktors in Abhängigkeit zur Anzahl der jeweiligen Durchläufe bei einem zugrundegelegten Rechnungsverfahren und einem vorgegebenen Wert des Einflußfaktors, Fig. 7 ebenfalls das Einschwingverhalten des globalen Faktors bei einem anderen Wert des einflußfaktors, Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer selbstanpassenden Vorsteuerung, wobei die Selbstanpassung mit Hilfe eines Faktorkennfeldes durchgeführt wird, Fig. 9 in dreidimensionaler Darstellung die Abhängigkeit hier speziell von Kraftstoffeinspritzimpulsen von Drosselklappenstellung und Drehzahl (Bereich Vorsteuerung —  $t_i$  — Kennfeld), Fig. 10 bei a) einen Auszug aus dem Grundkennfeld mit Fahrkurve und Darstellung des Einzugsgebiets für eine aktuelle Stützstelle und bei b) den Verlauf des Regelfaktors über der Zeit mit Darstellung des Übernahmezeitpunktes zur Stützstellenanpassung, Fig. 11 zeigt in Form eines Blockschaltbildes ein erstes Ausführungsbeispiel zur Ermittlung des globalen Faktors aus dem Regelfaktor, und Fig. 12 zeigt als zweites Ausführungsbeispiel die Ermittlung des globalen Faktors aus einem zusätzlichen Faktorkennfeld und das Zusammenwirken der einzelnen Größen zur Beeinflussung des ausgegebenen Vorsteuerwerts.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die verschiedenen Formen und Varianten der vorliegenden Erfindung ergänzen den in der Hauptanmeldung ausführlich erläuterten Grundgedanken in zwei verschiedenen, wesentlichen Aspekten, nämlich einmal, vereinfacht ausgedrückt, durch Aufteilung des selbstanpassenden Kennfeldes in ein nicht veränderbares Grundkennfeld und in ein dazugehöriges, veränderbares Faktorkennfeld, wobei der jeweils ausgelesene, bestimmten Eingangsadressen zugeordnete Grundwert und der aus dem Faktorkennfeld gewonnene, den gleichen Eingangsadressen zugeordnete Faktor miteinander multipliziert werden, sowie, als zweiten Aspekt, die Möglichkeit, einen auf das gesamte Kennfeld wirkenden, vorzugsweise

multiplikativ und/oder additiv wirkenden globalen Faktor zu definieren.

Ferner wird darauf hingewiesen, daß die in dem Zeichnungen jeweils dargestellten, diskreten Schaltstufen oder Blöcke dazu dienen, deren funktionelle Grundwirkungen zu veranschaulichen und spezielle Funktionsabläufe in einer möglichen Realisierungsform anzugeben. Es versteht sich, daß einzelne Bausteine, Komponenten oder Blöcke in analoger, digitaler oder auch hybrider Technik aufgebaut sein können, oder auch, ganz oder teilweise zusammengefaßt, entsprechende Bereiche von programmgesteuerten digitalen Systemen oder Programmen sein können, beispielsweise also realisiert werden können durch Mikroprozessoren, Mikrorechner, digitale Logikschaltungen u. dgl. Die im folgenden angegebene Beschreibung der Erfindung ist daher lediglich als bevorzugtes Ausführungsbeispiel bezüglich des funktionellen Gesamt- und Zeitablaufs, der durch die jeweiligen besprochenen Blöcke erzielten Wirkungsweise und bezüglich des jeweiligen Zusammenwirkens der durch die einzelnen Komponenten dargestellten Teilfunktionen zu werten, wobei die Hinweise auf die Schaltungsblöcke aus Gründen eines besseren Verständnisses erfolgen.

Fig. 1 zeigt ein kombiniertes Steuer- und Regelsystem für den Betrieb einer Brennkraftmaschine, nämlich fremdgezündeter Otto-Motor oder selbstzündender Dieselmotor, jeweils mit inermittierender oder kontinuierlicher Einspritzung durch eine Kraftstoffeinspritzanlage oder durch Zuführung des Kraftstoffs durch beliebige Kraftstoffzumeßmittel (gesteuerter Vergaser), wobei die folgenden Ausführungen sich im wesentlichen mit der Kraftstoffzumessung, noch genauer mit der Erstellung von in ihrer Dauer jeweils zu bestimmenden Kraftstoffeinspritzimpulsen  $t_i$ , beschäftigen, das kombinierte Steuer- und regelverfahren aber auch für die Erstellung und Bemessung anderer Betriebskenngrößen insbesondere einer Brennkraftmaschine mit Vorzug Anwendung finden kann, beispielsweise bei der Zündzeitpunktregelung, der Ladedruckregelung, der Bestimmung der Abgasrückführungsrate oder auch der Leerlaufregelung.

Das Blockschaltbild der Fig. 1 läßt sich in einen (Vor)Steuerungsbereich 10 für die schnelle Erstellung heir eines Vorsteuerwertes  $t_e$  für die Kraftstoffeinspritzung und in einen der Steuerung überlagernden Regelungsbereich 11 unterteilen, der den vom Kennfeld in Abhängigkeit der zugeführten Adressen, die ihrerseits wieder von Betriebsgrößen abhängen, erstellten jeweiligen Kennfeldwert bei 13 multiplikativ beeinflusst. Da der Regler 14 allerdings in jedem Arbeitspunkt neu einschwingen muß, ist, wie schon in der DE—OS 3408215 beschrieben, der Vorsteuerbereich 10 ergänzend so asugelegt, daß ein Block 15 für adaptives Lernen aus dem Reglerausgangswert vorgesehen ist, der eine Selbstanpassung der Kennfeldgrößen für die jeweiligen Betriebspunkte bewirkt, so daß die durch den Regler 14 normalerweise so schnell wie möglich ausgeregelte Fehlanpassung des Grundkennfeldes 12 zunehmend geringer wird.

In der DE—OS 3408215 ist im einzelnen erläutert, wie die adaptiven Korrekturen der jeweiligen Kennfeldwerte bewirkt werden mit der Maßgabe, in die Umgebung von jeweils geänderten Kennfeldwerten fallende weitere Kennfeldwerte (Einzugsbereich) in Abhängigkeit zu der Änderung des jeweiligen Kennfeldwertes zusätzlich zu modifizieren, vorzugsweise gewichtet zu modifizieren, so daß sich eine schnelle und genaue Anpassung des Kennfeldes an die aktuellen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine 16 ergibt.

Um eine schnelle Optimierung der Kennfeld-Selbstanpassung sicherzustellen bei Berücksichtigung sowohl von additiven als auch multiplikativen Störeinflüssen, schlägt die vorliegende Erfindung entsprechend Fig. 2 im wesentlichen die beiden, weiter vorn schon genannten, unterschiedliche Aspekte der Erfindung wiedergebenden Ausgestaltungen vor, nämlich den Block 15 für das adaptive Lernen der Vorsteuerung, also des Kennfeldes, so auszubilden, daß, wie am Beispiel der in Fig. 2 gezeigten elektronischen Benzineinspritzung mit überlagerter Lambda-Regelung, Extremwertregelung o.dgl. dargestellt, das Lernverfahren für das Kennfeld eine Spezialisierung erfährt, wie folgt:

1. Die Einspritzzeit wird, wie bisher auch, durch ein Grundkennfeld 20 dargestellt, welches bevorzugt ein Nur-Lesespeicher (ROM) ist, der durch zugeführte Betriebsgrößen, bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Drehzahl  $n$  und einer Lastgröße ( $Q_L$  oder Drosselklappenstellung  $\alpha$ ) adressiert wird und, je nach Anzahl der in ihm vorhandenen Stützstellen und Anzahl der Interpolationsschritte in der entsprechend gewünschten Quantisierung einen Vorsteuerwert ( $T_K$ ) der zu diesen Adressen jeweils gehörenden Kraftstoffmenge ausgibt.

2. Die Selbstanpassung (das adaptive Lernen) erfolgt mit Hilfe eines separaten sog. Faktorkennfelds 21, welches bevorzugt ein Schreiblesespeicher (RAM) ist und der ebenfalls und daher parallel von den gleichen Adressen (hier Drehzahl  $n$  und Last) angesteuert ist, wie das Grundkennfeld 20 auch. Vorzugsweise wird hierzu das Grundkennfeld 20 in bestimmte Bereiche vorgegebener Größe eingeteilt, wobei jedem Bereich ein Faktor aus dem Faktorkennfeld zugeordnet wird. Innerhalb dieser Bereiche wird dann die Ausgangsgröße  $t_k$  des Grundkennfeldes mit dem jeweiligen, vom Faktorkennfeld ausgegebenen Faktor  $F$  an einer Einwirkungsstelle 22, vorzugsweise Multiplizierstelle, multipliziert.

3. Dabei erfolgt die Anpassung durch das Faktorkennfeld nur in stationären Betriebspunkten.

4. Der zweite grundlegende erfindungsgemäße Aspekt, der in Fig. 2 gleich mitangegeben ist, besteht darin, daß hauptsächlich zur Berücksichtigung multiplikativ einwirkender Störgrößen, also Störgrößen, die gleichförmig das gesamte Kennfeld beeinflussen können, durch einen sog. globalen Faktor berücksichtigt werden, der das gesamte Grundkennfeld 20 multiplikativ beeinflusst. Die Bildung des globalen Faktors kann dabei entweder abgeleitet werden aus dem gemittelten Wert des vom Regler 23 stammenden Regelfaktors  $RF$  oder aus dem schon erwähnten Faktorkennfeld 21, wobei der globale Faktor als Block 24 dargestellt ist

und seine multiplikative Einwirkungsstelle auf den durch den jeweiligen Faktor F schon korrigierten Kennfeldwert  $T_K$  bei 25 hat.

Die Ausführungsform der Fig. 2 vervollständigt sich dann noch durch die Regelschleife, gebildet von dem schon erwähnten Regler 23, der von einer geeigneten Meßeinrichtung 26 angesteuert ist, die eine als  
5 Istwert der Regelstrecke 'Brennkraftmaschine' zu behandelnde Ausgangsgröße (Lambda-Wert, Drehzahl, genauer gesagt Drehzahlschwankungen bei einer noch zu erläuternden Extremwertregelung oder dergleichen) erfaßt. Demnach ergibt sich entsprechend der Gesamtdarstellung der Fig. 2 — es versteht sich, daß die beiden Aspekte Faktorkennfeld und globaler Faktor auch für sich getrennt jeweils  
10 erfinderische Bedeutung haben, und selbstverständlich unabhängig voneinander eingesetzt werden können und in der Darstellung der Fig. 2 lediglich zur Gewinnung eines besseren Verständnisses für die erfindungsgemäße Gesamtkonzeption in ihrer gegenseitigen Einwirkung auf die Beeinflussung des Vorsteuerwerts dargestellt sind — die endgültige Einspritzzeit  $t_i$  entsprechend Fig. 2 nach der folgenden Formel

$$15 \quad t_i = t_K \cdot F \cdot GF \cdot RF$$

Der globale Faktor GF wirkt multiplikativ und/oder additiv auf jeden der vom Kennfeld ausgegebenen Vorsteuerwerte; der aus dem Faktorkennfeld 21 herrührende Faktor F wirkt nur insoweit lokal. Deshalb auch die parallele Ansteuerung mit den gleichen Eingangsadressen wie beim Grundkennfeld 20. Neben der  
20 mit 27 in Fig. 2 bezeichneten, die Regelstrecke bildenden Brennkraftmaschine ist noch ein Mittelwert-Bildungsblock 28 für den Regelfaktor RF vom Ausgang des Reglers 23 vorgesehen; dabei kann dann der globale Faktor aus dem jeweils gemittelten Regelfaktor RF oder aus dem Faktorkennfeld abgeleitet werden.

Im folgenden wird anhand der Darstellung der Fig. 3 genauer auf ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines selbstanpassenden Kennfeldes mit Korrektur durch den globalen Faktor GF eingegangen sowie auf  
25 ein erstes mögliches Bestimmungs- oder Rechenverfahren für den Wert des globalen Faktors. Dabei zeigt die Darstellung der Fig. 3 detaillierter die Erzeugung eines Kraftstoffeinspritz-Vorsteuerwerts mit überlagerter Regelung einer Brennkraftmaschine, wobei diese Regelung, anders als beim Ausführungsbeispiel der Fig. 3 speziell als Extremwertregelung ausgebildet ist. Es sei noch bemerkt, daß in den Zeichnungen die jeweiligen Komponenten oder Blöcke dann, wenn sie von gleichem Aufbau sind und  
30 gleiche Funktionen erfüllen, identische Bezugszeichen tragen; unterscheiden sie sich in beiden lediglich geringfügig, dann weisen sie zusätzlich einen Beistrich oben auf. In Fig. 3 erfolgt die Steuerung der der Brennkraftmaschine 27 als Regelstrecke zuzumessenden Kraftstoffmenge über eine Kennfeld 12, dem wiederum als Eingangsgrößen (Adressen) die Drehzahl  $n$  und die Drosselklappenstellung  $D_K$  (auch als Winkel  $\alpha$  angebbare) zugeführt werden. Die Drosselklappe 29 ist von einem Fahrpedal 30 angesteuert. Die im  
35 Kennfeld abgespeicherte Einspritzzeit  $t_i$  wird über Einspritzventile 31 in eine entsprechende Kraftstoffmenge  $Q_K$  umgesetzt; diese Kraftstoffmenge sowie die von der Drosselklappenstellung bestimmte Luftmenge  $Q_L$  werden der Brennkraftmaschine 27 zugeführt, wobei in Abhängigkeit vom Lambda-Wert des Luftkraftstoffgemisches ein gewisses Drehmoment  $M$  bewirkt wird. Die Regelstrecke Brennkraftmaschine 27 kann dabei angenähert durch ihre durch den Block 27a dargestellte  
40 Integratorwirkung angenähert werden. Die Ausgangsgröße (Drehzahl  $n$ ) der Brennkraftmaschine dient dann neben der Drosselklappenstellung wieder als Ansteuergröße für das Kennfeld 12.

Dieses bisher beschriebene, reine Steuerungsverfahren wird durch eine auf dem Grundprinzip einer Extremwertregelung basierenden Regelung überlagert (es ist schon darauf hingewiesen worden, daß hier  
45 auch mit anderen Brennkraftmaschinen-Istwertausgangsgrößen gearbeitet werden kann, etwa Zusammensetzung des Abgases, Laufunruhe o. dgl.). Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel einer Extremwertregelung werden entweder die Luftmenge  $Q_L$  (beispielsweise über einen Bypass) mit einem vorgegebenen Hub  $\Delta Q_L$  oder die Einspritzzeit  $t_i$  mit einem Hub  $\Delta t_i$  gewobbeln. Hierzu notwendige Testsignale werden von einem Testsignalgenerator 32 erzeugt, wobei diese, je nach Art der  
50 Extremwertregelung, entweder auf die Kraftstoff- oder die Luftmenge wirkt, mit einer Wobbelfrequenz, die konstant oder aber drehzahlabhängig gewählt werden kann. Durch diese jeweiligen periodischen Änderungen von Luftmenge  $Q_L$  oder der der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge ergeben sich, wie ohne weiteres einzusehen, Drehmomentänderungen, die auch als Drehzahländerungen durch eine Meßeinrichtung 33 erfaßt werden können, die diese Drehzahländerungen analysiert und in geeigneter  
55 Weise durch Amplituden und/oder Phasenauswertung auf die Wobbelfrequenzen und den Wobbeleinfluß bezieht. Der Meßeinrichtung 33 ist eine Sollwert-Istwertvergleichsstelle 34 nachgeschaltet, deren Ausgang mit einem Regler 35 verbunden ist, der einen Regelfaktor RF erzeugt, der unmittelbar für die Beeinflussung der vom Kennfeld ausgegebenen Werte dienen kann. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird allerdings unterschiedlich verfahren, worauf gleich noch eingegangen wird.

Dem vorzugsweise als Integrator ausgebildeten Regler 35 ist ein Block 36 zur Mittelwertbildung des  
60 Regelfaktors nachgeschaltet, der mit seinem Ausgang RF über einen Schalter S1 einzelne Kennfeld- bzw. Stützstellenwerte des Kennfeldes 12 beeinflusst. Die Beeinflussung kann dabei so erfolgen, wie in der DE-OS 3408215 ausführlich erläutert, insbesondere also mit abnehmender Gewichtung im Umfeld des jeweils betroffenen Kennfeld- oder Stützstellenwerts.

