

 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

 Anmeldenummer: 85115451.8

 Int. Cl. 4: **F 02 D 41/24**

 Anmeldetag: 05.12.85

 Priorität: 21.02.85 DE 3505965

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

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

 Erfinder: **Kohler, Rolf, Dipl.-Ing.**  
**Breslauerstrasse 13**  
**D-7141 Schwieberdingen(DE)**

 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

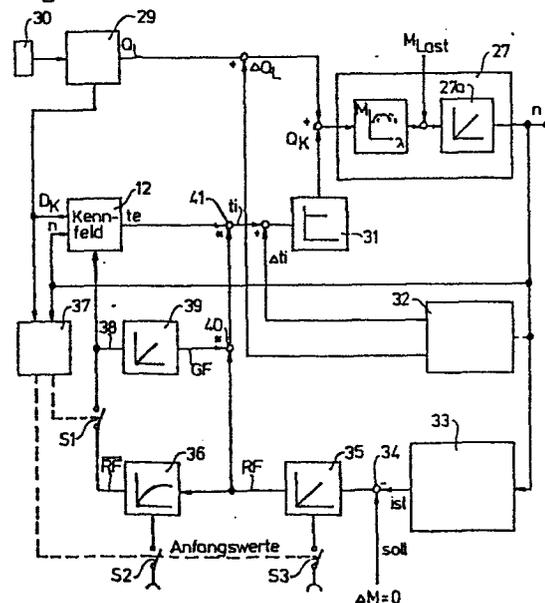
 Erfinder: **Schmidt, Peter Jürgen, Dipl.-Ing.**  
**Hermann-Essig-Strasse 106**  
**D-7141 Schwieberdingen(DE)**

 Erfinder: **Schmitt, Manfred, Dipl.-Ing.**  
**Breslauerstrasse 23**  
**D-7141 Schwieberdingen(DE)**

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

 Verfahren und Einrichtung zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine, wobei zur Herausgabe eines unkorrigierten Vorsteuerwerts ein Kennfeld durch Zuführung vorgegebener Betriebskenngrößen als Adressen adressiert und bei gleichzeitig überlagerter Regelung ein gemittelter Wert des Regelfaktors zur Bewirkung eines adaptiven Lernvorgangs dem Vorsteuerbereich zugeführt wird. Dabei wird aus dem gemittelten Regelfaktor entweder ein auf das gesamte Grundkennfeld multiplikativ einwirkender globaler Faktor definiert, insbesondere zur Berücksichtigung von multiplikativen Störeinflüssen, wobei ferner durch eine Aufteilung des selbstanpassenden Kennfeldes in ein nichtveränderbares Grundkennfeld und in mindestens ein weiteres, dazugehöriges, veränderbares Faktorkennfeld jeder Grundwert innerhalb vorgegebener Einzugsbereiche durch den zugeordneten Faktor des Faktorkennfeldes multipliziert wird, wodurch überwiegend additive Störeinflüsse berücksichtigt werden. Globaler Faktor und der jeweilige Faktor aus dem Faktorkennfeld können kombiniert auf den vom Grundkennfeld herausgegebenen Steuerwert einwirken.

**Fig.3**



19867

1843/ot/wi  
15.1.1985

Firma Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Verfahren und Einrichtung zur Steuerung und Regelver-  
fahren für die Betriebskenngrößen einer Brennkraftma-  
schine

---

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer  
Einrichtung zur Regelung von Betriebskenngrößen einer  
Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs  
bzw. des ersten Vorrichtungsanspruchs. Die Erfindung  
ist ein Zusatz zu dem Gegenstand der früheren Anmel-  
dung P 3 408 215.9 der Anmelderin, die sich auf die  
Möglichkeit bezieht, bei einem gattungsgemäßen Ver-  
fahren jeweils in einem Kennfeld gespeicherte und in  
Abhängigkeit von Betriebskenngrößen der Brennkraftma-  
schine 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 Hauptanmeldung, zu der die vorliegende Anmeldung ein Zusatz ist, das Problem beseitigt, daß insbesondere bei relativ 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 eine erhebliche Verzerrung erfahren würde.

Allgemein ist es in diesem Zusammenhang bekannt

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 3 -

(DE-OS 28 47 021, GB-PS 20 34 930B), Gemischzumeßsysteme so auszubilden, daß die Dosierung oder Zumessung des Kraftstoffs beispielsweise über sogenannte lernende Regelsysteme erfolgt. Ein 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, Abgasrückführtrate 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 Patentanmeldung P 3 408 215.9 basieren, die hiermit voll inhaltlich auch zum Gegenstand der Offenbarung dieser Anmeldung gemacht werden, beziehen sich auf weitere Verbesserungen im Regelverhalten von selbstanpassenden Kennfeldern.

Dabei besitzen selbstoptimierende Einspritzsysteme oder andere Systeme zur Steuerung und Regelung von Betriebskenngrößen ein Kennfeld, hier für die Einspritzzeit, mit den Eingangsgrößen (Adressen), Dreh-

...

zahl und beispielsweise Drosselklappenstellung, und das Kennfeld ist z.B. in die Bereiche 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 MaschinenvARIABLE 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 Hauptanmeldung ebenfalls umfassend beschrieben.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu-

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 5 -

grunde, 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 übergeordneten Verfahrensansprüche sowie der nebengeordneten Einrichtungsansprüche gelöst mit dem Vorteil, daß gerade bei den Hauptanteil der Kennfeldänderungen ausmachenden, multiplikativ<sup>und/oder additiv</sup>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 vorliegender Erfindung besteht darin, daß durch eine Unterteilung in ein Grundkennfeld und in ein die Selbstanpassung (das adaptive Lernen) realisierendes Faktorkennfeld

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 6 -

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 Blockschaltdiagramm 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 bei-

...

spielsweise 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 Endwerts 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 -  $t_1$ -Kennfeld), Fig. 10 bei a) einen Auszug aus dem Grundkennfeld mit Fahrkurve und Darstellung des Einzugsgebietes für eine aktuelle Stützstelle und bei b) den Verlauf des Regelfaktors über der Zeit mit Darstellung des Übernahmezeitpunktes zur Stützstellenanpassung,

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 8 -

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<sup>und/oder additiv</sup> wirkenden globalen Faktor zu definieren. Zum umfassenden Verständnis der vorliegenden Erfindung ist es daher erforderlich, den Gegenstand der Hauptanmeldung zu kennen, der hier vorausgesetzt wird mit der ausdrücklichen Feststellung, daß sämtliche Ausführungen und Feststellungen in der Hauptanmeldung auch in dieser Zusatzanmeldung und für diese gültig offenbart sind.