Ein Block 37 Bereichserkennung, der parallel von den Eingangsgrößen oder Adressen des Kennfeldes  
65 12 angesteuert ist, dient zur Betätigung des Schalters S1 und weiterer Schalter S2 und S3, durch welche der

## EP 0 191 923 B1

Mittelwertbildner 36 und der Regler 35 auf jeweilige Anfangswerte zurückgesetzt werden können. Die Bereichserkennung 37 stellt fest, in welchem Bereich (auch Leerlauf, Teillast, Vollast und Schub) oder Einzugsbereich einer Stützstelle (1/2 Stützstellenabstand) sich die durch die Eingangsdaten  $D_K$  und  $n$  zum Kennfeld 12 definierte Fahrkurve befindet und gibt dementsprechend die Einarbeitung des jeweils gemittelten Korrekturwerts  $\bar{R}\bar{F}$  in die zuletzt angesteuerte Stützstelle des Kennfeldes 12 und, über eine Querverbindung 38, zu einem Block 39 für die globale Faktorbildung, frei; bei gleichzeitiger Rücksetzung von Regler 35 und Mittelwertbildner 36 auf ihre Anfangswerte.

Bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel wirken die Ausgangsgröße GF des Blocks 39 für die globale Faktorbildung und der Regelfaktor RF als Ausgang des Reglers 35 nicht getrennt über jeweilige multiplikative Einflußstellen auf den Vorsteuerwert  $t_e$  aus dem Kennfeld 12 ein, sondern sind an einer gesonderten Multiplizier- oder auch Addierstelle 40 zusammengeführt und beeinflussen dann gemeinsam an der Multiplizierstelle 41 den jeweiligen  $t_e$ -Wert im Sinne einer Gesamtkorrektur. Daher erfolgt bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel die Ermittlung des globalen Faktors GF aus dem Wert des gemittelten Regelfaktors, und zwar so, wie im folgenden im einzelnen genauer erläutert.

Verfahren I zur Ermittlung des globalen Faktors GF

Bei Auftreten einer Kennfeldänderung wird festgestellt, in welchem Maß des Kennfeld verändert worden ist, wobei ein wählbarer, also vorgebbare Prozentsatz dieser Änderung in den globalen Faktor GF übernommen wird. Jeder aus dem Kennfeld gewonnene oder interpolierte Steuerwert wird dann mit diesem globalen Faktor GF (über die Einfluß- oder Multiplizierstellen 40, 41) multipliziert, so daß der Faktor wie eine multiplikative Verschiebung aller Stützstellen wirkt.

Entsprechend der Darstellung der Fig. 3 bildet der I-Regler 35 aus der Regeldifferenz den Regelfaktor RF, der über 40, 41 fortlaufend die aus dem Kennfeld interpolierte Stellgröße multiplikativ beeinflusst, wobei zunächst, nämlich zur Kennfeldadaption, bei einer Änderung der Motordrehzahl bzw. der Drosselklappenstellung und einem hierdurch bewirkten Verlassen des Einzugsbereichs einer Stützstelle der gemittelte Regelfaktor  $\bar{R}\bar{F}$  in das Kennfeld eingearbeitet wird, was nach der folgenden Formel geschieht

$$SS_{\text{neu}} = SS_{\text{alt}} \cdot \bar{R}\bar{F} \text{ mit } SS = \text{Stützstellenwert}$$

Aus der Herleitung dieser Formel wird weiter unten eingegangen; gleichzeitig wird eine Teil dieser Korrektur auch in den globalen Faktor GF übernommen, wobei der Block 39 für die globale Faktorbildung entsprechend ausgebildet ist, beispielsweise auch als Mikroprozessor oder Mikrocomputer, um die entsprechenden Rechenarbeiten durchzuführen. Der globale Faktor wird dabei nach der folgenden Näherungsformel bestimmt:

$$GF_{\text{neu}} = GF_{\text{alt}} + a \cdot (\bar{R}\bar{F} - 1) \text{ mit } a = \text{Einflußfaktor}$$

Auch diese Formel wird weiter unten noch genauer erläutert; der globale Faktor erhält demnach ein Integratorverhalten mit einer großen Zeitkonstante. Da eine Veränderung des globalen Faktors nur jeweils beim Kennfeldangleich durchgeführt wird, ist auch sichergestellt, daß ein größerer Kennfeldbereich zur Ermittlung des globalen Faktors herangezogen wird. Der globale Faktor und der Regelfaktor werden multiplikativ, wie in Fig. 3 bei 40 gezeigt, zu einer Gesamtkorrekturgröße verknüpft, die dann ebenfalls (bei 41) multiplikativ auf den aus dem Kennfeld interpolierten Steuerwert einwirkt.

Allgemein können Änderungen auf die Werte des Sollkennfeldes durch Einflüsse hervorgerufen werden, die vorzugsweise multiplikativ, was nämlich den Hauptanteil der Kennfeldänderungen überhaupt ausmacht, die aber auch additiv auf das gesamte Kennfeld wirken können, oder die die Struktur des Kennfeldes verändern. Untersuchungen haben ergeben, daß, obwohl die beiden Einflußgrößen nur zum Teil getrennt werden können, eine optimale Korrektur der beiden Einflüsse durch das Nachführen der Stützstellen und des globalen Faktors vorgenommen werden kann. Dabei wird allerdings, je vollständiger eine multiplikative Beeinflussung des Kennfeldes durch den globalen Faktor erfaßt wird, die Einschwingzeit umso größer. Es ist daher sinnvoll, einen Kompromiß bei einer etwa 50 %igen multiplikativen Beeinflussung durch den globalen Faktor vorzunehmen, während der Rest durch Änderung der Stützstellen Berücksichtigung findet. Man erzielt daher durch die Einführung des globalen Faktors zusätzlich zu der Stützstellen-Adaption eine wesentlich bessere Kennfeldanpassung.

Wird das Fahrzeug über längere Zeiträume abgestellt, dann kann während dieser Zeit eine relativ starke Kennfeldverschiebung, beispielsweise durch veränderten Luftdruck, Temperatur u. dgl. auftreten. Wird eine solche "globale Änderung" nach dem Start teilweise auch in das Kennfeld mitübernommen, bis der globale Faktor neu ermittelt ist, dann ist nicht auszuschließen, daß sich hierdurch eine Verfälschung einer bereits richtig angeglichenen Kennfeldstruktur ergibt. Die Erfindung sieht daher Mittel vor, während einer gewissen Zeit nach dem Start ausschließlich den globalen Faktor zu ermitteln, was über dem Block Bereichserkennung 37 erfolgen kann, und erst dann, wenn der neue Wert des globalen Faktors erfaßt worden ist, auch das Kennfeld wieder zu aktualisieren. Damit andererseits vermieden werden kann, daß der globale Faktor auch dann neu ermittelt wird, wenn das Fahrzeug nur kurzfristig abgestellt worden ist, wird die weiter oben beschriebene Funktion der Ermittlung des globalen Faktors nur nach dem Warmlauf der Brennkraftmaschine aktiviert.

## EP 0 191 923 B1

Die Ermittlung und Berechnung des globalen Faktors GF kann nach dem folgenden Grundprinzip durchgeführt werden:

Bei jedem Kennfeldangleich wird ein wählbarer Prozentsatz  $a$  des Regelfaktors in den globalen Faktor übernommen, nach folgender Formel oder Vorschrift:

5

$$1) \text{ GF neu} = \text{GF alt} * f(a, \overline{RF}).$$

mit der Forderung, daß bei  $1/a$  maliger Anwendung der Vorschrift 1) der gesamte (gemittelte) Regelfaktor übernommen werden soll.

10

$$f(a, \overline{RF})^{1/a} = \overline{RF}$$

15 bzw.

$$2) f(a, \overline{RF}) = \overline{RF}^a$$

20 d.h. der globale Faktor wird bei jedem Angleich mit  $\overline{RF}^a$  multipliziert;

$$3) \text{ GF neu} = \text{GF alt} * \overline{RF}^a$$

25 Der dem Kennfeld entnommene Steuerwert wird nach der Interpolation zusätzlich mit dem neuen globalen Faktor multipliziert:

$$\text{Stellgröße} = \text{SS} * (\overline{RF} * \text{GF}),$$

30 wobei SS der Steuer- oder Stützstellenwert aus dem Kennfeld ist.

Um einen Stellgrößensprung zu vermeiden, darf deshalb nicht der gesamte Regelfaktor in das Kennfeld eingearbeitet werden.

Forderung: Stellgröße alt = Stellgröße neu

35 bzw.

$$\begin{aligned} \text{SSa} * \overline{RF}^a * \text{GFA} &= \text{SSn} * \overline{RF}^n * \text{GFn} \\ &= \text{SSn} * 1 * (\text{GFA} * \overline{RF}^{aa}) \quad (\text{mit 3) wird} \\ \text{SSa} * \overline{RF}^a &= \text{SSn} * \overline{RF}^{aa} \\ \text{SSn} &= \text{SSa} * \overline{RF}^a / \overline{RF}^{aa} \end{aligned}$$

40

$$4) \text{ SSn} = \text{SSa} * \overline{RF}^a (1 - a)$$

zu 3):

Der globale Faktor kann bei einer Realisierung im Kraftfahrzeug näherungsweise nach folgender Vorschrift 5) berechnet werden, um den Rechenaufwand zu reduzieren. (Gute Näherung bei  $\text{GF} \sim 1$ )

45

$$5) \text{ GF neu} = \text{GF alt} + a * (\overline{RF} - 1)$$

zu 4):

Der Einflußfaktor 'a' wird in der Praxis sehr klein gewählt:  $a \ll 1$ . Deshalb kann er mit guter Näherung gegen 1 vernachlässigt werden, und man erhält:

50

$$6) \text{ SS neu} = \text{ss alt} * \overline{RF},$$

wie weiter vorn erwähnt.

55 Weitere Untersuchungen haben ergeben, daß der gleichförmige Anteil einer Kennfeldkorrektur bei der soeben angegebenen Art der Berechnung nur zum Teil im globalen Faktor erfaßt wird, weil dieser Anteil solange, wie der globale Faktor seinen Endwert noch nicht erreicht hat, ins Kennfeld übernommen wird.

Die nachfolgend anhand der Darstellung der Fig. 4—7 angegebenen Diagrammverläufe, die Endwert und Einschwingverhalten des globalen Faktors (bei Fig. 7 mit unterschiedlichem Einflußfaktor) betreffen, ergeben sich aus weiteren Messungen und Untersuchungen, die durchgeführt worden sind zur Klärung, wie sich eine gleichförmige Änderung in der Praxis auf den globalen Faktor und das Kennfeld verteilt. Zu diesem Zweck wurde ein Istkennfeld (entspricht dem Kennfeld des Regelgeräts), ein Sollkennfeld (entspricht den Idealwerten für den Motor), ein Durchlaufgenerator (entspricht der vom Fahrer erzeugten Fahrkurve) definiert und die in den weiter vorn in den Vorschriften 5) und 6) angegebene Lernstrategie zugrundegelegt. Die Überprüfung kann durch eine Rechnersimulation realisiert werden, wobei, ohne daß

65

## EP 0 191 923 B1

hierdurch die Aufteilung des gleichförmigen Anteils der Kennfeldkorrektur beeinflusst wird, ein möglicher Kennfelddurchlauf auf einen Kennliniendurchlauf reduzierbar ist. Der Durchlaufgenerator erzeugt die Adresse der aktuellen Stützstelle des Kennfeldes; der Quotient aus Soll- und Iststützstelle wird direkt als Korrekturfaktor verwendet und von der jeweiligen Lernstrategie auf den globalen Faktor und das Kennfeld verteilt. Dabei wird der Ablauf (die Simulation) solange fortgeführt, bis das System sich stabilisiert hat, d.h. bis der globale Faktor sich nicht mehr ändert. Variiert man mit verschiedenen Parametern, beispielsweise des Einflußfaktors, der Anzahl der vom Durchlaufgenerator angesteuerten aktiven Stützstellen, der Größe und Struktur der Abweichung des Sollkennfeldes vom Istkennfeld, der Art des Durchlaufs (sequentiell, zufällig), dann ergeben sich die in den Fig. 4—7 niedergelegten Kurvenverläufe, wobei die Fig. 4 den in den globalen Faktor übernommenen Anteil der gleichförmigen Abweichung, normiert auf die Gesamtabweichung des Sollkennfeldes, in Abhängigkeit zum Einflußfaktor  $a$  darstellt; der Einflußfaktor  $a$  ist logarithmisch aufgetragen. Dabei bezieht sich der Kennlinienverlauf I der Fig. 4 auf acht aktive Stützstellen bei

$$GF = GF + a (\overline{RF} - 1) \text{ Korrektur} = \overline{RF} * GF,$$

die Kennlinie II auf 16 aktive Stützstellen bei gleichen Bedingungen; die Kennlinie III auf eine Näherung ohne Multiplikation, Division mit Abweichung = 20 % und die Kennlinie IV auf eine Abweichung = 100 %.

Die Kurvenverläufe in den Fig. 5, 6 und 7 zeigen die verschiedenen Stadien zweier Simulationsläufe. Die Diagramme zeigen die sequentiell durchlaufene Kennlinie (Stützstellen 1—8) und die Werte der Stützstellen und des globalen Faktors während eines Durchlaufs von SS1 nach SS8. Bei großem Einflußfaktor  $1 = 0,5$  (Fig. 5 und 6) wird zwar ein Großteil der Änderung vom globalen Faktor erfaßt (Endwert nach dem 20. Durchlauf = 80 %); das System stabilisiert sich aber wesentlich langsamer (20 Durchläufe bei  $a = 0,5$ , verglichen mit 4 Durchläufen bei  $a = 0,0625$ ), und der Einschwingvorgang verläuft unruhiger.

Die folgenden Berechnungen betreffen den sich jeweils ergebenden Endwert, der von verschiedenen Einflußgrößen abhängig ist:

A)  $E = f(a * SSA)$  mit  $E$  = Endwert des globalen Faktors und  
SSA = Anzahl der aktiven Stützstellen.

Der Endwert ist vom PRODUKT des Einflußfaktors und der aktiven Stützstellen abhängig. (Doppeltes 'a' und halbe SS-Anzahl ergeben denselben Endwert.)

Diese Abhängigkeit ist allerdings nur im linearen Teil der Kennlinien der Fig. 4 (bei Endwert = 50 %, Wendepunkt) erfüllt.

b)  $E = 0$  für  $a = 0$

c)  $E = 0,5$  für  $a = 1/SSA$

d)  $E = 1 - 1/SSA$  für  $a = 1$  (Dauerschwingung)

Der maximal erreichbare Endwert ist direkt von der Anzahl der aktiven Stützstellen abhängig. Er beträgt bei  $SSA = 8$  87,5 % der gleichförmigen Kennfeldänderung, bei  $SSA = 16$  93,75 %, bei  $SSA = 20$  95 % etc.

e)  $E = 1$  für unendliche SS-Anzahl

f)  $E = f(SSK/SSA)$  mit  $SSK$  = Anzahl der zu korrigierenden Stützstellen

Der Endwert ist vom Verhältnis der zu korrigierenden Stützstellen zur Gesamtzahl der aktiven Stützstellen abhängig. (Ist nur 1/4 der aktiven Stützstellen mit einer Korrektur beaufschlagt, beträgt der globale Faktor auch nur 1/4 des möglichen Endwerts.)

Allgemein:

Variiert der Betrag der Korrektur von Stützstelle zu Stützstelle, so kann zur Berechnung des Endwerts des globalen Faktors der Mittelwert aller Korrekturen herangezogen werden.

g)  $E = f(1/n * \Sigma \text{Korr.}i)$  mit  $\Sigma \text{Korr.}i$  = Summe der individuell unterschiedlichen Stützstellenkorrektur

h) Der Endwert ist unabhängig von der Art des Durchlaufs.

Allerdings ist die Einschwingdauer unterschiedlich. (Bei sequentiellem Durchlauf:  $SS1 \rightarrow SS8$ ,  $SS1 \rightarrow \dots$  ergibt sich eine kleinere Einschwingdauer als bei sequentiellem VOR/RÜCK-Durchlauf:  $SS1 \rightarrow SS8$ ,  $SS8 \rightarrow SS1$ ,  $SS1 \rightarrow \dots$ )

Bei Andrefvorgabe durch einen Pseudozufallsgenerator ergibt sich für große Einflußfaktoren ( $a > 1/3$ ) eine kürzere Einschwingdauer, während für kleine Einflußfaktoren längere Einschwingdauer auftritt.

## EP 0 191 923 B1

Bei multiplikativer Berechnung des globalen Faktors nach der vorne angegebenen Formel 3) bestimmt sich der globale Faktor zu:

$$GF_{\text{neu}} = GF_{\text{alt}} * RF^a,$$

- 5 und es ergeben sich niedrigere Endwerte als bei additiver Berechnung nach Gleichung 5). Der Faktor beträgt:

$$E_{\text{mult}} (SS * Ef) = E_{\text{add}} (SS * EF / 1,4).$$

- 10 Der Verlauf der Endwertkennlinie entspricht (um  $E = 0,5$ ) dem Verlauf bei additiver Berechnung. Die Einschwingdauer ist nahezu identisch.