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 9 -

Ferner wird darauf hingewiesen, daß die in den Zeichnungen jeweils dargestellten, die Erfindung und deren verschiedene Aspekte anhand diskreter Schaltstufen oder Blöcke angebenen Mittel die Erfindung nicht einschränken, sondern insbesondere 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 intermittierender oder kontinuierlicher Einspritzung durch eine Kraftstoffeinspritzanlage oder durch Zuführung des Kraftstoffs durch beliebige Kraftstoffzumeßmittel (gesteuerter Vergaser),

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 10 -

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 hier eines Vorsteuerwertes  $t_e$  für die Kraftstoffeinspritzung und in einen die 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 Hauptanmeldung beschrieben, der Vorsteuerbereich 10 ergänzend so ausgelegt, 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 Hauptanmeldung 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

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 13 -

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 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 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

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

Der globale Faktor GF wirkt <sup>und/oder additiv</sup> multiplikativ 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 mit 27

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 14 -

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  $\overline{RF}$  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 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 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 Brennkraftmaschine 27 als Regelstrecke zuzumessenden Kraftstoffmenge über ein 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 Kennfeld abgespeicherte Einspritzzeit  $t_i$  wird über Einspritzventile 31 in eine entsprechende Kraftstoffmenge  $Q_K$  umgesetzt;

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 15 -

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 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 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  $\Delta t_i$  gewobbelt. Hierzu notwendige Testsignale werden von einem Testsignalgenerator 32 erzeugt, wobei diese, je nach Art der 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.

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 16 -

nen, die diese Drehzahländerungen analysiert und in geeigneter 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 Regelfaktors nachgeschaltet, der mit seinem Ausgang  $\overline{RF}$  über einen Schalter  $S1$  einzelne Kennfeld- bzw. Stützstellenwerte des Kennfeldes 12 beeinflusst. Die Beeinflussung kann dabei so erfolgen, wie in der Hauptanmeldung 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 12 angesteuert ist, dient zur Betätigung des Schalters  $S1$  und weiterer Schalter  $S2$  und  $S3$ , durch welche der 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 Kenn-

...

1987

0191923

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 17 -

feld 12 definierte Fahrkurve befindet und gibt dementsprechend die Einarbeitung des jeweils gemittelten Korrekturwerts  $\overline{RF}$  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 das Kennfeld verändert worden ist, wobei ein wählbarer, also vorgebbarer 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 multiplika-

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 18 -

tive 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  $\overline{RF}$  in das Kennfeld eingearbeitet wird, was nach der folgenden Formel geschieht

$$SS_{\text{neu}} = SS_{\text{alt}} \cdot \overline{RF} \quad \text{mit } SS = \text{Stützstellenwert}$$

Auf die Herleitung dieser Formel wird weiter unten eingegangen; gleichzeitig wird ein 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:

$$GF_{\text{neu}} = GF_{\text{alt}} + a \cdot (\overline{RF} - 1) \quad \text{mit } a = \text{Einflußfaktor}$$

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 Ermitt-

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 19 -

lung 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

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 20 -

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.

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:

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

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

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 21 -

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

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

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

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

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

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

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

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

Forderung: Stellgröße alt = Stellgröße neu

$$\begin{aligned} \text{bzw. } \text{SSa} * \overline{RFa} * \text{GFa} &= \text{SSn} * \overline{RFn} * \text{GFn} \\ &= \text{SSn} * 1 * (\text{GFa} * \overline{RFa}^a) \\ &\quad \text{(mit 3) wird} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SSa} * \overline{RFa} &= \text{SSn} * \overline{RFa}^a \\ \text{SSn} &= \text{SSa} * \overline{RFa} / \overline{RFa}^a \end{aligned}$$

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

...

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  $GF \sim 1$ )

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

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:

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

wie weiter vorn erwähnt.

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

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 23 -

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 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

...

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

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  $a = 0,5$  (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:

$$a) E = f (a * SSA) \quad \text{mit} \quad E = \text{Endwert des globalen Faktors und} \\ SSA = \text{Anzahl der aktiven Stützstellen.}$$

Der Endwert ist vom P R O D U K T des Einflußfaktors und der aktiven Stützstellen abhängig. (Doppeltes 'a' und halbe SS-Anzahl ergeben denselben Endwert.)

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 25 -

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)  $E = f(1/n * \sum Korr.i)$  mit  $\sum Korr.i =$  Summe der individuell unterschiedlichen Stützstellenkorrektur

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 26 -

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

Allerdings ist die Einschwingdauer unterschiedlich.  
(Bei sequentielltem Durchlauf: SS1 → SS8, SS1 → ...  
ergibt sich eine kleinere Einschwingdauer als bei sequentielltem VOR/RÜCK-Durchlauf: SS1 → SS8, SS8 → SS1, SS1 → ... .

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

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

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

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

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

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 Di-

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 27 -

vision 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 der Multiplikation mit dem interpolierten Kennfeldwert addiert.

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

Kennfeldanpassung:

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

$$\text{SS}_{\text{neu}} = \text{SS}_{\text{alt}} * \left[ (\text{RF} + \text{GF}) / (1 + \text{GF}) \right]$$

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.

$$\text{SS}_{\text{neu}} = \text{SS}_{\text{alt}} * \text{RF}$$

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 höhere Werte für den globalen Faktor als nach Fig. 4, Kennlinie I zu

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 28 -

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.

#### 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 entsprechende Daten in Form von Stützstellen abgespeichert sind, wobei Zwischenwerte durch eine lineare Interpolation berechnet werden können. Die Anzahl der Stützstellen und interpolierten 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, 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 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  $8 \times 8$  Faktoren vorgesehen, die jeweils die Ausgangswerte "1.0" haben und im Laufe des Anpassungsvorgangs entsprechende Änderungen erfahren.

Der endgültige 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:

$$t_i = t_K \cdot F \cdot RF .$$

Beim Wechsel des Arbeitspunktes in einen anderen Bereich mit einem anderen Faktor  $F$  des Faktorkennfeldes 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

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 30 -

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 verändert.

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

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 32 -

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 Störeinfluß-Anteile 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.

...

1843/ot/wi

15.1.1985

- 33 -

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 $U_{Batt}$ )	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 Darstel-

...

lung 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 Regel-faktors 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 ein weiterer Teil in den globalen Faktor eingearbeitet wird.

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

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

$$a + b \leq 1$$

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

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 35 -

ebenfalls als Flußdiagramm auf den Seiten 38 und 39 als Zusatz zum Flußdiagramm auf Seite 37 angegeben ist.

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

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 36 -

Verfahren II sich ergebenden Ermittlung des globalen Faktors gültig sind, sind im folgenden angegeben:

$$GF_{NEU} = GF_{ALT} \cdot \frac{1}{n} \sum_1^n F_{II} \approx GF_{ALT} + \left( \frac{1}{n} \sum_1^n (F_{II} - 1) \right)$$