- Bei der Anwendung im Kraftfahrzeug ist aus Rechenzeitgründen ein Verfahren, das ohne Multiplikation und Division auskommt, besser geeignet. In diesem Fall wird die aus dem Kennfeld interpolierte Stellgröße nicht zusätzlich mit dem globalen Faktor multipliziert, sondern Regelfaktor und globaler Anteil werden vor  
15 der Multiplikation mit dem interpolierten Kennfeldwert addiert.

$$\text{Stellgröße} = SS * (RF + GF)$$

Kennfeldanpassung:

20

$$SS_{\text{alt}} * (RF + GF) = SS_{\text{neu}} * (1 + GF)$$

$$SS_{\text{neu}} = SS_{\text{alt}} * [(RF + GF) / (1 + GF)]$$

- 25 Zur Berechnung der neuen Stützstelle ist damit eine Division nötig. Dieser aufwendige Rechenvorgang kann, wie schon bei der multiplikativen Verknüpfung von Regelfaktor und globalem Faktor durch Gleichung 6) angenähert werden.

$$SS_{\text{neu}} = SS_{\text{alt}} * RF$$

30

Es ergeben sich hierbei dieselben Endwerte wie bei der Stützstellenberechnung mit Division. Die Einschwingdauer ist sogar erheblich kürzer.

- Allerdings ist bei additiver Berechnung der Endwert generell von der Größe der erforderlichen Stützstellenkorrektur abhängig. Bei großer Korrektur und großem Einflußfaktor ergeben sich wesentlich  
35 höhere Werte für den globalen Faktor als nach Fig. 4, Kennlinie I zu erwarten. (Vergl. Kennlinie III und VI).

Bei einer Kennfeldverschiebung von +100 % ergeben sich ab einem Einflußfaktor von  $a = 0,14$  sogar negative Werte für den globalen Faktor. Außerdem verlängert sich die Einschwingdauer erheblich.

Der Einflußfaktor sollte bei einem derartigen Verfahren nicht größer als  $a = 0,1$  gewählt werden, falls Kennfeldverschiebungen >20 % auftreten können.

40

Selbstanpassung mit Faktor-Kennfeld

- In dem Blockschaltbild der Fig. 8 ist das Grundprinzip eines selbstanpassenden Kennfeldes (lernende Vorsteuerung) in schematisiert vereinfachter Blockbilddarstellung angegeben; der Kennfeldbereich ist in ein Grundkennfeld 20, vorzugsweise in Form eines Festwertspeichers (ROM) unterteilt, in welchem  
45 entsprechende Daten in Form von Stützstellen abgespeichert sind, wobei Zwischenwerte durch eine lineare Interpolation berechnet werden können. Die Anzahl der Stützstellen und interpolieren Zwischenwerte werden entsprechend der geforderten Quantisierung für das jeweils betroffene Steuer/Regelverfahren festgelegt; bei der Bestimmung von Kraftstoffeinspritzwerten, die auch bei diesem Ausführungsbeispiel der Erläuterung der Erfindung dienen, kann die Quantisierung so gewählt werden,  
50 daß das Kennfeld  $16 * 16$  Stützstellen umfaßt, mit jeweils 15 Zwischenwerten.

- Die Selbstanpassung erfolgt mit Hilfe eines zweiten oder separaten, sogenannten Faktorkennfeldes 21, welches vorzugsweise als Schreiblesespeicher (RAM) ausgebildet ist und in welchem die Selbstanpassungswerte abgelegt werden. Dabei ist das Grundkennfeld in Bereiche unterteilt, wobei jedem Bereich ein Faktor des Faktorkennfeldes 21 zugeordnet ist. Der interpolierte Ausgangswert des  
55 Grundkennfeldes 20 wird dann jeweils mit dem dazugehörigen Faktor oder mit einem aus mehreren Faktoren interpolierten Wert multipliziert, und zwar an der Multiplikationsstelle 22 bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 8. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind für das Faktorkennfeld  $8 * 8$  Faktoren vorgesehen, die jeweils die Ausgangswerte "1.0" haben und im Laufe des Anpassungsvorgangs entsprechende Änderungen erfahren.

60

Der endgültig einspritzwert entsteht dann durch eine Multiplikation des vom Grundkennfeld herausgegebenen Grundwerts  $t_k$ , des Faktors  $F$  aus dem faktorkennfeld 21 und des jeweils aktuellen Regelfaktors  $RF$  aus der Regelschleife (nachgeschaltete Multiplikationsstelle 25) sowie eines weiteren, evtl. Korrekturfaktors zu:

65

$$t_i = t_k \cdot FRF.$$

## EP 0 191 923 B1

Beim Wechsel des Arbeitspunktes in einen anderen Bereich mit einem anderen Faktor F des Faktorkennfelds 21 tritt in der Ausgangsgröße ein Sprung auf, der, wenn dieser störend sein sollte, durch ein entsprechendes Setzen des Regelfaktors RF vermieden werden kann. Es kann auch sinnvoll sein, zwischen den einzelnen Faktoren F im Faktorkennfeld 21 zu interpolieren; auf den Einfluß einer solchen Interpolation auf das Lernverfahren wird weiter unten noch eingegangen. Die Anpassung der im Faktorkennfeld 21 abgelegten Faktoren erfolgt nach der folgenden Formel:

$$F_{\text{Neu}} = F_{\text{Alt}} \cdot \overline{RF}.$$

Solange daher ein Bereich im Grundkennfeld 20 angesteuert wird, wird der Regelfaktor RF gemittelt und der dazugehörige Faktor F über den zwischengeschalteten Block 40 Lernverfahren für das Faktorkennfeld variiert.

Hierbei wird zunächst auf die Darstellung der Fig. 9 verwiesen, der ein mögliches Grundkennfeld 20 mit seinen 16 \* 16 Stützstellen entnommen werden kann, in numerischen Werten zeigt dieses Grundkennfeld die jeweilige Dauer von Kraftstoffeinspritzimpulsen  $t_i$  in Abhängigkeit zur Drosselklappenstellung DK (= Y) und zur Drehzahl n (= X). In dem Kennfeld der Fig. 9 sind Gebiete mit und ohne Schraffur dargestellt; wobei diese Gebiete mit und ohne Schraffur (insgesamt also 64 Bereiche) den jeweiligen Einzugsbereich andeuten, für die dann ein (gemeinsamer) Faktor im Faktorkennfeld 21 abgespeichert ist. Wie schon erwähnt, verfügt in diesem vorliegenden Fall das Faktorkennfeld dann über 8 \* 8 Faktoren, und es versteht sich, daß die Einteilung der in Fig. 9 dargestellten Einzugsbereiche beliebig wählbar ist.

Der Anpassungsvorgang für einen Faktor läuft dann so ab, wie schematisch in Fig. 10 dargestellt, wobei das Diagramm bei a) in Fig. 10 einen Auszug aus dem Grundkennfeld 20 angibt mit einer eingezeichneten Fahrkurve und dem jeweiligen Einzugsgebiet für den gewählten (einen) Faktor. Bei A kommt die Fahrkurve in diesen Einzugsbereich, und bei B wird der Einzugsbereich von der Fahrkurve wieder verlassen.

Entsprechend ist bei b) in Fig. 10 der Verlauf des Regelfaktors RF über der Zeit dargestellt. Nach dem Eintreten in den Einzugsbereich bei a) wird nach einer vorgegebenen Einschwingverzögerung, die bestimmbar ist, der Regelfaktor gemittelt, wobei eine vorgegebene Mindest-Mittelungsdauer eingehalten werden muß, die in der Darstellung der Fig. 10 ebenfalls angegeben ist. Beim Verlassen des Einzugsbereichs durch die Fahrkurve bei B oder nach jeweils einer zeitlich vorgebbaren Mittelungsdauer wird dann der gemittelte Regelfaktor  $\overline{RF}$  nach der weiter vorn soeben schon angegebenen Formel in den Faktor F eingerechnet.

Durch die angegebene Einschwingverzögerung und die minimale Mittelungsdauer wird zwischen stationären und dynamischen Betriebspunkten unterschieden; es ist weiter vorn schon erwähnt worden, daß die Anpassung nur im stationären Bereich sinnvoll ist, wobei diese zusätzlich bei Warmlauf, Nachstart, Schubabschneiden und bei Beschleunigungsanreicherung unterbunden wird; Aufgaben, die ebenfalls durch den Bereichserkennungsblock 37 der Fig. 3 wahrgenommen werden können, unter verständlicher Würdigung der Maßgabe, daß entsprechende Funktions- und Wirkungsabläufe auch teilweise oder ganz, beispielsweise in Form von Programmen, durch entsprechend geeignete Rechnersysteme, Mikrocomputer o. dgl. durchgeführt und insoweit realisiert werden können.

Durch die Anordnung eines Faktorkennfelds 21 können unter Zugrundelegung entsprechend geeigneter Regelverfahren alle Fehlanpassungen des Grundkennfeldes 20 korrigiert werden, wobei alle diese Korrekturen nur in solchen Teilbereichen wirksam werden, die nicht zu selten im stationären Betrieb angefahren werden; es stellt daher eine vorteilhafte Ausgestaltung vorliegender Erfindung vor, additiv und/oder multiplikativ wirkende Störeinflüsse noch dadurch optimal und in Ergänzung zu der Anordnung eines Faktorkennfeldes zu berücksichtigen, daß insbesondere bei Einwirken gleichförmiger Störeinflüsse diese durch das Prinzip der globalen Faktorbildung noch berücksichtigt und korrigiert werden.

Dabei zeigt die nachfolgend in Form einer Tabelle angegebene Aufteilung, welche Störgrößen im wesentlichen multiplikativ und welche additiv einwirken, sowie deren Charakter bei Verwendung in Verbindung mit einem Alpha-N-System (Drosselklappenstellung und Drehzahl als Haupteingangsgrößen für die Berechnung der Einspritzzeit). Dabei sind die Zeiten, in denen sich diese Störgrößen ändern können, unterschiedlich.

Störgröße	Mult.	Add.	Zeitkonstante Langsam/Schnell	Gesteuerte Korrektur
Lufttemperatur	X		X—X	Ja
Luftdruck	X		X—X	Nein
Kraftstoffdruck (abhängig vom Regler)	X		X	Nein
Kraftstoffdruck (abhängig von U <sub>Batt</sub> )	X		X	Ja
Ventilöffnung	X		X	Nein
Ventil (Abfall-/ Anzugszeiten)		X	X	Nein
Potentiometerjustage		X	X—X	Nein
Klappenverschmutzung (Multipoint)		X	X	Nein
Temperatur-Differenz Klappe/Saugrohr		X	X	Teilweise
Tankentlüftung		X	-X-	Nein
Kurbelgehäuse-Entlüftung		X	-X-	Nein
Kraftstoffqualität	X		—X	Nein

Die Darstellung der Fig. 11 zeigt in größerem Detail die eingangs schon angesprochene Ermittlung des globalen Faktorwerts, wobei dieses erste Ermittlungsverfahren darin besteht, den einer Mittelung beim Block 28' unterworfenen Regelfaktor über einen Doppelschalter S4 auf zwei parallele Abschwächerblöcke 41, 42 zu schalten, zur separaten Beaufschlagung des aus der Darstellung der Fig. 8 schon bekannten Faktorkennfelds 21 sowie des Blocks 24' für den globalen Faktor, der, ebenso wie das Faktorkennfeld als Schreiblesespeicher (RAM) ausgebildet sein kann. Die Mittelung des Regelfaktors RF erfolgt, solange die Betriebspunkte in einem jeweils vorgegebenen Einzugsbereich des Grundkennfeldes 20 liegen. In vorgegebenen Zeitabschnitten oder dann, wenn dieser Einzugsbereich verlassen wird, erfolgt eine Anpassung des entsprechenden Faktors F, wie erläutert, wobei der globale Faktor GF nur bei Wechsel des Einzugsbereichs jeweils geändert wird. Entsprechend den im folgenden angegebenen Formeln verläuft die Anpassung für den jeweils neuen Faktor F des Faktorkennfeldes und den jeweils neuen globalen Faktor, wobei also immer ein Teil der mittleren Regelabweichung in den zugehörigen Faktor und eine weiterer Teil in den globalen Faktor eingearbeitet wird.

$$F_{NEU} = F_{ALT} + (\overline{RF} - 1) \cdot a \approx F_{ALT} + (\overline{RF} - 1) \cdot a$$

$$GF_{NEU} = GF_{ALT} + (\overline{RF} - 1) \cdot b \approx GF_{ALT} + (\overline{RF} - 1) \cdot b$$

$$a + b \leq 1$$

Der Ablauf dieses Lernverfahrens zur Ermittlung des globalen Faktors entsprechend Fig. 11 ist in Form eines Flußdiagramms auf Seite 37 angegeben, wobei dieses Verfahren als Verfahren I bezeichnet ist, während ein weiteres Verfahren zur Ermittlung des globalen Faktors als Verfahren II mit zwei Untervarianten im folgenden anhand der Darstellung der Fig. 12 zunächst mittels eines Blockschaltbilds und nachfolgend ebenfalls als Flußdiagramm auf den Seiten 38 und 39 als Zusatz zum Flußdiagramm auf Seite 37 angegeben ist.

## EP 0 191 923 B1

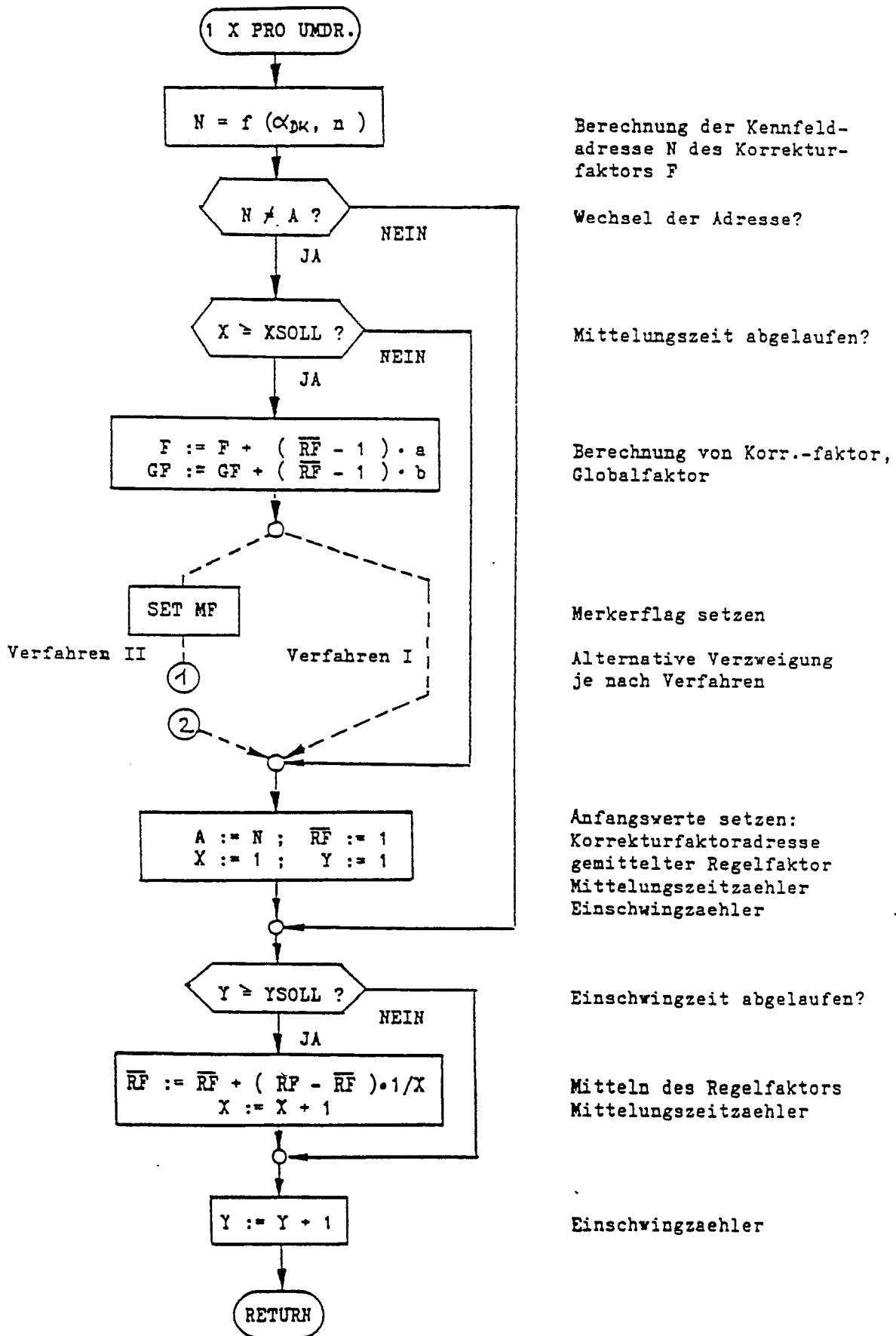
- Bei dem Blockschaltbild der Fig. 12 ist bemerkenswert, daß ein zusätzliches, also zweites Faktorkennfeld II vorgesehen und mit dem Bezugszeichen 21\* bezeichnet ist, welches ebenfalls parallel zum Grundkennfeld 20 und erstem Faktorkennfeld I (Bezugszeichen 21') von den gleichen Eingangsdaten (hier Drehzahl und Last) als Adressen angesteuert ist und ebenfalls multiplikativ auf das Grundkennfeld wirkt, mit einer ersten Multiplikationsstelle bei 43 und einer zweiten Multiplikationsstelle bei 44, an welcher ein Gesamtkorrekturfaktor dann auf den vom Grundkennfeld 20 ausgegebenen jeweiligen te-Wert einwirkt. Das Faktorkennfeld II wird beim Start der Brennkraftmaschine jeweils auf "1.0" gesetzt und dann laufend angepaßt. Das Faktorkennfeld I und der globale Faktor ändern sich zunächst nicht. Zusätzlich wird in einem Merkerkennfeld festgehalten, welche Faktoren angesteuert werden.
- In vorgegebenen größeren Zeitabschnitten wird das Faktorkennfeld II dann ausgewertet, wobei die Abweichung des Mittelwerts aller Faktoren vom Anfangswert "1.0" in den globalen Faktor eingearbeitet wird (Verbindungsleitung 45 über einen Schalter 46), während die restliche "strukturelle" Abweichung von "1.0" in das Faktorkennfeld I eingearbeitet wird, wobei nur die angesteuerten Faktoren berücksichtigt werden. Danach wird das Faktorkennfeld II wieder auf "1.0" gesetzt, und es beginnt ein neuer Anpassungsvorgang in der gleichen Weise. Die Formeln, die bei dieser nach dem Verfahren II sich ergebenden Ermittlung des globalen Faktors gültig sind, sind im folgenden angegeben:

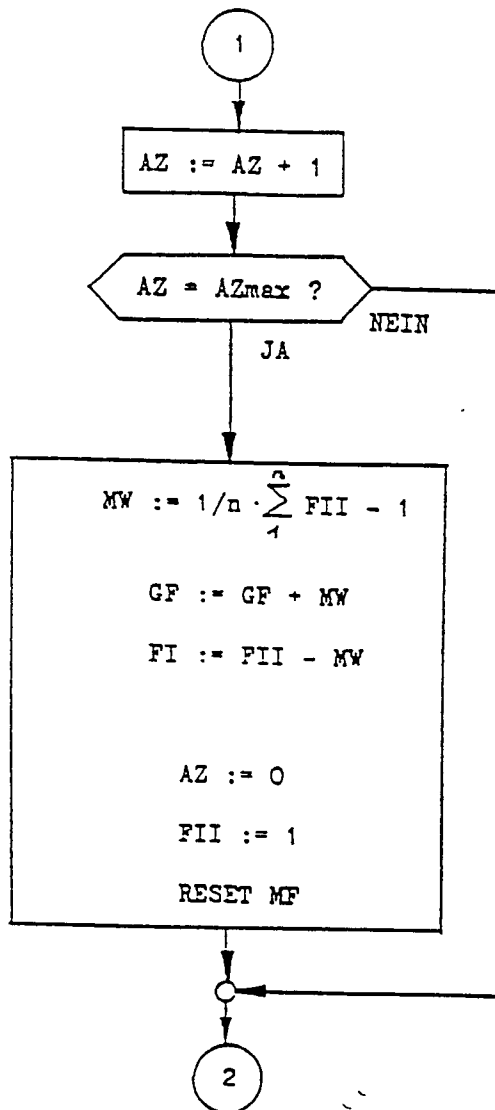
$$GF_{NEU} = GF_{ALT} \cdot \frac{1}{n} \sum_{1}^n F_{II} \approx GF_{ALT} + \left( \frac{1}{n} \sum_{1}^n (F_{II} - 1) \right)$$

Aus den veränderten Stützstellen  $F_{II}$  wird:

$$F_I = F_{II} \cdot \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_{1}^n F_{II}} \approx F_{II} - \left( \frac{1}{n} \sum_{1}^n (F_{II} - 1) \right)$$

- Ein entsprechendes Programm für dieses Ermittlungsverfahren II besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil entspricht dem auf Seite 37 angegebenen Verfahren I mit der dort dargestellten Alternative, wobei der globale Faktor dort nicht eingerechnet wird ( $b = 0$ ). Der zweite Teil ist ein zusätzliches Unterprogramm des Verfahrens I und ist als Flußdiagramm auf Seite 38 dargestellt mit entsprechenden Angaben in Kreisen, wo die Einfügung vorgenommen werden soll.
- Schließlich ist es möglich, daß Ermittlungsverfahren II für den globalen Faktor im Bereich der Software so darzustellen, daß auf den Schreiblesespeicher (RAM) für das Faktorkennfeld II verzichtet werden kann und alle Rechenschritte nur mit dem Faktorkennfeld I durchgeführt werden; ein entsprechendes Teilflußdiagramm für dieses Verfahren ist auf Seite 39 dargestellt.





Zähler zur Bestimmung der  
Zeitdauer, während der das  
Faktorkennfeld II angepasst wird

Anpassung von Faktorkennfeld II  
(FKFII) beendet?

Mittelung aller Faktoren des  
Faktorkennfelds II (FKF II)

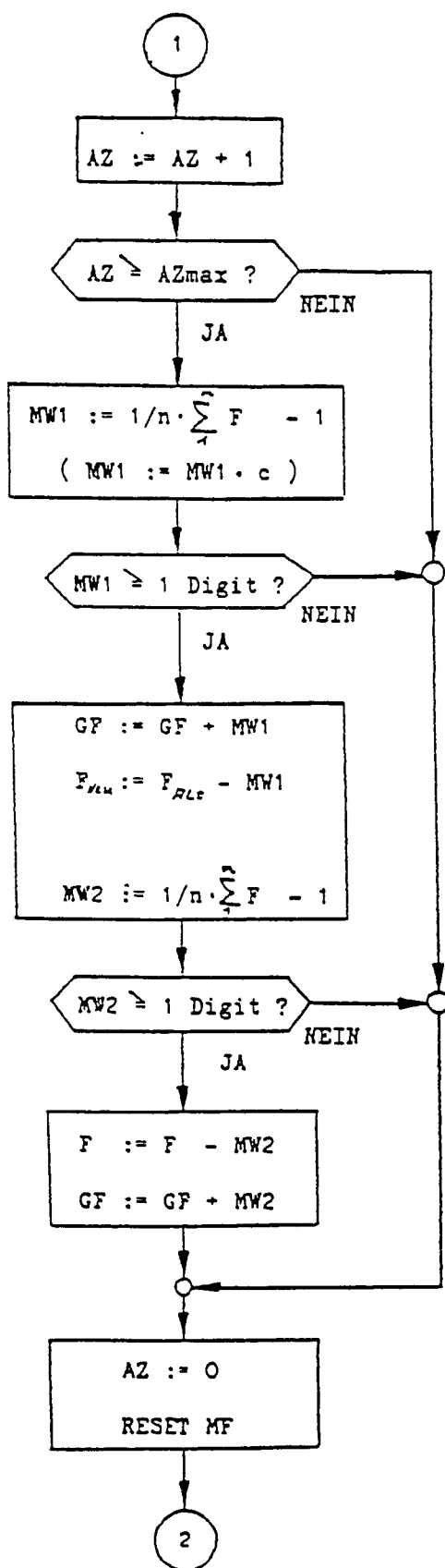
Anpassung des globalen Faktors

Uebernahme der veraenderten  
Faktoren II in das Faktor-  
kennfeld I

AZ-Zähler rüecksetzen

Rüecksetzen von FKFII

Alle Merkerflags rüecksetzen



Zähler zur Bestimmung der  
Zeitdauer, während der das  
Faktorkennfeld angepasst wird  
(Intervallzähler zur Berechnung des GF)

Anpassung des Faktorkennfeldes  
beendet?  
(Berechnungsintervall des GF abgelaufen)

Mittelung aller Faktoren

Verstärkung (optional)

Anpassung des globalen Faktors  
erforderlich?

Anpassung des globalen Faktors

Anpassung der veränderten  
Faktoren (Rücksetzen)

Mittelung aller Faktoren

Verschieben des Kennfeldes  
erforderlich? (Zentrieren)

Kennfeld verschieben

GF entsprechend ändern

AZ-Zähler zurücksetzen

Alle Merkerflags zurücksetzen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine, mit einem von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine aufgespannten Kennfeld zur Vorsteuerung von die  
5 Betriebskenngrößen beeinflussenden Maschinenvariablen, wobei eine auf mindestens eine Maschinenvariable als Istwert empfindliche Regeleinrichtung die jeweils ausgegebenen Kennfeldwerte korrigierend beeinflusst und wobei ferner die im Kennfeld gespeicherten und in Abhängigkeit von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine angewählten Werte über die Regeleinrichtung zur Korrektur der Kennfeldwerte geändert werden, dadurch gekennzeichnet, daß unter Zugrundelegung und Auswertung der Änderung der  
10 Kennfeldwerte ein vorgegebener Anteil dieser Änderung als zusätzlicher globaler Faktor (GF) übernommen und jeder aus dem Kennfeld gewonnene Steuerwert multiplikativ und/oder additiv durch den globalen Faktor (GF) beeinflusst wird.
2. Verfahren zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine, mit einem von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine aufgespannten Kennfeld zur Vorsteuerung von die  
15 Betriebskenngrößen beeinflussenden Maschinenvariablen, wobei eine auf mindestens eine Maschinenvariable als Istwert empfindliche Regeleinrichtung die jeweils ausgegebenen Kennfeldwerte korrigierend beeinflusst und wobei ferner die im Kennfeld gespeicherten und in Abhängigkeit von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine angewählten Werte über die Regeleinrichtung zur Korrektur der Kennfeldwerte geändert werden, dadurch gekennzeichnet, daß ein vorgegebener Anteil des gemittelten Wertes ( $\bar{RF}$ ) des  
20 von der Regeleinrichtung in mindestens einem mehrere Kennfeldwerte umfassenden Teilbereich des Kennfeldes herausgegebenen Regelfaktors (RF) zur Bildung eines zusätzlichen globalen Faktors (GF) benutzt und jeder aus dem Kennfeld, auch durch Interpolation, gewonnene Steuerwert, in dem Bereich in dem der gemittelte Wert ermittelt wurde, multiplikativ und/oder additiv durch den globalen Faktor (GF) beeinflusst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Selbstanpassung der Kennfeldwerte diese in ein von einem Festwertspeicher (ROM) gebildetes Grundkennfeld und in ein jeweils Korrekturen zugängliches Faktor-Kennfeld unterteilt werden, wobei bestimmte Bereiche des Grundkennfeldes durch  
25 jeweils einen aus dem Faktorkennfeld abgeleiteten spezifischen Faktor (F) multiplikativ und/oder additiv beeinflusst werden.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der vom Grundkennfeld jeweils herausgegebene, durch Adressierung durch vorgegebene Betriebskenngrößen, wie Drehzahl, Last, Luftmenge, Drosselklappenstellung, angewählte Steuerwert sowohl durch multiplikative und/oder additive Beeinflussung durch den globalen Faktor (GF) als auch durch multiplikative und/oder  
30 additive Beeinflussung des jeweils ebenfalls in Abhängigkeit zu den als Adressen ausgewählten Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine angewählten Faktorwerts (F) des zusätzlichen Faktorkennfelds korrigiert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der durch Mittelung des Regelfaktors unter Zugrundelegung eines vorgegebenen Einflußfaktors (a) ermittelte globale Faktor für die multiplikative und/oder additive Gesamtverschiebung der Kennfeldwerte und der aktuelle Regelfaktor (RF) multiplikativ und/oder additiv zu einem Gesamtkorrekturfaktor zusammengefaßt den jeweils vom Grundkennfeld herausgegebenen Steuerwert ( $t_e$ ) multiplikativ und/oder additiv beeinflussen.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung als Istwert der Maschinenvariablen die Abgaszusammensetzung, wie beispielsweise der Sauerstoffgehalt des Abgases, die Laufruhe der Brennkraftmaschine, die Drehzahl der Brennkraftmaschine und dergleichen  
45 auswertet und mit dem gebildeten Regelfaktor (RF) zur aktuellen Regelung den von der Vorsteuerung herausgegebenen Steuerwert und über den gemittelten Regelfaktor parallel die Selbstanpassung der Vorsteuerung beeinflusst.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß überwiegend multiplikativ wirkende Störgrößen, wie Lufttemperatur, Luftdruck, Kraftstoffdruck, Kraftstoffqualität, von dem das gesamte Grundkennfeld multiplikativ beeinflussenden globalen Faktor (GF) und überwiegend additiv einwirkende Störgrößen, wie Ventilabfall und Anzugszeiten, Potentiometerjustage, Klappenverschluß, Tankentlüftung, durch einzelne Faktoren des dem jeweiligen Grundkennfeld zugeordneten Faktorkennfelds berücksichtigt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der einzelnen Faktoren (GF und F) aus dem gemittelten Regelfaktor (RF) die Mittelung des Regelfaktors solange durchgeführt wird, wie die jeweils von der Brennkraftmaschine angefahrte Betriebspunkte in einem jeweils vorgegebenen Einzugsbereich des Grundkennfelds liegen, und daß die Faktoren (GF und F) jeweils beim Wechsel des Einzugsbereichs durch Einarbeitung eines vorgegebenen Anteils des gemittelten Regelfaktors geändert werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Teil vom gemittelten Regelfaktor (RF) in den globalen Faktor und ein Teil in den Faktor des Faktorkennfeldes eingearbeitet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anpassung des jeweiligen Faktors (F) des zusätzlichen Faktorkennfelds durch Zuführung des gemittelten Regelabweichungsfaktors (RF) und gleichzeitig durch Definition eines vorgegebenen Einzugsbereichs innerhalb des Grundkennfelds für  
65 diesen Faktor bewirkt wird, wobei dem zusätzlichen Faktorkennfeld als Adressen parallel die auch dem

Grundkennfeld zur Ausgabe der Vorsteuergröße zugeführten Betriebskenngrößen zugeführt werden, wobei die Anpassung entweder in vorgegebenen Zeitabschnitten oder dann erfolgt, wenn der jeweils definierte Einzugsbereich im Grundkennfeld verlassen wird, und wobei jeweils ein vorgegebener Anteil der mittleren Regelabweichung in den zugehörigen Faktor (F) des zusätzlichen Faktorkennfelds eingearbeitet wird.

5 11. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundkennfeld (20) von einem Lesespeicher und das zusätzliche Faktorkennfeld von einem Schreiblesespeicher gebildet sind.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Eintreten der Fahrtkurve in einen vorgegebenen Einzugsbereich der Regelfaktor zunächst nach einer vorgegebenen Einschwingverzögerung gemittelt und anschließend eine vorgegebene minimale Mittelungsdauer eingehalten und  
10 nachfolgend entweder beim Verlassen des Einzugsbereichs oder nach einer bestimmten Mittelungsdauer der gemittelte Regelfaktor in den für diesen Einzugsbereich jeweils zuständigen Faktor (F) des zusätzlichen Faktorkennfelds addiert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem oder mehreren der nachfolgenden Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Faktorkennfeld II definiert wird zur multiplikativen Einwirkung auf  
15 das Grundkennfeld, wobei dieses zweite Faktorkennfeld II beim Start auf einen vorgegebenen Anfangswert gesetzt und laufend angepaßt wird bei zunächst unveränderter Beibehaltung der Werte im ersten zusätzlichen Faktorkennfeld I und des globalen Faktors und daß in vorgegebenen, bevorzugt größeren Zeitabschnitten das zusätzliche zweite Faktorkennfeld II ausgewertet, die Abweichung des Mittelwerts sämtlicher Faktoren vom Anfangswert in die Bildung des globalen Faktorwerts eingearbeitet und die  
20 restliche strukturelle Abweichung, d. h. die, die nicht in die Bildung des globalen Faktors eingearbeitet wird, vom Anfangswert in das erste Faktorkennfeld I eingearbeitet wird, wobei lediglich die angesteuerten Faktoren berücksichtigt werden, woraufhin das zusätzliche zweite Faktorkennfeld II wieder auf den vorgegebenen Anfangswert gesetzt und ein neuer Anpassungsvorgang eingeleitet wird.