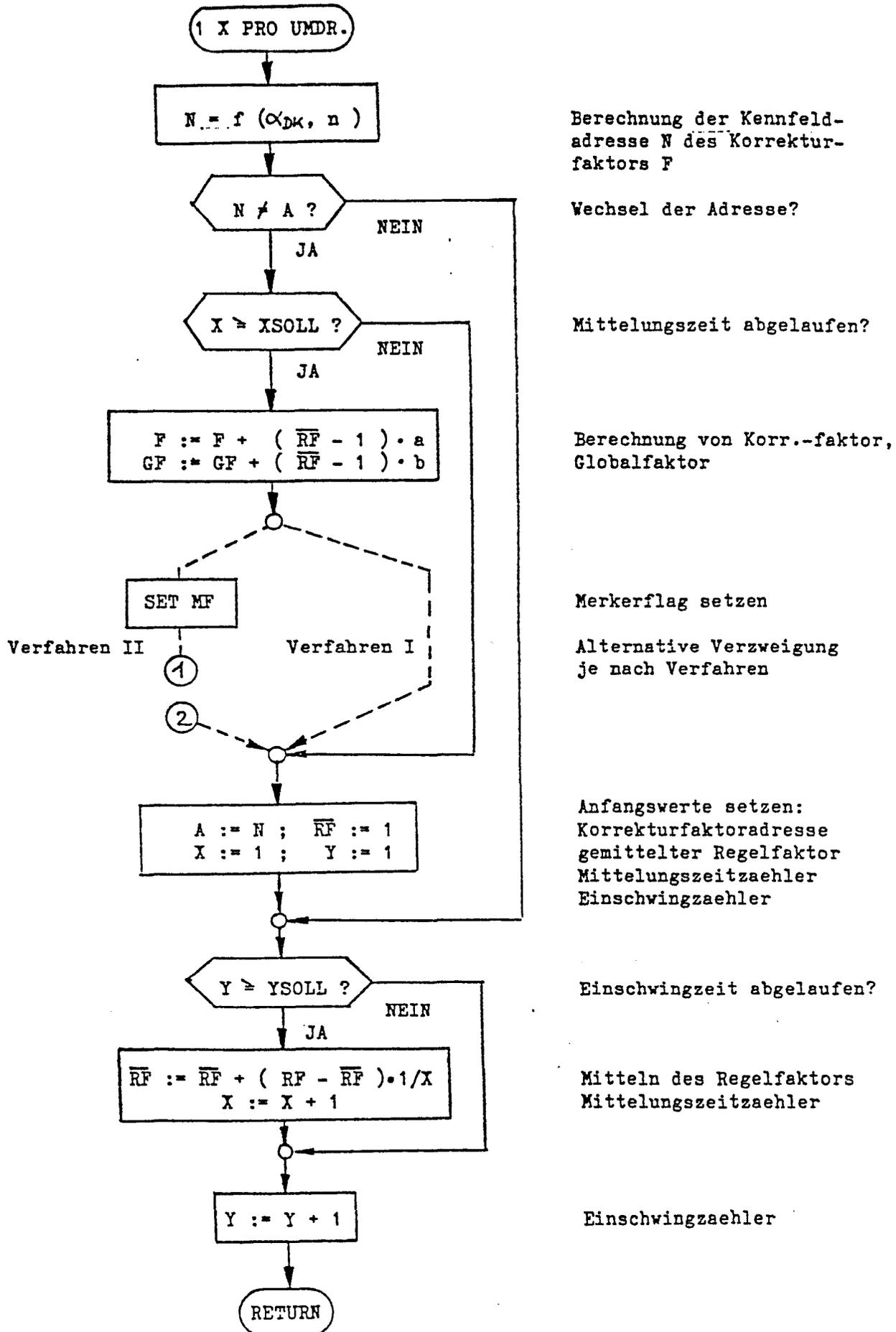
Aus den veränderten Stützstellen  $F_{II}$  wird:

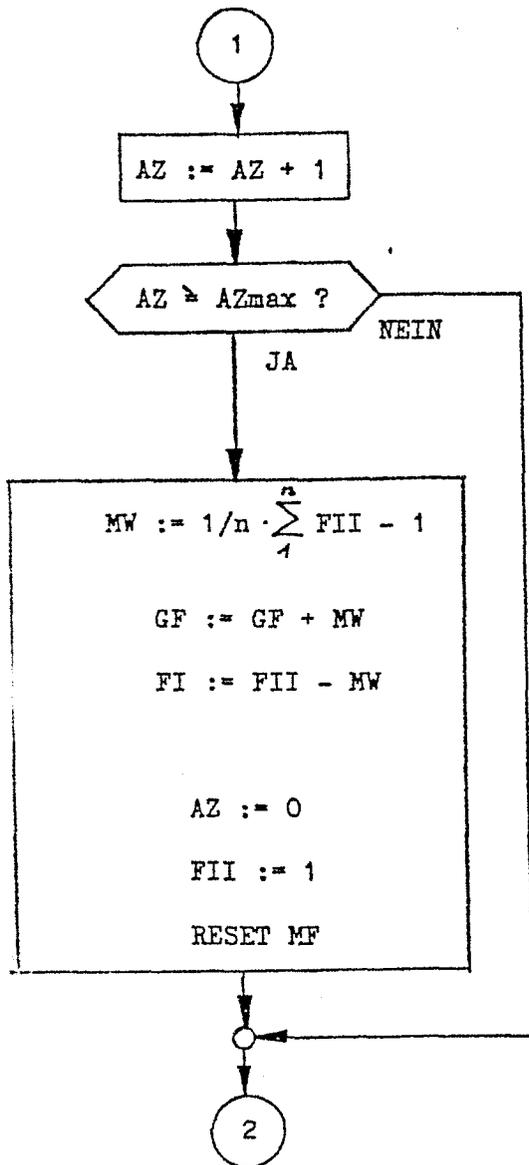
$$F_I = F_{II} \cdot \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_1^n F_{II}} \approx F_{II} - \left( \frac{1}{n} \sum_1^n (F_{II} - 1) \right)$$

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.

Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.





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)