14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch die  
25 Verwendung bei Verbrennungsmotoren beliebiger Art, insbesondere selbstzündenden oder fremdgezündeten Brennkraftmaschinen mit Kraftstoffzumessung oder mit intermittierender oder kontinuierlicher Einspritzung ferner Wankelmotor, Stirlingmotor, Gasturbine und dgl.

15. Verfahren nach einem oder mehreren oder Ansprüche 1 bis 14, gekennzeichnet durch eine Verwendung in mindestens einem der Systeme für die Kraftstoffluftgemischzumessung, die Zündzeitpunktregelung, Ladedruckregelung, Abgasrückführrate, Leerlaufregelung u. dgl.  
30

16. Einrichtung zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 mit Mitteln die

Betriebsgrößen erfassen und ein entsprechendes Ausgangssignal abgeben,  
ein aus vorgegebenen Betriebsgrößen und zu ermittelnden Steuerwerten für Betriebskenngrößen  
35 gegebenes Kennfeld (12, 21, 21', 21\*) abspeichern,

ein Regelsignal (RF) aufgrund mindestens einer Betriebsgröße abgeben, das die vom Kennfeld ausgegebenen Steuerwerte korrigiert,  
dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die unter Zugrundelegung und Auswertung der Änderung der Kennfeldwerte einen vorgegebenen Anteil dieser Änderung als zusätzlichen globalen Faktor (GF) übernehmen und jeden aus dem Kennfeld gewonnenen Steuerwert multiplikativ und/oder additiv  
40 durch den globalen Faktor (GF) beeinflussen, oder daß Mittel vorgesehen sind, die einen vorgegebenen Anteil des gemittelten Wertes ( $\overline{RF}$ ) des von der Regeleinrichtung in mindestens einem mehrere Kennfeldwerte umfassenden Teilbereich des Kennfeldes herausgegebenen Regelfaktors (RF) zur Bildung eines zusätzlichen globalen Faktors (GF) benutzen und jeden aus dem Kennfeld, auch durch Interpolation,  
45 gewonnene Steuerwert, in dem Bereich in dem der gemittelte Wert ermittelt wurde, multiplikativ und/oder additiv durch den globalen Faktor (GF) beeinflussen.

17. Einrichtung zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 16 zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 mit Mitteln die

50 Betriebsgrößen erfassen und ein entsprechendes Ausgangssignal abgeben,  
ein aus vorgegebenen Betriebsgrößen und zu ermittelnden Steuerwerten für Betriebskenngrößen gegebenes Kennfeld (12, 21, 21', 21\*) abspeichern,

ein Regelsignal (RF) aufgrund mindestens einer Betriebsgröße abgeben, das die vom Kennfeld ausgegebenen Steuerwerte korrigiert,

55 dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die

Mittelwerte ( $\overline{RF}$ ) des Reglersignals (RF) bilden,

aufgrund von ( $\overline{RF}$ ) einen globalen Faktor (GF) bestimmen,

die aus dem Kennfeld ausgegebenen Steuerwerte additiv und/oder multiplikativ mit dem globalen Faktor (GF) korrigieren.

60 18. Einrichtung zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß

die Speichermittel für das Kennfeld aus einem Lesespeicher für das unveränderbare Grundkennfeld und einem Schreiblesespeicher für das mindestens in seinen Einzelwerten durch den gemittelten Regelfaktor (RF) beeinflussbare Faktorkennfeld bestehen,

65

sowohl der Lesespeicher als auch der Schreiblesespeicher von den gleichen Betriebskenngrößen adressierbar ist,

Mittel vorgesehen sind, die die durch das Grundkennfeld ausgegebenen Steuerwerte (tk) additiv und/oder multiplikative mit dem durch das Faktorkennfeld ausgegebenen Wert (F) korrigieren.

19. Einrichtung zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die den globalen Faktor (GF) und den jeweiligen aus dem Faktorkennfeld stammenden Faktor (F) für einen vorgegebenen Einzugsbereich zusammenfassen, diese zusammengefaßten Faktoren (GF, F) gemeinsam multiplizieren (Multiplizierstelle 44), um so eine Gesamtkorrektur des vom Kennfeld jeweils herausgegebenen Steuerwertes im Sinne einer selbst anpassenden Vorsteuerung zu bewirken, die zusammengefaßten Faktoren (GF, F) der Multiplizierstelle (44) zuführen.
20. Einrichtung zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die neben dem ersten zusätzlichen Faktorkennfeld I (21') ein weiteres Faktorkennfeld II (21\*) aufnehmen, welches unmittelbar vom gemittelten Regelfaktor (RF) beaufschlagt ist, wobei die Abweichung des Mittelwertes aller Faktoren des zusätzlichen Faktorkennfelds II in vorgegebenen Zeitabschnitten zur Bildung des globalen Faktors ausgewertet und die restliche strukturelle Abweichung, d.h. die die nicht in die Bildung des globalen Faktors eingearbeitet wird, vom Anfangswert in die Werte des ersten zusätzlichen Faktorkennfelds I (21, 21') eingearbeitet werden.

## Revendications

1. Procédé de commande ou de régulation de grandeurs caractéristiques du fonctionnement d'un moteur à combustion interne, avec un champ caractéristique établi à partir de grandeurs de fonctionnement du moteur à combustion interne pour la précommande des variables du moteur influençant les grandeurs caractéristiques de fonctionnement, un moyen de réglage sensible à au moins une variable du moteur en valeur réelle, influençant pour la corriger la valeur délivrée du champ caractéristique, et en outre, les valeurs mémorisées dans le champ caractéristique et sélectionnées en fonction de grandeurs caractéristiques du fonctionnement du moteur à combustion interne, étant modifiées par l'intermédiaire du moyen de réglage pour corriger les valeurs du champ caractéristique, procédé caractérisé en ce que, en prenant pour base cette modification des valeurs du champ caractéristique et en l'exploitant, une partie prédéfinie de cette modification est prise en charge en tant que facteur global complémentaire (GF), et chaque valeur de commande obtenue à partir du champ caractéristique est influencée de façon multiplicative et/ou additive par ce facteur global (GF).
2. Procédé de commande ou de régulation de grandeurs caractéristiques du fonctionnement d'un moteur à combustion interne, avec un champ caractéristique établi à partir de grandeurs de fonctionnement du moteur à combustion interne pour la précommande des variables du moteur influençant les grandeurs caractéristiques de fonctionnement, un moyen de réglage sensible à au moins une variable du moteur en valeur réelle, influençant pour la corriger la valeur délivrée du champ caractéristique et, en outre, les valeurs mémorisées dans le champ caractéristique et sélectionnées en fonction de grandeurs caractéristiques du fonctionnement du moteur à combustion interne étant modifiées par l'intermédiaire du moyen de réglage pour corriger les valeurs du champ caractéristique, procédé caractérisé en ce qu'une partie prédéfinie de la valeur moyenne (RF) du facteur de réglage (RF) extrait par le moyen de réglage dans au moins une zone partielle du champ caractéristique, englobant plusieurs valeurs de ce champ caractéristique, est utilisée pour la formation d'un facteur global supplémentaire (GF), et chaque valeur de commande obtenue à partir du champ caractéristique, même par interpolation, dans la zone où a été déterminée la valeur moyenne, est influencée de façon multiplicative et/ou additive par ce facteur global (GF).
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que, pour l'adaptation automatique des valeurs de champ caractéristique, celles-ci sont réparties entre un champ caractéristique de base, constitué par une mémoire des constantes (ROM), et un champ caractéristique des facteurs, accessible aux corrections, des zones déterminées du champ caractéristique de base étant influencées de façon multiplicative et/ou additive par un facteur spécifique (F) dérivé du champ caractéristique de facteurs.
4. Procédé selon une ou plusieurs des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la valeur de commande sélectionnée, respectivement délivrée à partir du champ caractéristique de base par adressage au moyen de grandeurs caractéristiques de fonctionnement prédéfinies, telles que la vitesse de rotation, la charge, la quantité d'air, la position du clapet d'étranglement, est corrigée, non seulement en étant influencée de façon multiplicative et/ou additive par le facteur global (GF), mais aussi en étant influencée de façon multiplicative et/ou additive par la valeur de facteur (F) du champ caractéristique supplémentaire des facteurs, sélectionnée également en fonction des grandeurs caractéristiques de fonctionnement du moteur à combustion interne sélectionnées comme adresses.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le facteur global pour décaler de façon multiplicative et/ou additive l'ensemble des valeurs de champ caractéristique, facteur obtenu en faisant la moyenne du facteur de réglage sur la base d'un facteur d'influence (a) prédéfini, et le facteur de réglage

## EP 0 191 923 B1

actuel (RF), rassemblés de façon multiplicative et/ou additive pour constituer un facteur de correction total, influencent multiplicative et/ou additive la valeur de commande ( $t_c$ ) respectivement délivrée à partir du champ caractéristique de base.

5 6. Procédé selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le moyen de réglage exploite, en tant que valeur réelle des variables du moteur, la composition des gaz d'échappement, par exemple la teneur de ces gaz en oxygène, la stabilité de marche du moteur à combustion interne, la vitesse de rotation du moteur à combustion interne, ainsi que d'autres variables analogues, et il influence, avec le facteur de réglage (RF) formé pour la régulation actuelle, la valeur de commande délivrée par la précommande, et par l'intermédiaire du facteur de réglage mis sous forme de moyenne, il influence parallèlement l'autoadaptation de la précommande.

10 7. Procédé selon une ou plusieurs des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que des valeurs perturbatrices intervenant principalement de façon multiplicative, telles que la température de l'air, la pression de l'air, la pression du carburant, la qualité du carburant, sont prises en compte par le facteur global (GF) influençant de façon multiplicative l'ensemble du champ caractéristique de base, tandis que des valeurs perturbatrices intervenant principalement de façon additive, telles que les temps de retombée et de levage des soupapes, l'ajustage des potentiomètres, la fermeture des clapets, l'aération du réservoir, sont prises en compte par des facteurs individuels du champ caractéristique des facteurs associé au champ caractéristique de base considéré.

20 8. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, pour la détermination des différents facteurs (GF et F) à partir du facteur de réglage (RF) mis sous forme de moyenne, la détermination de la moyenne du facteur de réglage est poursuivie tant que les points de fonctionnement respectivement abordés par le moteur à combustion interne se situent dans une zone d'entrée chaque fois prédéterminée du champ caractéristique de base, et les facteurs (GF et F), à chaque changement de la zone d'entrée, sont modifiés par l'introduction d'une partie prédéfinie du facteur de réglage mis sous forme de moyenne.

25 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que chaque fois, une partie du facteur de réglage (RF) mis sous forme de moyenne, est introduite dans le facteur global et qu'une partie est introduite dans le facteur du champ caractéristique des facteurs.

30 10. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'adaptation du facteur considéré (F) du champ caractéristique des facteurs, est assurée en amenant le facteur d'écart de réglage (RF) mis sous forme de moyenne et simultanément par définition d'une zone d'entrée prédéfinie à l'intérieur du champ caractéristique de base pour ce facteur, les grandeurs caractéristiques de fonctionnement amenées au champ caractéristique de base pour la délivrance des grandeurs de précommande étant également amenées en parallèle, comme adresses, au champ caractéristique des facteurs, l'adaptation s'effectuant, soit dans des intervalles de temps prédéfinis, soit lorsque la zone d'entrée chaque fois définie dans le champ caractéristique de base est abandonnée, et chaque fois une partie prédéfinie de l'écart de réglage mis sous forme de moyenne est introduite dans le facteur correspondant (F) du champ caractéristique des facteurs.

40 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le champ caractéristique de base (20) est constitué par une mémoire à lecture, tandis que le champ caractéristique des facteurs est constitué par une mémoire à écriture-lecture.

45 12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'après l'entrée de la courbe de déplacement dans une zone d'entrée prédéfinie, le facteur de réglage est tout d'abord mis sous forme de moyenne après une temporisation transitoire et ensuite le maintien d'une durée minimale prédéfinie de formation de la moyenne, après quoi, soit lors de l'abandon de la zone d'entrée, soit après une durée déterminée de formation de la moyenne, le facteur de réglage ainsi mis sous forme de moyenne est ajouté au facteur (F), respectivement valable pour cette zone d'entrée, du champ caractéristique des facteurs.

50 13. Procédé selon la revendication 1 ou bien une ou plusieurs des revendications 2 à 12, caractérisé en ce qu'un second champ caractéristique II des facteurs est défini pour agir de façon multiplicative sur le champ caractéristique de base, ce second champ caractéristique II des facteurs étant mis au démarrage à une valeur initiale prédéfinie et étant adapté couramment en maintenant tout d'abord inchangées les valeurs dans le premier champ caractéristique I des facteurs, ainsi que la valeur du facteur global, puis, à des intervalles de temps prédéfinis, de préférence plus importants, le second champ caractéristique II des facteurs est exploité, l'écart, à partir de la valeur initiale de la valeur moyenne de l'ensemble des facteurs est introduit dans la formation de la valeur du facteur global, et l'écart structurel restant, c'est-à-dire celui qui n'a pas été introduit dans la formation du facteur global, est introduit dans le premier champ caractéristique I des facteurs, seuls les facteurs commandés étant pris en compte, après quoi le second champ caractéristique II des facteurs est à nouveau mis à la valeur initiale et un nouveau processus d'adaptation est amorcé.

60 14. Procédé selon une ou plusieurs des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'il est mis en oeuvre dans des moteurs à combustion d'un type quelconque, notamment des moteurs à combustion interne à allumage spontané ou à allumage par un appareillage externe avec dosage du carburant ou avec injection, intermittente ou continue, en outre dans un moteur à piston rotatif, dans un moteur Stirling, une turbine à gaz, etc.

65 15. Procédé selon une ou plusieurs des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'il est mis en oeuvre dans au moins un des systèmes pour le dosage du mélange carburant-air, la régulation de l'instant

## EP 0 191 923 B1

d'allumage, la régulation de la pression d'alimentation, le taux de recyclage des gaz d'échappement, la régulation du ralenti, etc.

16. Dispositif pour la commande ou la régulation de grandeurs caractéristiques du fonctionnement d'un moteur à combustion interne, pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, avec des moyens pour:

appréhender des grandeurs de fonctionnement et délivrer un signal de sortie correspondant,

mémoriser un champ caractéristique (12, 21, 21', 21\*) obtenu à partir de grandeurs de fonctionnement prédéfinies et prévu pour des valeurs de commande à déterminer pour des grandeurs caractéristiques de fonctionnement,

délivrer un signal de réglage (RF) sur la base d'au moins une grandeur de fonctionnement, ce signal corrigeant les valeurs de commande délivrées à partir du champ caractéristique, dispositif caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens qui, en se basant sur la modification des valeurs du champ caractéristique et en exploitant cette modification, prennent en charge une partie prédéfinie de cette modification en tant que facteur global supplémentaire (GF) et influencent de façon multiplicative et/ou additive par ce facteur global (GF) chaque valeur de commande obtenue à partir du champ caractéristique, ou bien il est prévu des moyens qui utilisent une partie prédéfinie de la valeur (RF), mise sous forme de moyenne, du facteur de réglage (RF) délivré par le moyen de réglage dans au moins une zone partielle, englobant plusieurs valeurs de champ caractéristique, de ce champ caractéristique, pour former un facteur global supplémentaire (GF), et qui influencent de façon multiplicative et/ou additive par ce facteur global (GF) chaque valeur de commande obtenue à partir du champ caractéristique, même par interpolation, dans la zone où la moyenne de la valeur mise sous forme de moyenne, a été déterminée.

17. Dispositif pour la commande ou la régulation de grandeurs caractéristiques du fonctionnement d'un moteur à combustion interne, selon la revendication 16, pour la mise en oeuvre du procédé selon une ou plusieurs des revendications 1 à 15, avec des moyens qui:

appréhendent des grandeurs de fonctionnement et délivrent un signal de sortie correspondant, mémorisent un champ caractéristique (12, 21, 21', 21\*) obtenu à partir de grandeurs de fonctionnement prédéfinies et prévu pour des valeurs de commande à déterminer pour des grandeurs caractéristiques de fonctionnement,

délivrent un signal de réglage (RF) sur la base d'au moins une grandeur de fonctionnement, ce signal corrigeant les valeurs de commande délivrées à partir du champ caractéristique, dispositif caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens qui:

forment des valeurs mises sous forme de moyenne (RF) du signal de réglage (RF),

déterminent sur la base de (RF) un facteur global (GF),

corrigent de façon multiplicative et/ou additive par le facteur global (GF) les valeurs de commande délivrées à partir du champ caractéristique.