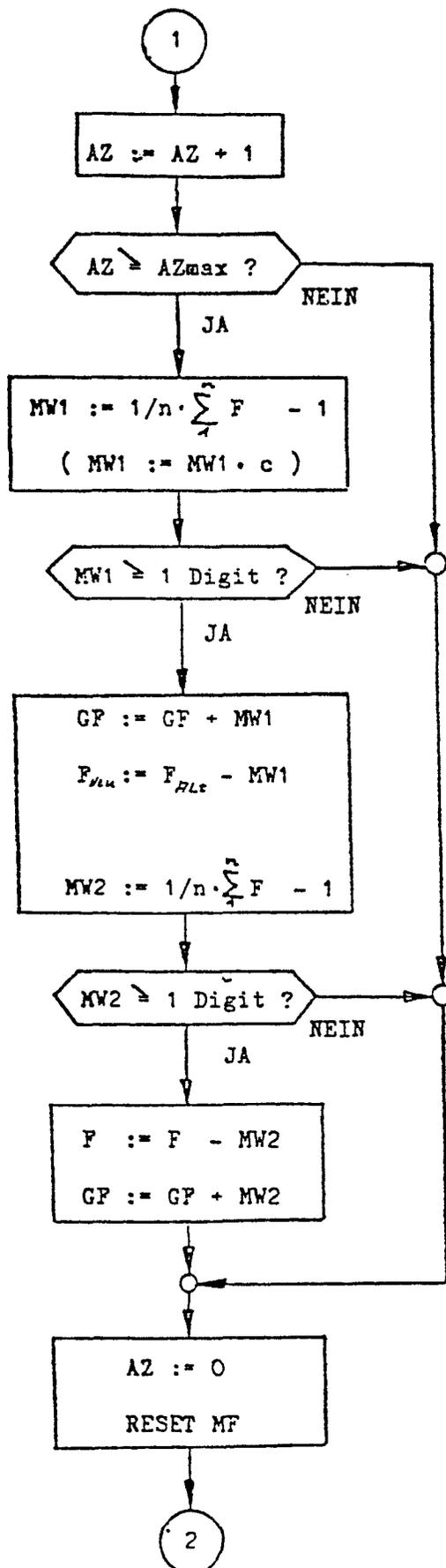
Anpassung des globalen Faktors

Übernahme der veränderten  
Faktoren II in das Faktor-  
kennfeld I

AZ-Zähler rücksetzen

Rücksetzen von FKFII

Alle Merkerflags rücksetzen



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

1843/ot/wi  
15.1.1985

Firma Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine, mit einem von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine aufgespannten Kennfeld zur Vorsteuerung von die Betriebskenngrößen beeinflussenden Maschinenvariablen, wobei eine auf mindestens eine Maschinenvariable als Istwert empfindliche Regeleinrichtung die jeweils ausgegebenen Kennfeldwerte korrigierend beeinflusst (überlagerte Regelung) 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 (adaptive Vorsteuerung), dadurch gekennzeichnet, daß unter Zugrundelegung und Auswertung der Änderung der Kennfeldwerte ein vorgegebener Anteil dieser Änderung als zusätzlicher globaler Faktor (GF) übernommen und jeder aus dem Kennfeld, auch durch Interpolation, gewonnene Steuerwert multiplikativ<sup>und/oder additiv</sup> durch den globalen Faktor (GF) beeinflusst wird, derart, daß sich eine multiplikative<sup>und/oder additive</sup> Verschiebung aller Kennfeld-Stützstellen ergibt.

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 2 -

2. Verfahren zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine, mit einem von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine aufgespannten Kennfeld zur Vorsteuerung von die Betriebskenngrößen beeinflussenden Maschinenvariablen, wobei eine auf mindestens eine Maschinenvariable als Istwert empfindliche Regeleinrichtung die jeweils ausgegebenen Kennfeldwerte korrigierend beeinflusst (überlagerte Regelung) 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 (adaptive Vorsteuerung), dadurch gekennzeichnet, daß ein vorgegebener Anteil des gemittelten Werts ( $\overline{RF}$ ) des von der Regeleinrichtung herausgegebenen Regelfaktors (RF) zur Bildung eines zusätzlichen globalen Faktors (GF) benutzt und jeder aus dem Kennfeld, auch durch Interpolation, gewonnene Steuerwert multiplikativ <sup>und/oder additiv</sup> durch den globalen Faktor (GF) beeinflusst wird, derart, daß sich eine multiplikative <sup>und/oder additive</sup> Verschiebung aller Kennfeld-Stützstellen ergibt.
3. Verfahren zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine, mit einem von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine aufgespannten Kennfeld zur Vorsteuerung von die Betriebskenngrößen beeinflussenden Maschinenvariablen, wobei eine auf mindestens eine Maschinenvariable als Istwert empfindliche Regeleinrichtung die jeweils ausgegebenen Kennfeldwerte korrigierend beeinflusst (überlagerte Regelung) und wobei ferner die im Kennfeld

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 3 -

gespeicherten und in Abhängigkeit von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine angewählten Werte über die Regeleinrichtung zur Korrektur der Kennfeldwerte geändert werden (adaptive Vorsteuerung), 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 jeweils einen aus dem Faktorkennfeld abgeleiteten spezifischen Faktor <sup>und/oder additiv</sup> multiplikativ<sup>1</sup> beeinflußt werden.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß der vom Grundkennfeld jeweils herausgegebene, durch Adressierung durch vorgegebene Betriebskenngrößen (Drehzahl, Last, Luftmenge, Drosselklappenstellung ...) ange-  
wählte Steuerwert sowohl durch multiplikative<sup>und/oder additive</sup> Beeinflussung durch den globalen Faktor (GF) als auch durch multiplikative<sup>und/oder additive</sup> 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<sup>und/oder additive</sup> Gesamtverschiebung der Kennfeldwerte und der aktuelle Regelfaktor (RF) multiplikativ<sup>und/oder additiv</sup> zu einem

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 4 -

Gesamtkorrekturfaktor zusammengefaßt den jeweils vom Grundkennfeld herausgegebenen Steuerwert ( $t_e$ ) multiplikativ <sup>und/oder additiv</sup> beeinflussen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung als Istwert der Maschinenvariablen die Abgaszusammensetzung (Lambda-Wert), die Laufruhe der Brennkraftmaschine, die Drehzahl der Brennkraftmaschine und dergleichen 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 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß überwiegend multiplikativ wirkende Störgrößen (Lufttemperatur, Luftdruck, Kraftstoffdruck, Kraftstoffqualität ...) von dem das gesamte Grundkennfeld multiplikativ beeinflussenden globalen Faktor (GF) und überwiegend additiv einwirkende Störgrößen (Ventilabfall und Anzugszeiten, Potentiometerjustage, Klappenverschluß, Tankentlüftung ...) durch einzelne Faktoren des dem jeweiligen Grundkennfeld zugeordneten Faktorkennfelds berücksichtigt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der einzelnen Faktoren (globaler Faktor und Faktoraus Faktorkennfeld) aus dem gemittelten Regelfaktor ( $\overline{RF}$ ) die Mitteilung des Regelfaktors solange durchgeführt wird, wie die jeweils von der Brennkraftmaschine angefahrte Be-

...

- triebspunkte in einem jeweils vorgegebenen Einzugsbereich des Grundkennfelds liegen, und daß die Faktoren (globaler Faktor und Faktor aus Faktorkennfeld) 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 ( $\overline{RF}$ ) 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 ( $\overline{RF}$ ) und gleichzeitig durch Definition eines vorgegebenen Einzugsbereichs innerhalb des Grundkennfelds für 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.
  11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundkennfeld (20) von einem Lesespeicher (ROM) und das zusätzliche Faktorkennfeld von einem Schreiblese Speicher (RAM) gebildet sind.
  12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Eintreten der Fahrkurve in einen vorgegebenen Einzugsbereich der Regelfaktor zunächst nach einer vorgegebenen Einschwingverzögerung ge-

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 5 -

mittelt und anschließend eine vorgegebene minimale Mittelungsdauer eingehalten und 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 2-12, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiteres, zweites Faktorkennfeld II definiert wird zur multiplikativen Einwirkung auf das Grundkennfeld, wobei dieses zweite Faktorkennfeld II beim Start auf einen vorgegebenen Anfangswert (1.0) gesetzt und laufend angepaßt wird bei zunächst unveränderter Beibehaltung der Werte im ersten zusätzlichen Faktorkennfeld I und des globalen Faktors und daß in vorgegebenen (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 restliche strukturelle Abweichung 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 1-13, gekennzeichnet durch die Verwendung bei Verbrennungsmotoren beliebiger Art, insbesondere

...

1843/ot/wi  
15.1.1985

- 7 -

selbstzündenden (Dieselmotoren) oder fremdgezündeten Brennkraftmaschinen (Otto-Motoren) mit Kraftstoffzumessung (gesteuerter Vergaser) oder mit intermittierender oder kontinuierlicher Einspritzung ferner Wankelmotor, Stirlingmotor, Gasturbine und dgl.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-14, gekennzeichnet durch eine Verwendung in mindestens einem der Systeme für die Kraftstoffluftgemischzumessung, die Zündzeitpunktregelung, Ladedruckregelung, Abgasrückführrate, Leerlaufregelung u. dgl.
16. Einrichtung zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-15, dadurch gekennzeichnet, daß dem Regler (23, 35, 23') ein Mittelwertbildner (28, 36, 28') für den Regelfaktor (RF) nachgeschaltet ist, dessen Ausgangssignal einer Anordnung (24, 39) zur Bildung eines globalen Faktors (GF) zugeführt ist, der an einer nachgeschalteten Multiplizierstelle (25) jeden vom Kennfeld (12, 20) herausgegebenen Steuerwert ( $t_e$ ,  $t_k$ ) im Sinne einer multiplikativen Beeinflussung des gesamten Grundkennfelds korrigiert.
17. Einrichtung zur Steuerung/Regelung von Betriebskenngrößen einer Brennkraftmaschine zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-15, dadurch gekennzeichnet, daß dem unveränderbaren Grundkennfeld (Lesespeicher; ROM) mindestens ein in seinen Einzelwerten durch den gemittelten Regelfaktor ( $\overline{RF}$ ) beeinflussbares Faktor-

...

kennfeld (21, 21'; 21\*) zugeordnet ist, wobei das mindestens eine Faktorkennfeld parallel zur Angabe vorgegebener Einzugsbereiche im Grundkennfeld von den gleichen Betriebskenngrößen adressiert ist wie das Grundkennfeld und daß jeder vom mindestens einen Faktorkennfeld (F) für einen vorgegebenen Einzugsbereich des Grundkennfelds herausgegebener Faktor (F) den jeweiligen Steuerwert des Grundkennfelds korrigiert.

18. Einrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß globaler Faktor (GF) und der jeweilige, aus dem Faktorkennfeld (21, 21') stammende Faktor (F) für einen vorgegebenen Einzugsbereich zusammengefaßt und einer gemeinsamen Multiplizierstelle (44) zur Bewirkung einer Gesamtkorrektur des vom Grundkennfeld jeweils herausgegebenen Steuerwerts im Sinne einer selbstanpassenden Vorsteuerung zugeführt werden.
19. Einrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß neben dem ersten zusätzlichen Faktorkennfeld (21') ein weiteres Faktorkennfeld (21\*) vorgesehen ist, welches unmittelbar vom gemittelten Regelfaktor ( $\overline{RF}$ ) beaufschlagt ist, wobei die Abweichung des Mittelwerts aller Faktoren des zusätzlichen Faktorkennfelds in vorgegebenen Zeitabschnitten zur Bildung des globalen Faktors ausgewertet und die restliche strukturelle Abweichung vom Anfangswert in die Werte des ersten zusätzlichen Faktorkennfelds (21, 21') eingearbeitet werden.