18. Dispositif pour la commande ou la régulation de grandeurs caractéristiques du fonctionnement d'un moteur à combustion interne, selon la revendication 16 ou la revendication 17, caractérisé en ce que:

les moyens de mémorisation du champ caractéristique sont constitués par une mémoire à lecture pour le champ caractéristique de base non modifiable, et par une mémoire à écriture-lecture pour le champ caractéristique des facteurs, susceptible d'être influencé, au moins dans ses valeurs individuelles, par le facteur de réglage mis sous forme de moyenne (RF),

la mémoire à lecture, aussi bien que la mémoire à écriture-lecture est adressable par les mêmes grandeurs caractéristiques de fonctionnement,

des moyens sont prévus, qui corrigent de façon multiplicative et/ou additive les valeurs de commande (t<sub>v</sub>), délivrées par le champ caractéristique de base, avec la valeur (F) délivrée par le champ caractéristique des facteurs.

19. Dispositif pour la commande ou la régulation de grandeurs caractéristiques du fonctionnement d'un moteur à combustion interne, selon une des revendications 16 à 18, caractérisé en ce que des moyens sont prévus qui:

rassemblent, pour une zone d'entrée prédéfinie, le facteur global (GF) et le facteur (F) respectif provenant du champ caractéristique des facteurs,

multiplient ensemble ces facteurs (GF, F) ainsi rassemblés, pour effectuer de la sorte une correction d'ensemble de la valeur de commande respectivement délivrée à partir du champ caractéristique, en vue d'obtenir une précommande auto-adaptative,

amenant les facteurs ainsi rassemblés (GF, F) au point de multiplication.

20. Dispositif pour la commande ou la régulation de grandeurs caractéristiques du fonctionnement d'un moteur à combustion interne, selon la revendication 18 ou la revendication 19, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens qui comportent, à côté du premier champ caractéristique I des facteurs (21'), un autre champ caractéristique II des facteurs (21\*), qui reçoit directement le facteur de réglage mis sous forme de moyenne (RF), l'écart à partir de la valeur initiale, de la valeur moyenne de tous les facteurs du champ caractéristique II des facteurs étant exploité à des intervalles de temps prédéfinis pour former le facteur global, et l'écart structurel restant, c'est-à-dire celui qui n'a pas été introduit dans la formation du facteur global, est introduit dans les valeurs du premier champ caractéristique I des facteurs (21, 21').

Claims

1. Method for the open-loop/closed-loop control of operating parameters of an internal combustion engine, having a characteristic map for the precontrol of engine variables influencing the operating parameters, said map being set up by operating variables of the internal combustion engine, a control device sensitive to at least one engine variable as actual value correctively influencing the characteristic map values output in each case and, furthermore, the values stored in the characteristic map and selected as a function of operating parameters of the internal combustion engine being altered via the control device for the purpose of correcting the characteristic map values, characterized in that, taking the alteration of the characteristic map values as a basis and evaluating it, a predetermined proportion of this alteration is adopted as an additional global factor (GF) and each control value obtained from the characteristic map is multiplicatively and/or additively influenced by the global factor (GF).
2. Method for the open-loop/closed loop-control of operating parameters of an internal combustion engine, having a characteristic map for the precontrol of engine variables influencing the operating parameters, said map being set up by operating variables of the internal combustion engine, a control device sensitive to at least one engine variable as actual value correctively influencing the characteristic map values output in each case and, furthermore, the values stored in the characteristic map and selected as a function of operating parameters of the internal combustion engine being altered via the control device for the purpose of correcting the characteristic map values, characterized in that a predetermined proportion of the averaged value (RF) of the control factor (RF) output by the control device in at least one part region of the characteristic map, said part region comprising a plurality of characteristic map values, is used to form an additional global factor (GF) and each control value obtained from the characteristic map, including those obtained by interpolation, is multiplicatively and/or additively influenced by the global factor (GF) in the region in which the averaged value was determined.
3. Method according to Claim 2, characterized in that, for the self-adaptation of the characteristic map values, the latter are divided into a basic characteristic map formed by a read-only memory (ROM) and a factor characteristic map accessible in each case to corrections, certain regions of the basic characteristic map being multiplicatively and/or additively influenced by in each case one specific factor (F) derived from the factor characteristic map.
4. Method according to one or more of Claims 1 to 3, characterized in that the control value in each case output by the basic characteristic map and selected by addressing by specified operating parameters, such as speed, load, air quantity, throttle valve position, is corrected both by multiplicative and/or additive influencing by the global factor (GF) and by multiplicative and/or additive influencing of the factor value (F) of the additional factor characteristic map, likewise selected in each case as a function of the internal combustion engine operating parameters selected as addresses.
5. Method according to Claim 4, characterized in that, combined multiplicatively and/or additively to form an overall correction factor, the global factor for the multiplicative and/or additive overall shifting of the characteristic map values, which factor is obtained by averaging the control factor, taking as a basis a predetermined influencing factor (a), and the current control factor (RF) multiplicatively and/or additively influence the control value ( $t_c$ ) output in each case by the basic characteristic map.
6. Method according to one of Claims 1 to 5, characterized in that, as actual value of the engine variables, the control device evaluates the exhaust gas composition, such as, for example, the oxygen content of the exhaust gas, the smoothness of running of the internal combustion engine, the speed of the internal combustion engine and the like and, with the control factor (RF) for current control formed, influences the control value output by the precontrol and, in parallel, via the averaged control factor, influences the self-adaptation of the precontrol.
7. Method according to one or more of Claims 1 to 6, characterized in that disturbances whose action is predominantly multiplicative, such as air temperature, air pressure, fuel pressure, fuel quality, are taken into account by the global factor (GF) multiplicatively influencing the overall basic characteristic map and disturbances whose action is predominantly additive, such as valve release and pull-in times, potentiometer adjustment, flap closure, tank ventilation, are taken into account by individual factors of the factor characteristic map allocated to the respective basic characteristic map.
8. Method according to Claim 3, characterized in that, to determine the individual factors (GF and F) from the averaged control factor (RF) the averaging of the control factor is carried out for as long as the operating points driven to in each case by the internal combustion engine are situated in an in each case predetermined capture area of the basic characteristic map and in that, in each case upon a change of capture area, the factors (GF and F) are altered by incorporation of a predetermined proportion of the averaged control factor.
9. Method according to Claim 8, characterized in that in each case one part of the averaged control factor (RF) is incorporated into the global factor and one part is incorporated into the factor of the factor characteristic map.
10. Method according to Claim 3, characterized in that the adaptation of the respective factor (F) of the additional factor characteristic map is effected by supplying the averaged control deviation factor (RF) and simultaneously by definition of a predetermined capture area within the basic characteristic map for this factor, the operating parameters fed to the basic characteristic map for the output of the precontrol variable

also being fed, in parallel, as addresses to the additional factor characteristic map, the adaptation being effected either at predetermined intervals or when the in each case defined capture area in the basic characteristic map is left, and a predetermined proportion of the average control deviation in each case being incorporated into the associated factor (F) of the additional factor characteristic map.

5 11. Method according to Claim 10, characterized in that the basic characteristic map (20) is formed by a read-only memory and the additional factor characteristic map is formed by a write/read memory.

12. Method according to Claim 11, characterized in that, after the entry of the driving curve into a predetermined capture area, the control factor is first of all averaged after a predetermined settling delay and then a predetermined minimum averaging period is subsequently complied with and subsequently,  
10 either when the capture area is left or after a certain averaging period, the averaged control factor is added into that factor (F) of the additional factor characteristic map which is in each case responsible for this capture area.

13. Method according to Claim 1 or one or more of subsequent Claims 2 to 12, characterized in that a second factor characteristic map II is defined for the purpose of acting multiplicatively on the basic  
15 characteristic map, this second factor characteristic map II being set upon starting to a predetermined initial value and continuously adapted, the values in the first additional factor characteristic map I and of the global factor initially being retained unaltered, and in that at predetermined, preferably relatively large time intervals the additional second factor characteristic map II is evaluated, the deviation of the average value of all the factors from the initial value is incorporated into the formation of the global factor value and the  
20 remaining structural deviation from the initial value, i.e. that which is not incorporated into the formation of the global factor, is incorporated into the first factor characteristic map I, only the activated factors being taken into account, whereupon the additional second factor characteristic map II is reset to the predetermined initial value and a new adaptation procedure is initiated.

14. Method according to one or more of Claims 1 to 13, characterized by use in internal combustion  
25 engines of arbitrary type, in particular compression-ignition or spark-ignition internal combustion engines with fuel metering or with intermittent or continuous injection, furthermore in Wankel engines, Stirling engines, gas turbines and the like.

15. Method according to one or more of Claims 1 to 14, characterized by use in at least one of the systems for fuel-air mixture metering, closed-loop ignition-point control, closed-loop charging-pressure  
30 control, exhaust-gas recirculation rate, closed-loop idle control and the like.

16. Device for the open-loop/closed-loop control of operating parameters of an internal combustion engine for carrying out the method according to Claim 1 or 2 having means which  
acquire operating variables and emit a corresponding output signal,  
store a characteristic map (12, 21, 21', 21\*) obtained from predetermined operating variables and  
35 control values, to be determined, for operating parameters,

emit a control signal (RF) on the basis of at least one operating variable, which control signal corrects the control values output by the characteristic map,  
characterized in that means are provided which, taking as a basis the alteration of the characteristic map values and evaluating it, adopt a predetermined proportion of this alteration as additional global factor (GF) and multiplicatively and/or additively influence by the global factor (GF) each control value obtained from  
40 the characteristic map, or in that means are provided which use a predetermined proportion of the averaged value (RF) of the control factor (RF) output by the control device in at least one part region of the characteristic map, said part region comprising a plurality of characteristic map values, to form an additional global factor (GF) and multiplicatively and/or additively influence by the global factor (GF) each  
45 control value obtained from the characteristic map, including those obtained by interpolation, in the region in which the averaged value was determined.

17. Device for the open-loop/closed-loop control of operating parameters of an internal combustion engine according to Claim 16 for carrying out the method according to one or more of Claims 1 to 15 having means which

50 acquire operating variables and emit a corresponding output signal,  
store a characteristic map (12, 21, 21', 21\*) obtained from predetermined operating variables and control values, to be determined, for operating parameters,  
emit a control signal (RF) on the basis of at least one operating variable, which control signal corrects the control values output by the characteristic map, characterized in that means are provided which  
55 form average values (RF) of the controller signal (RF),  
on the basis of (RF) determine a global factor (GF),  
additively and/or multiplicatively correct, using the global factor (GF), the control values output from the characteristic map.

18. Device for the open-loop/closed-loop control of operating parameters of an internal combustion  
60 engine according to Claim 16 or 17, characterized in that

the storage means for the characteristic map comprise a read-only memory for the unalterable basic characteristic map and a write/read memory for the factor characteristic map, which can be influenced by the averaged control factor (RF) at least in its individual values,

65 both the read-only memory and the write/read memory are addressable by the same operating parameters,

## EP 0 191 923 B1

means are provided which additively and/or multiplicatively correct the control values (tk) output by the basic characteristic map using the value (F) output by the factor characteristic map.

19. Device for the open-loop/closed-loop control of operating parameters of an internal combustion engine according to one of Claims 16 to 18, characterized in that means are provided which

5 combine the global factor (GF) and the respective factor (F) for a predetermined capture area, said factor originating from the factor characteristic map,

jointly multiply these combined factors (GF, F) (multiplying point 44) in order in this way to effect an overall correction of the control value in each case output by the characteristic map to produce a self-adapting precontrol,

10 feed the combined factors (GF, F) to the multiplying point (44).

20. Device for the open-loop/closed-loop control of operating parameters of an internal combustion engine according to Claim 18 or 19, characterized in that means are provided which

15 in addition to the first additional factor characteristic map I (21') accommodate a further factor characteristic map II (21\*) which is acted upon directly by the averaged control factor (RF), the deviation of the average value of all factors of the additional factor characteristic map II being evaluated at predetermined time intervals to form the global factor and the remaining structural deviation from the initial value, i.e. that which is not incorporated into the formation of the global factor, is incorporated into the values of the first additional factor characteristic map I (21, 21').

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

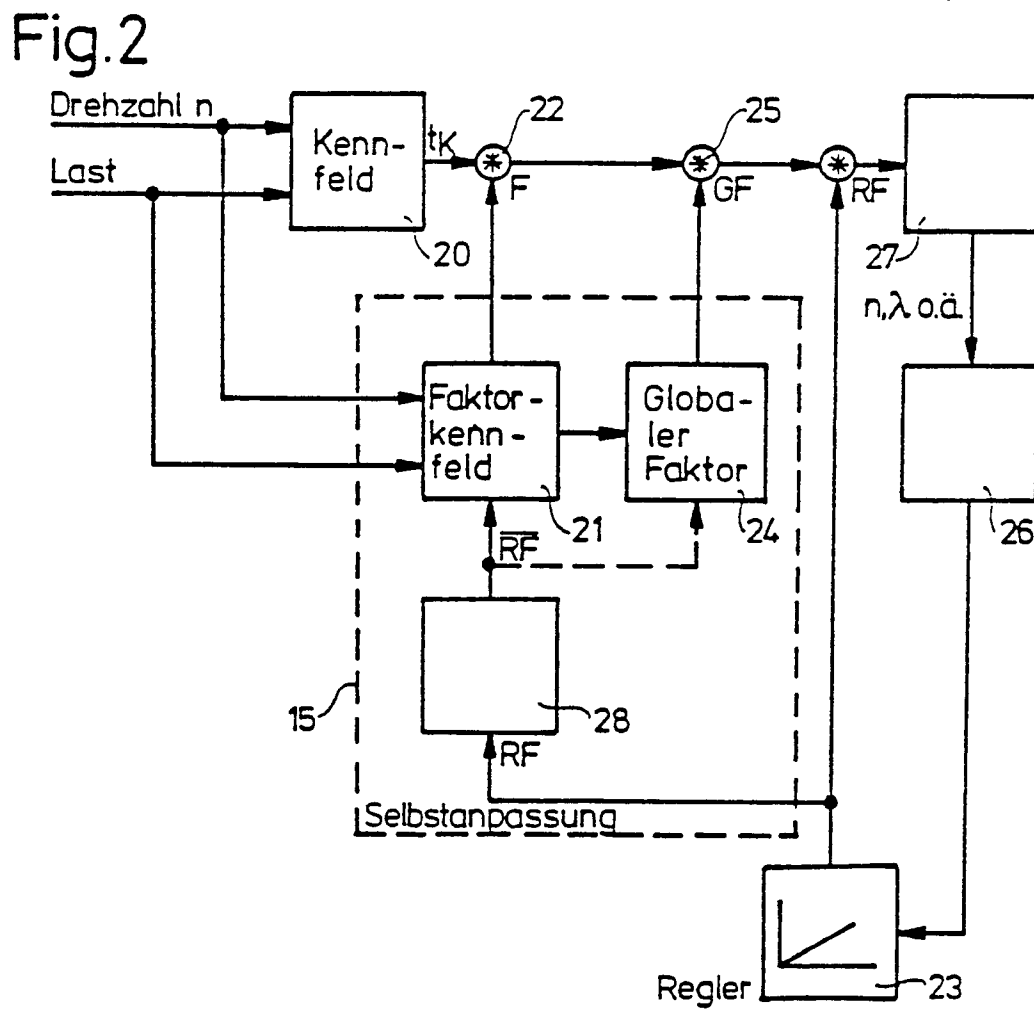
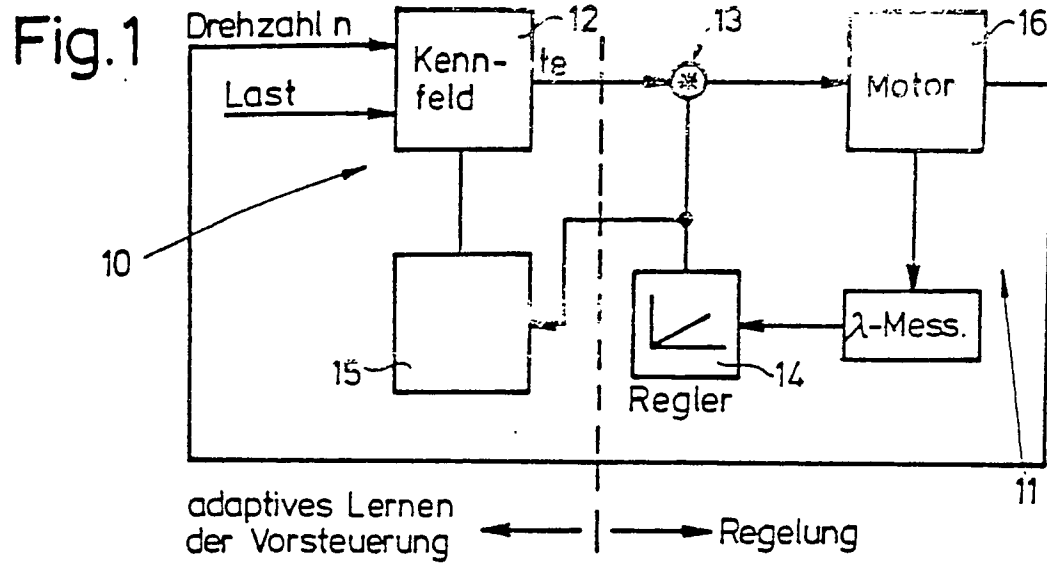
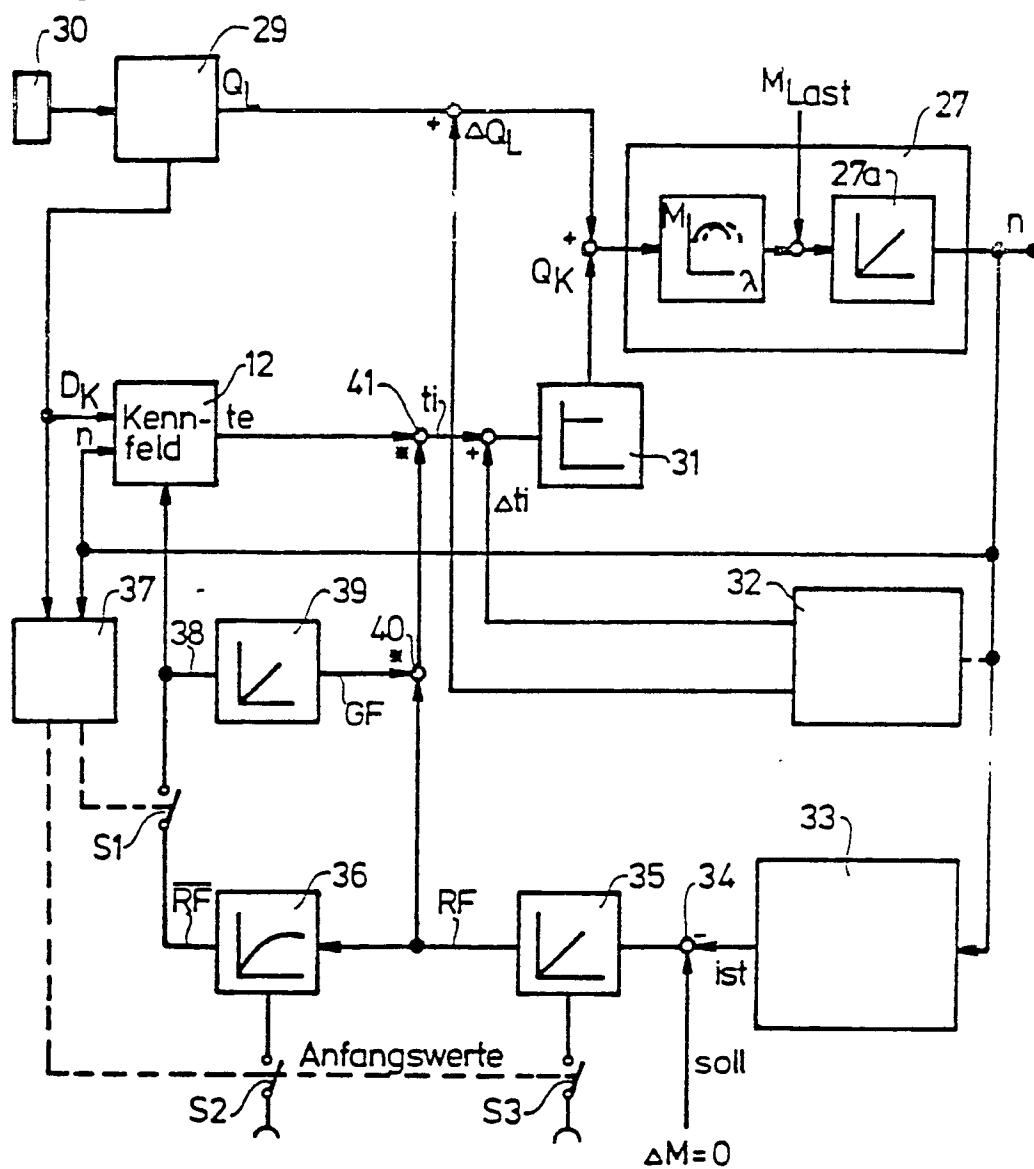