Fig.1

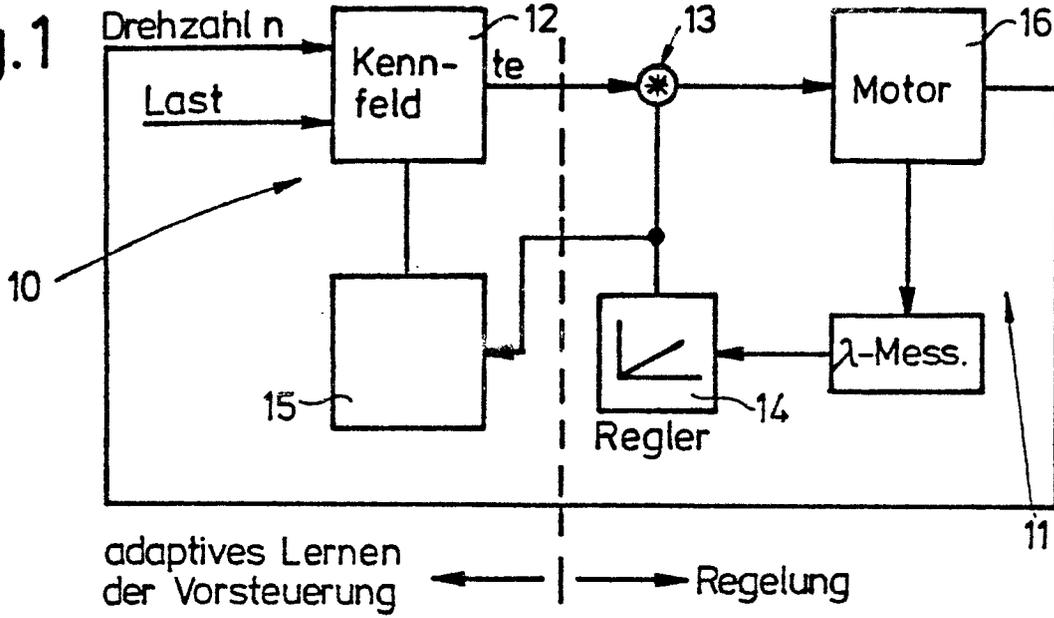


Fig.2

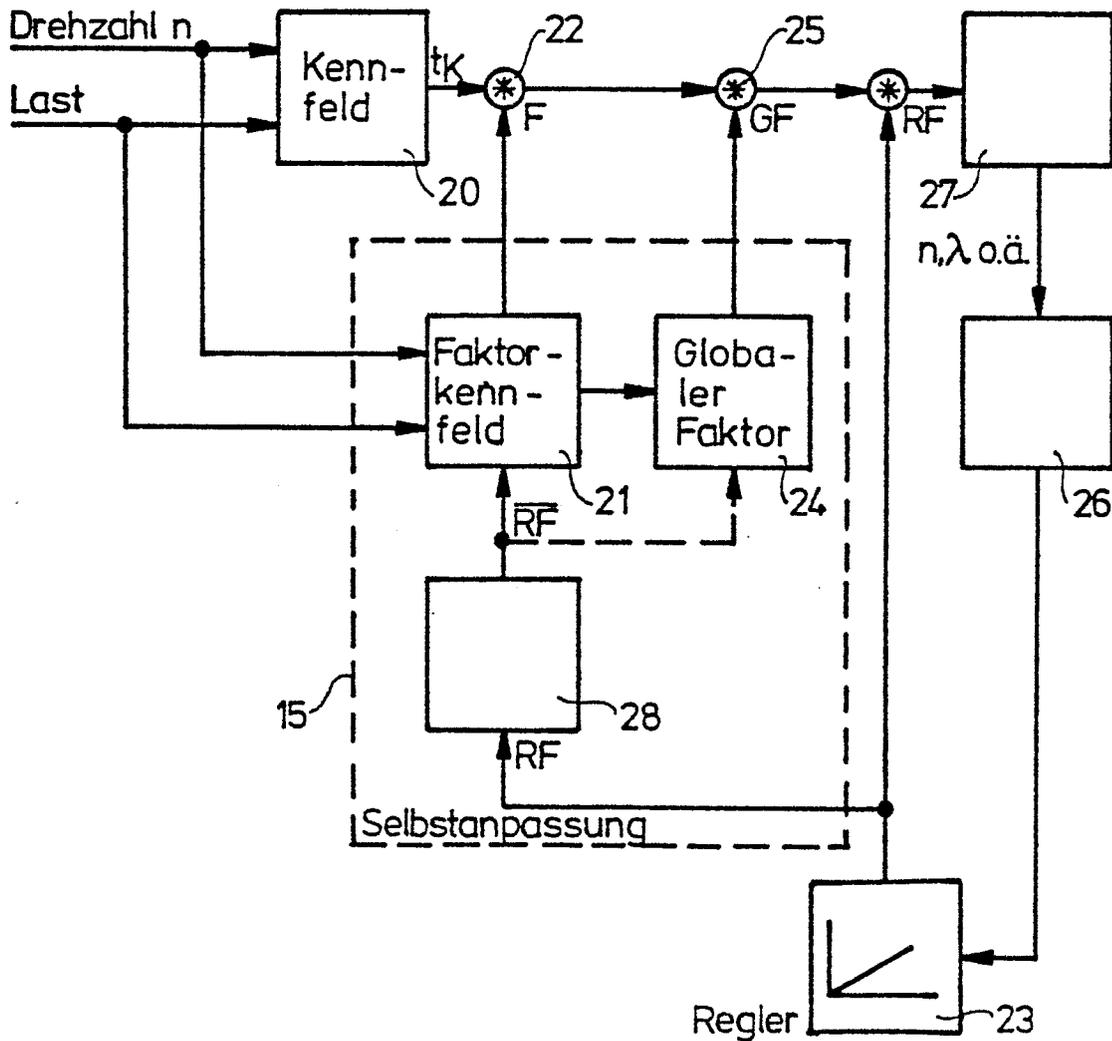
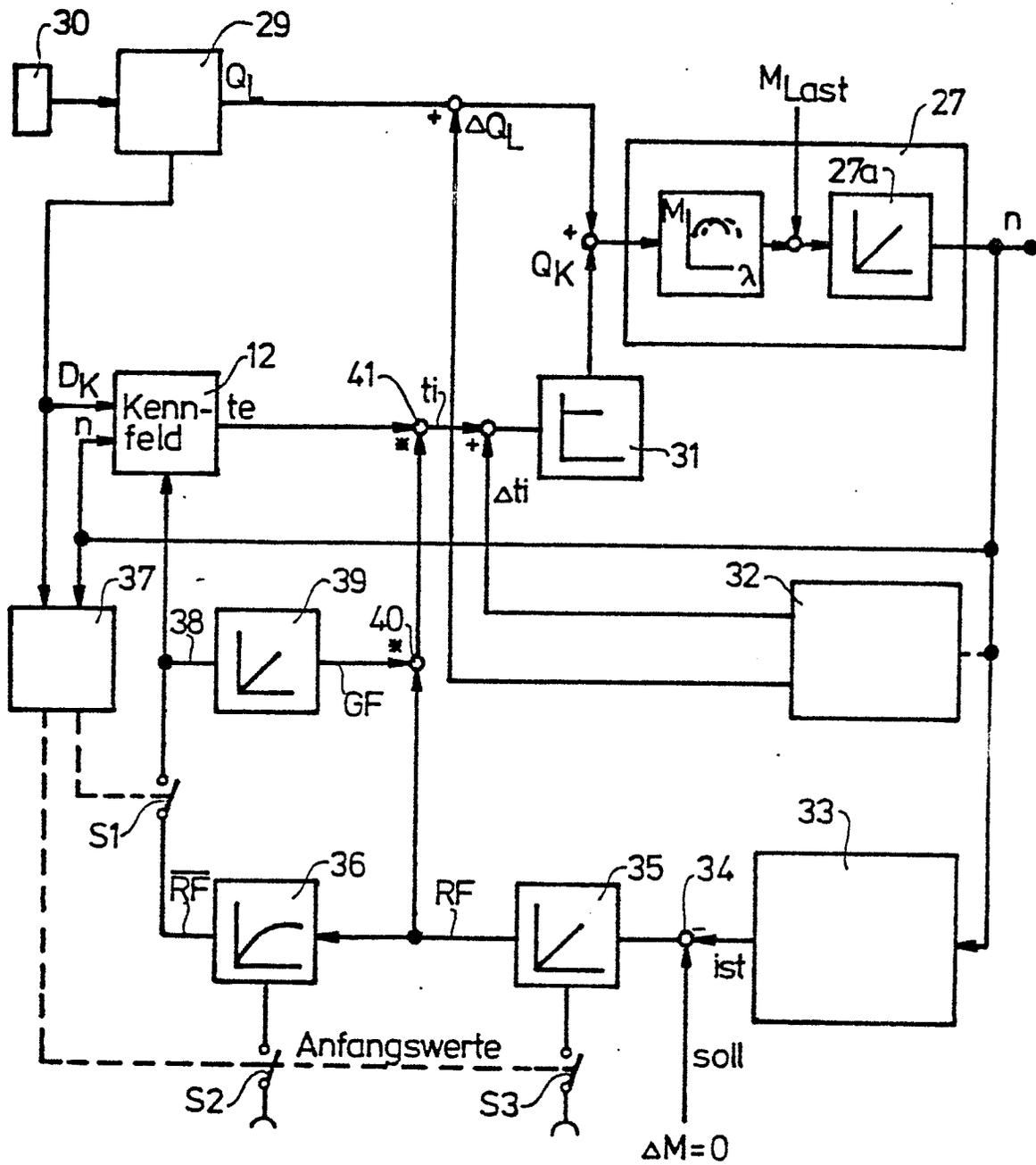