Fig.3



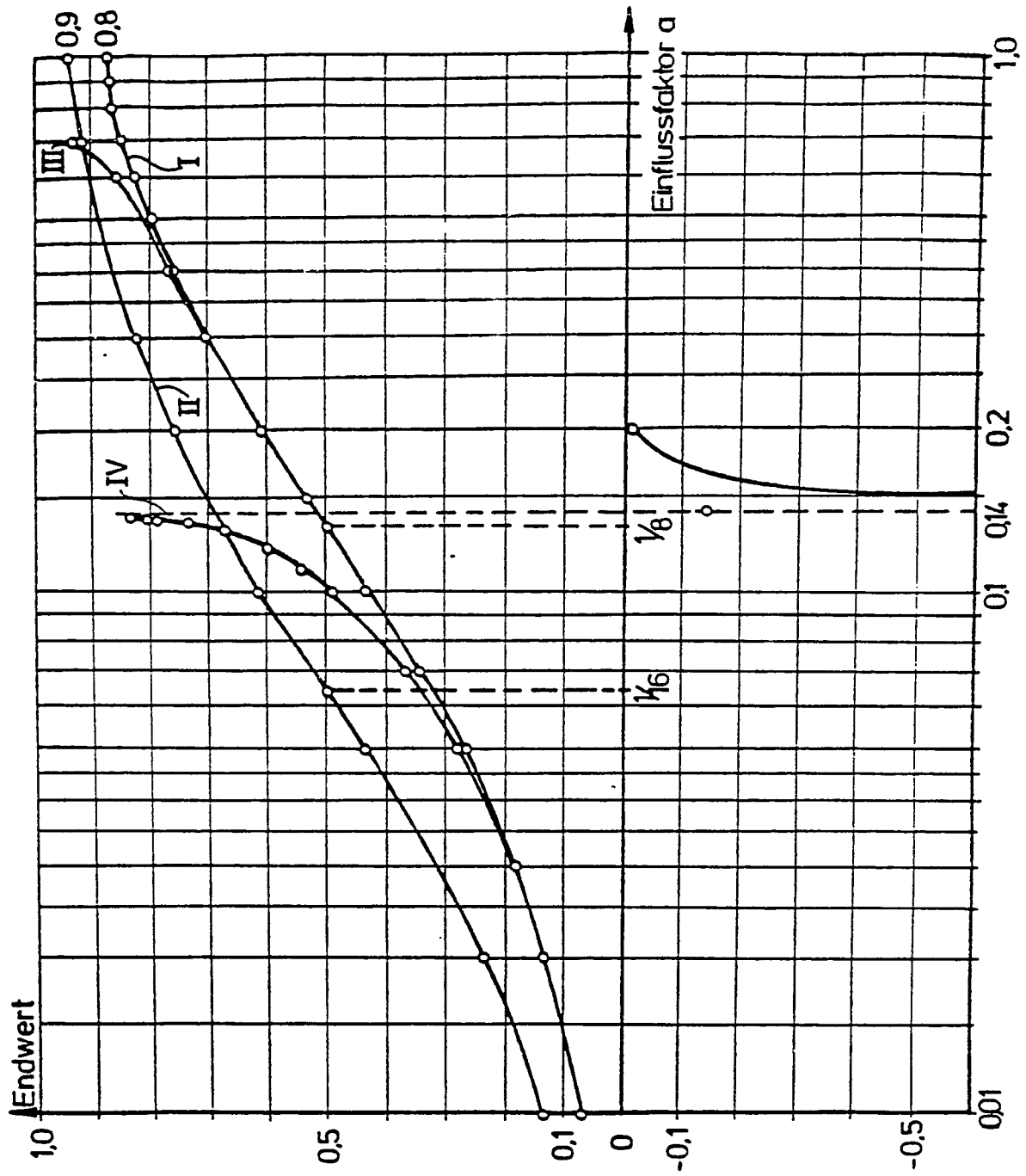


Fig. 4

Fig.5

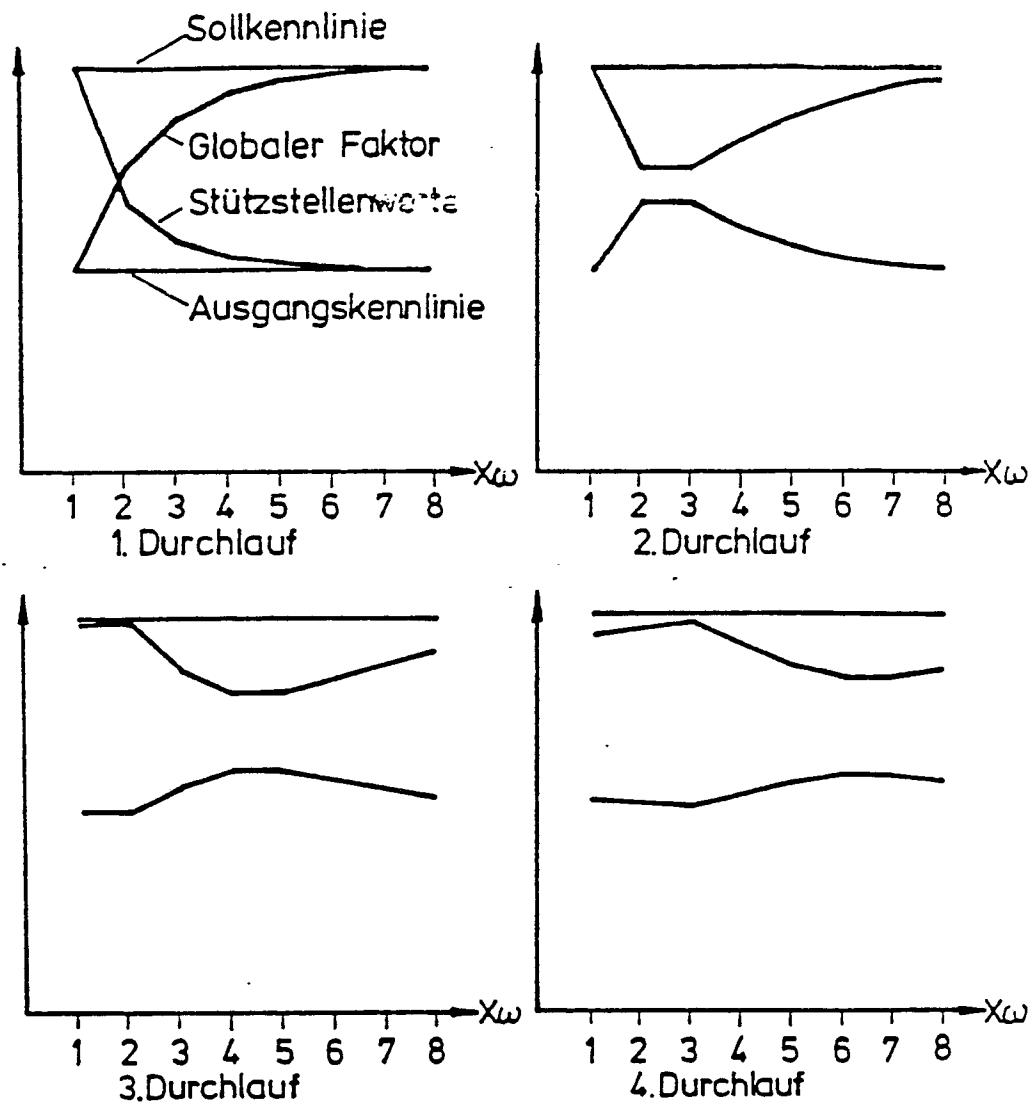


Fig.6

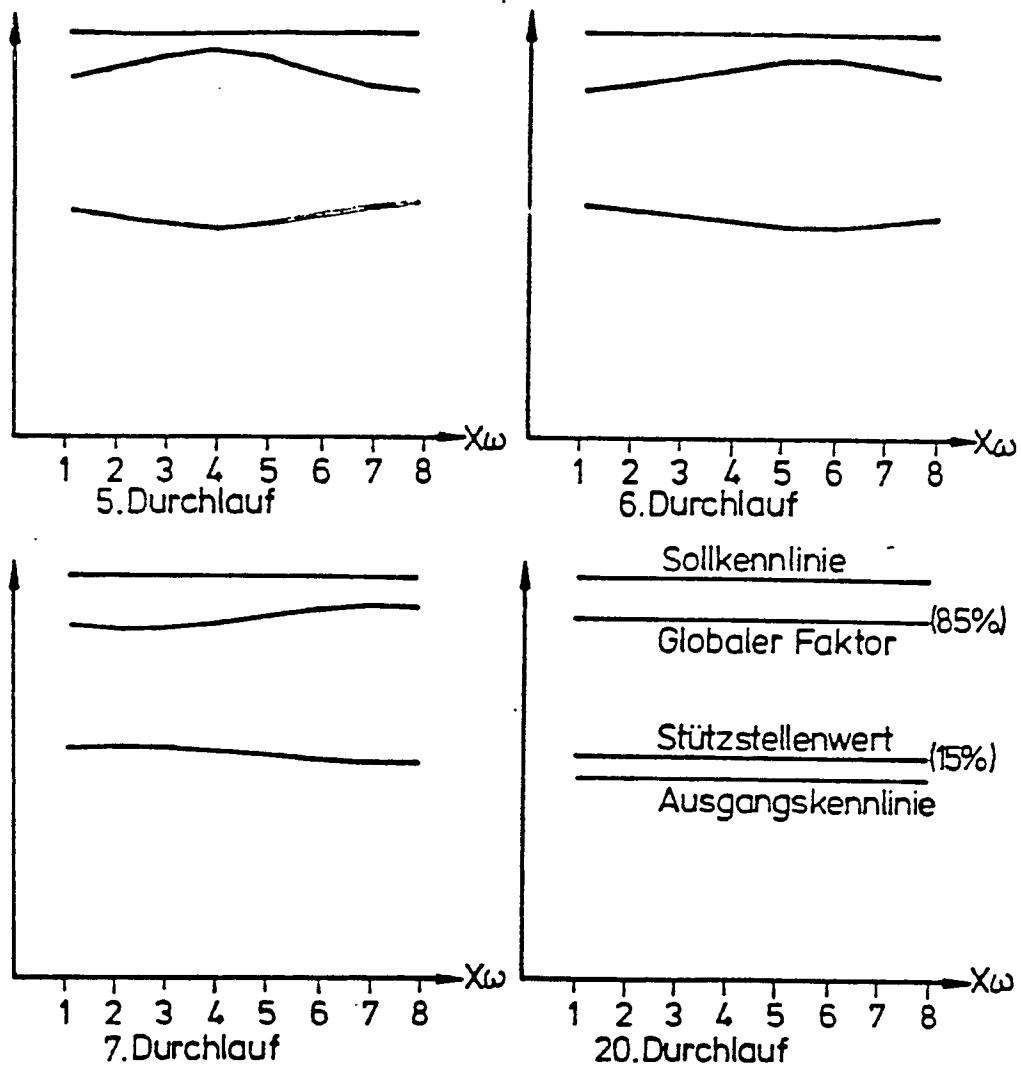


Fig.7

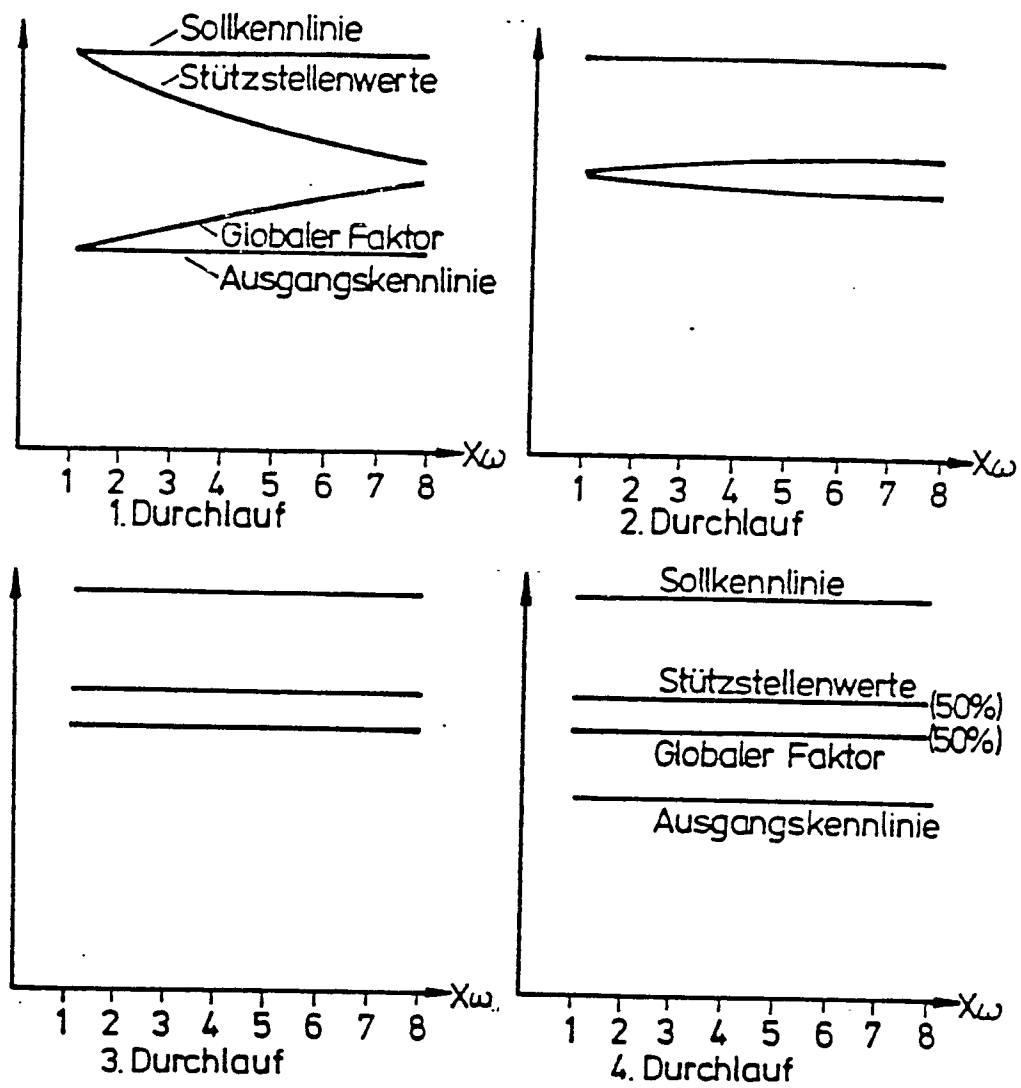