Fig.3



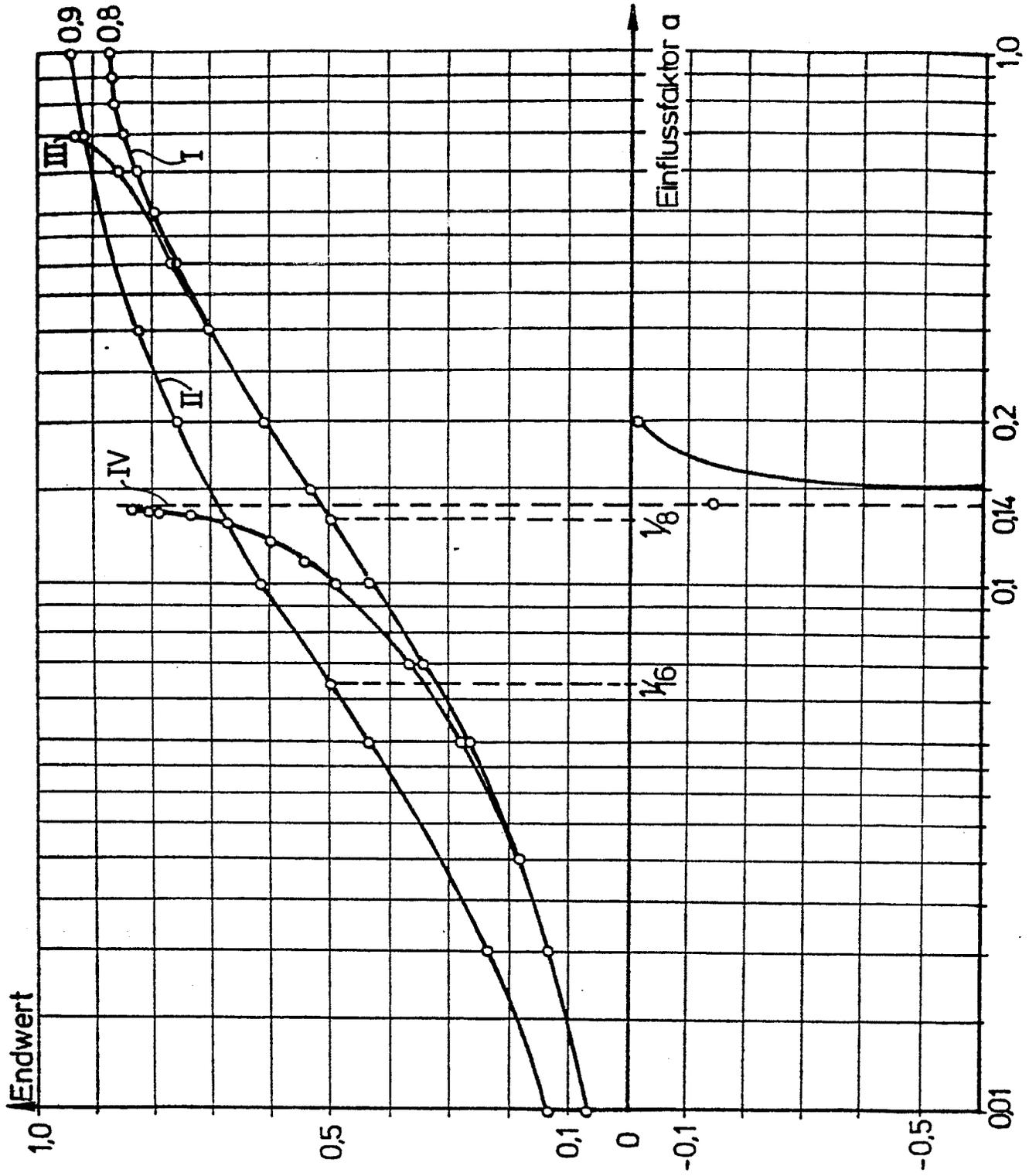


Fig.4

Fig.5

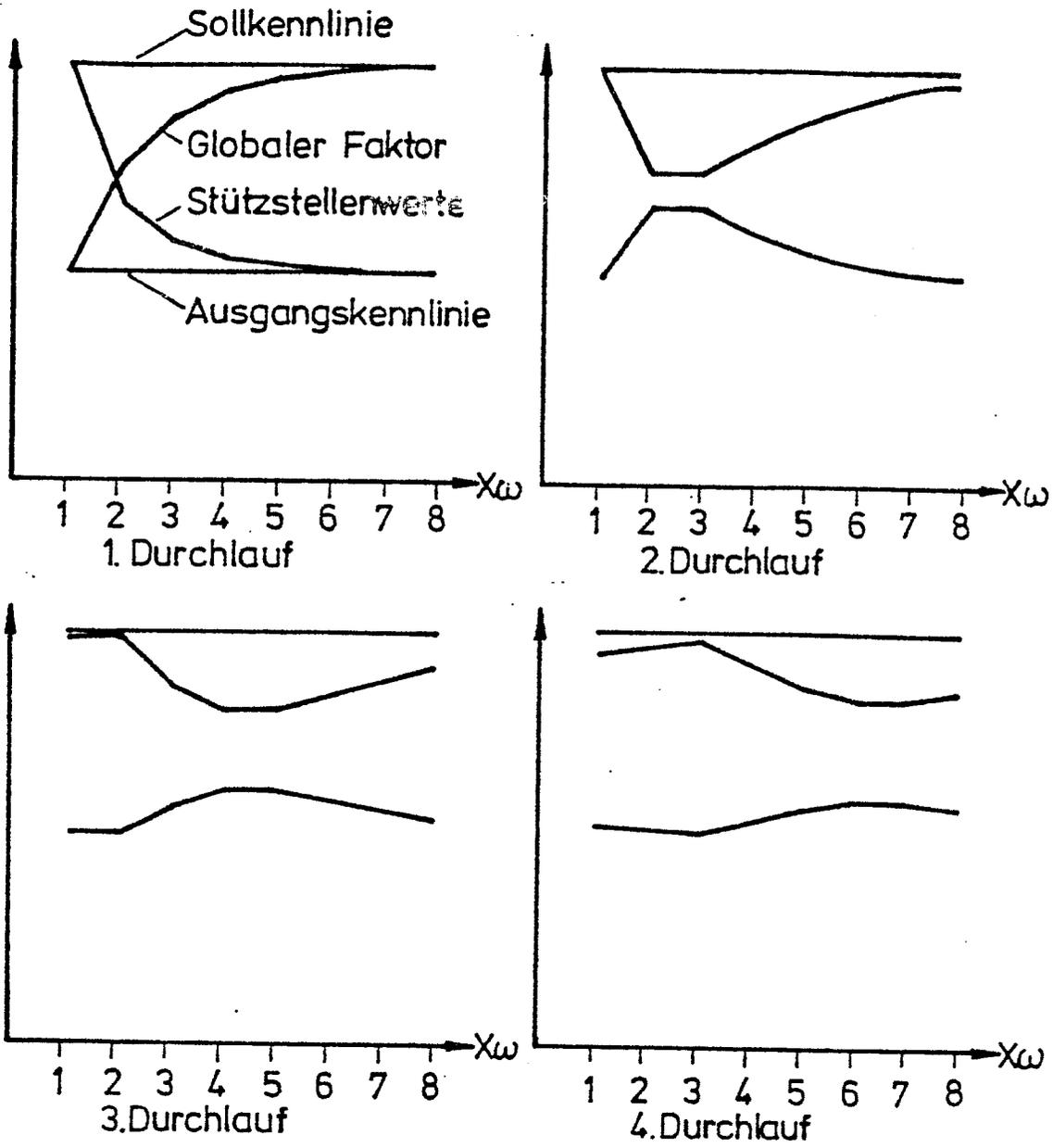


Fig.6

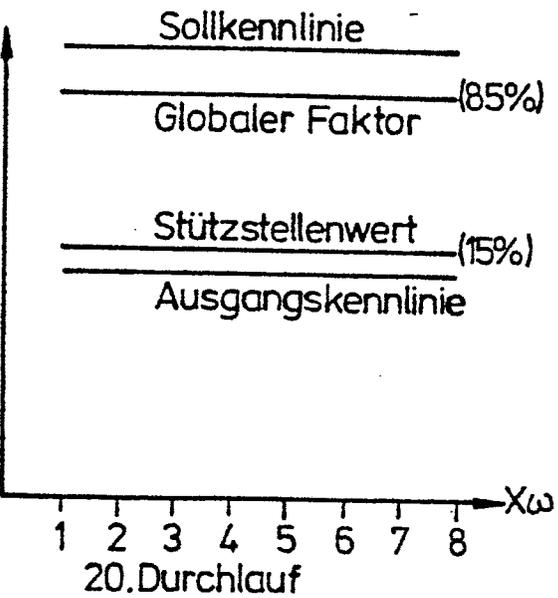