Fig.8

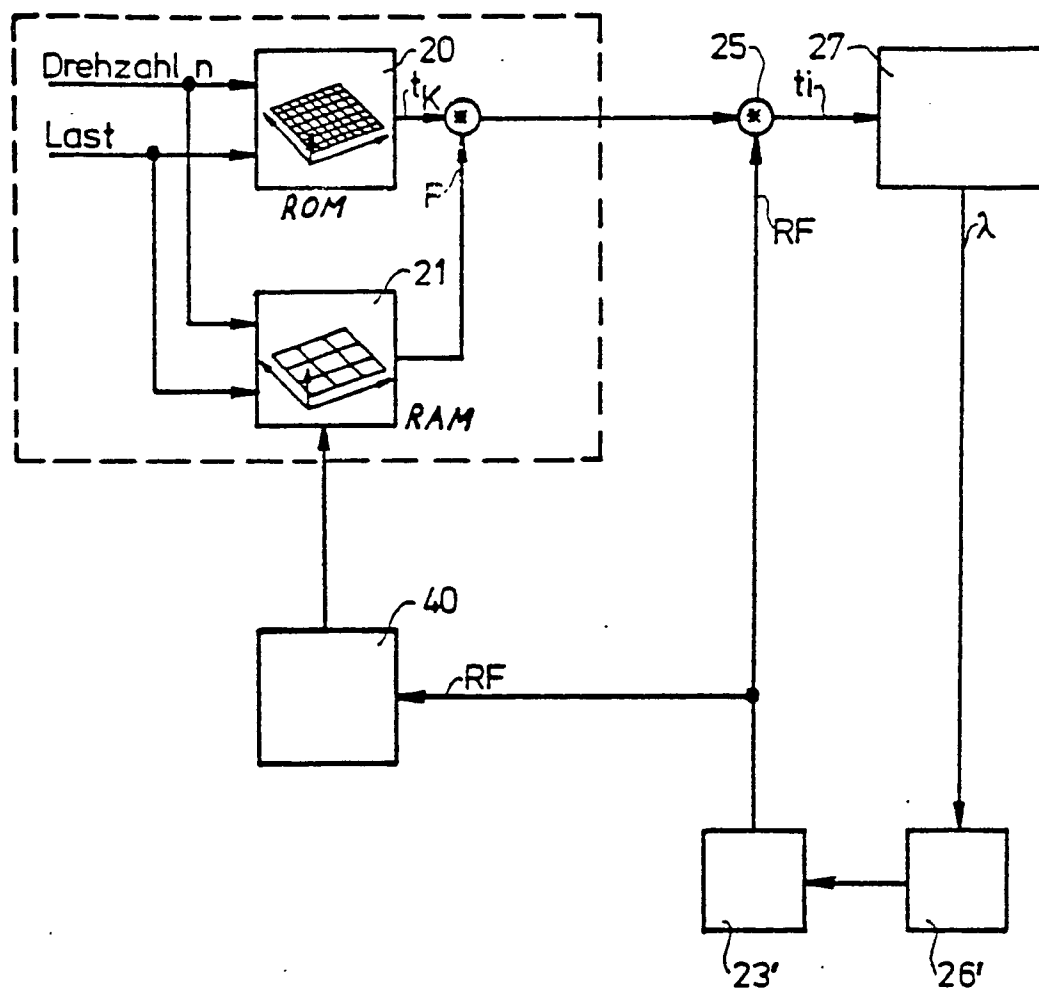


Fig.9

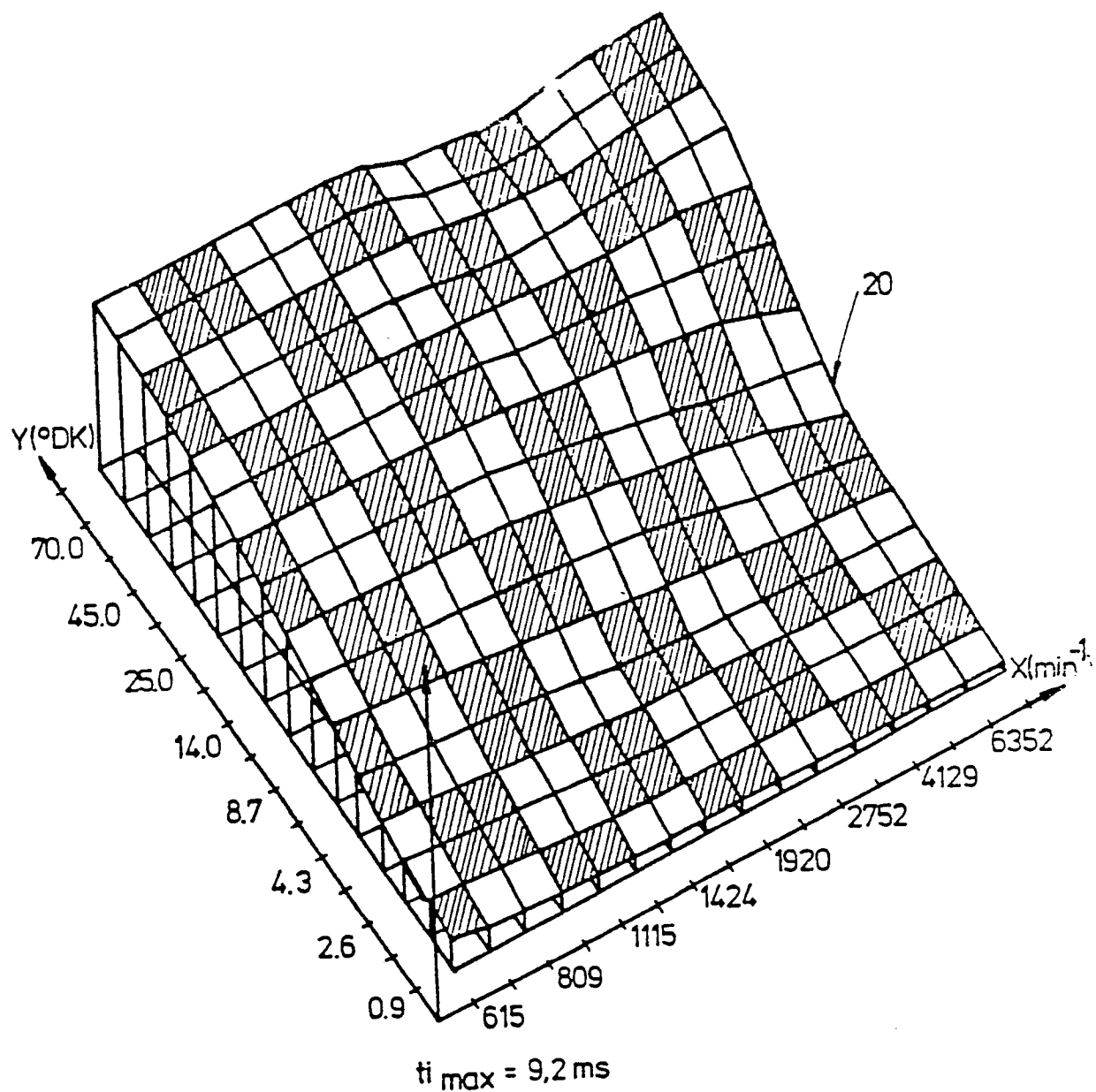


Fig.10

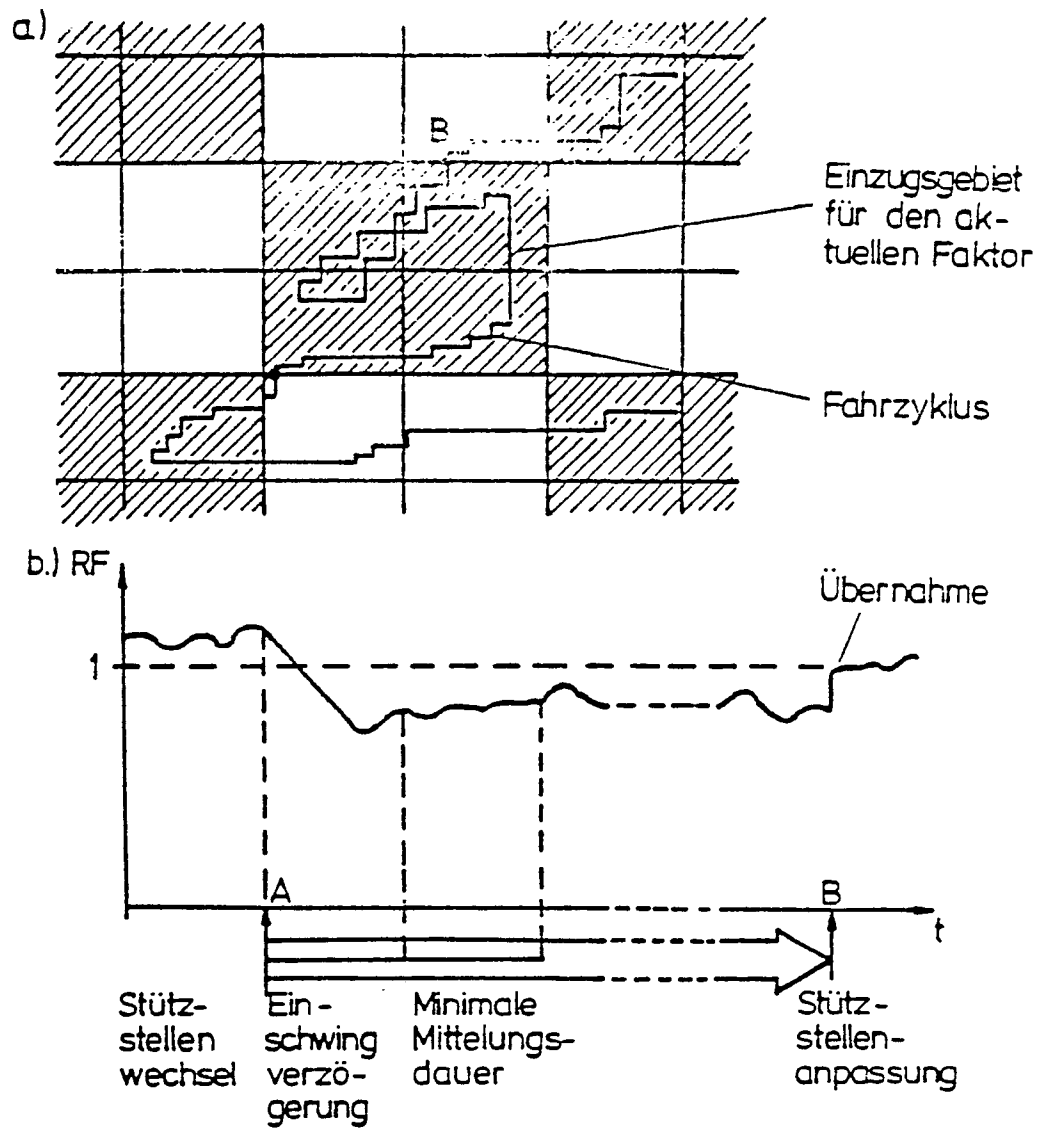


Fig.11

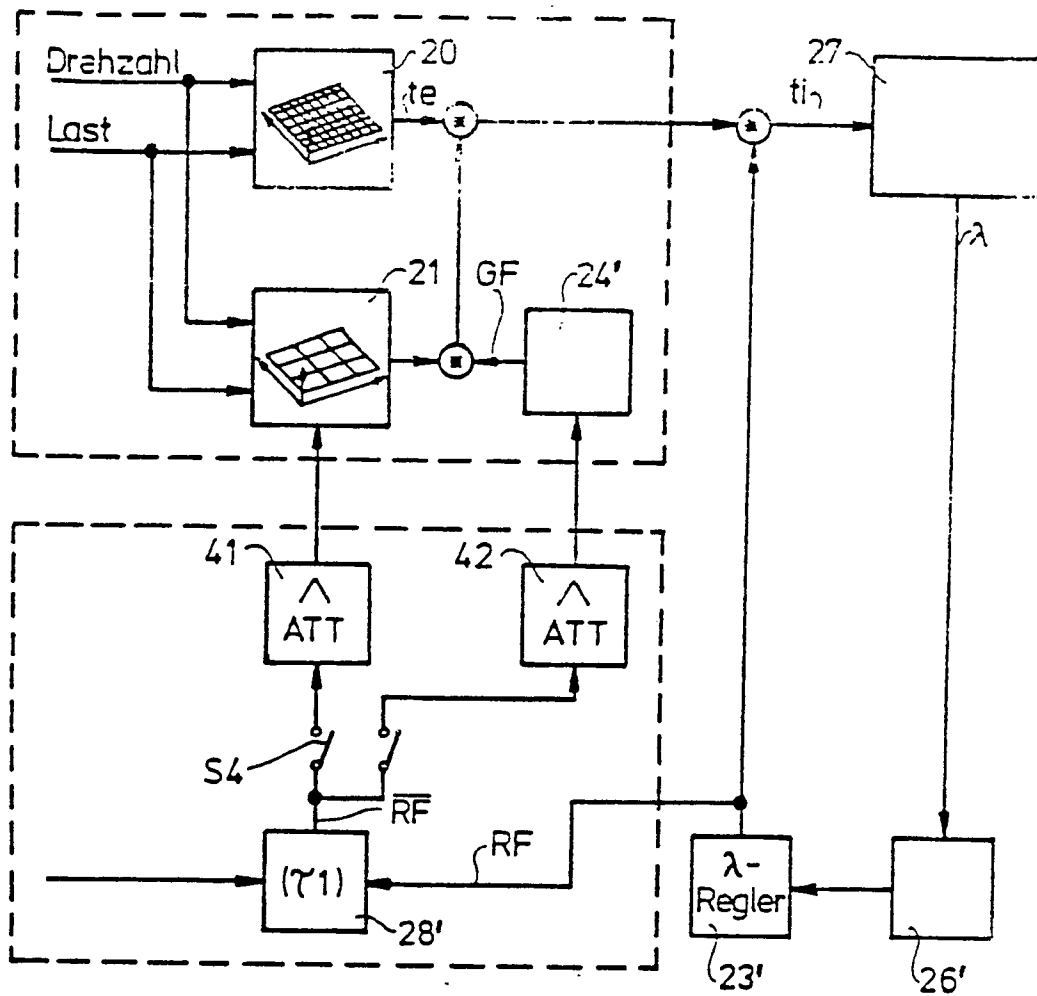


Fig.12