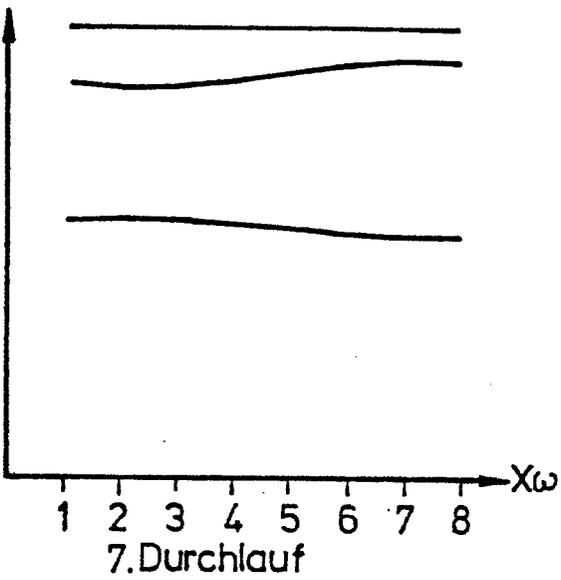
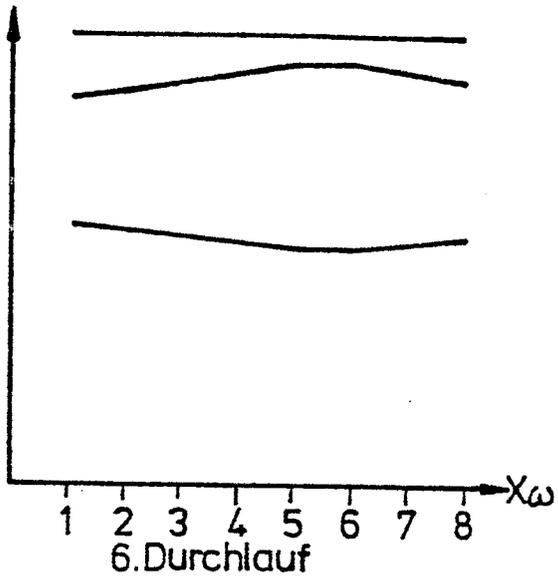
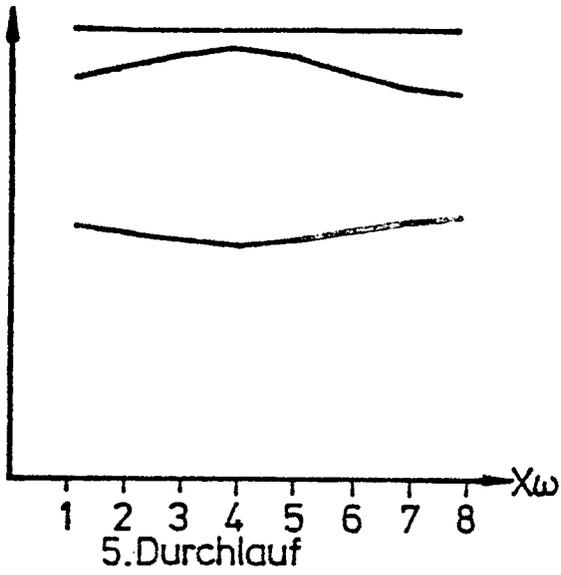


Fig.7

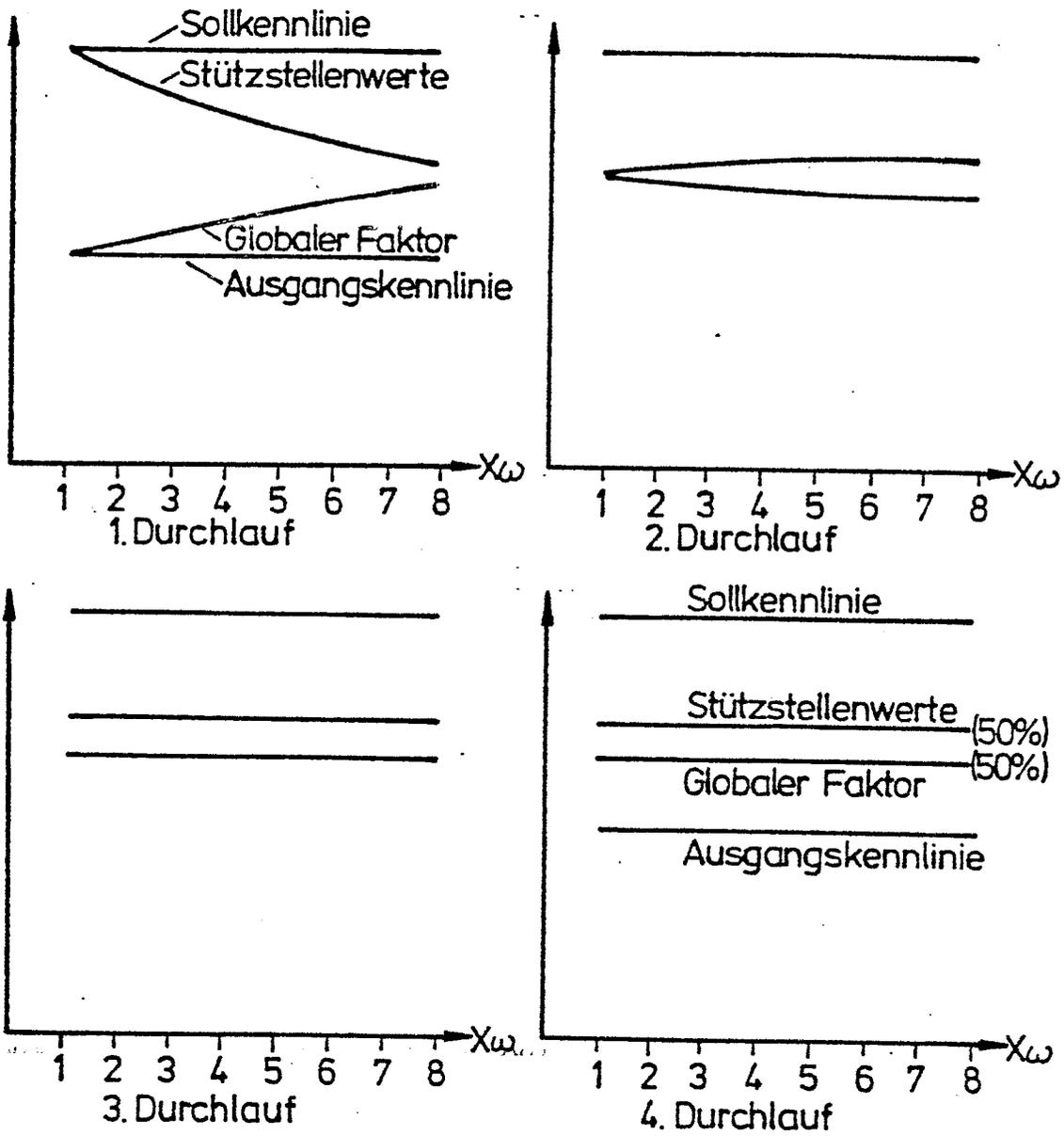


Fig.8

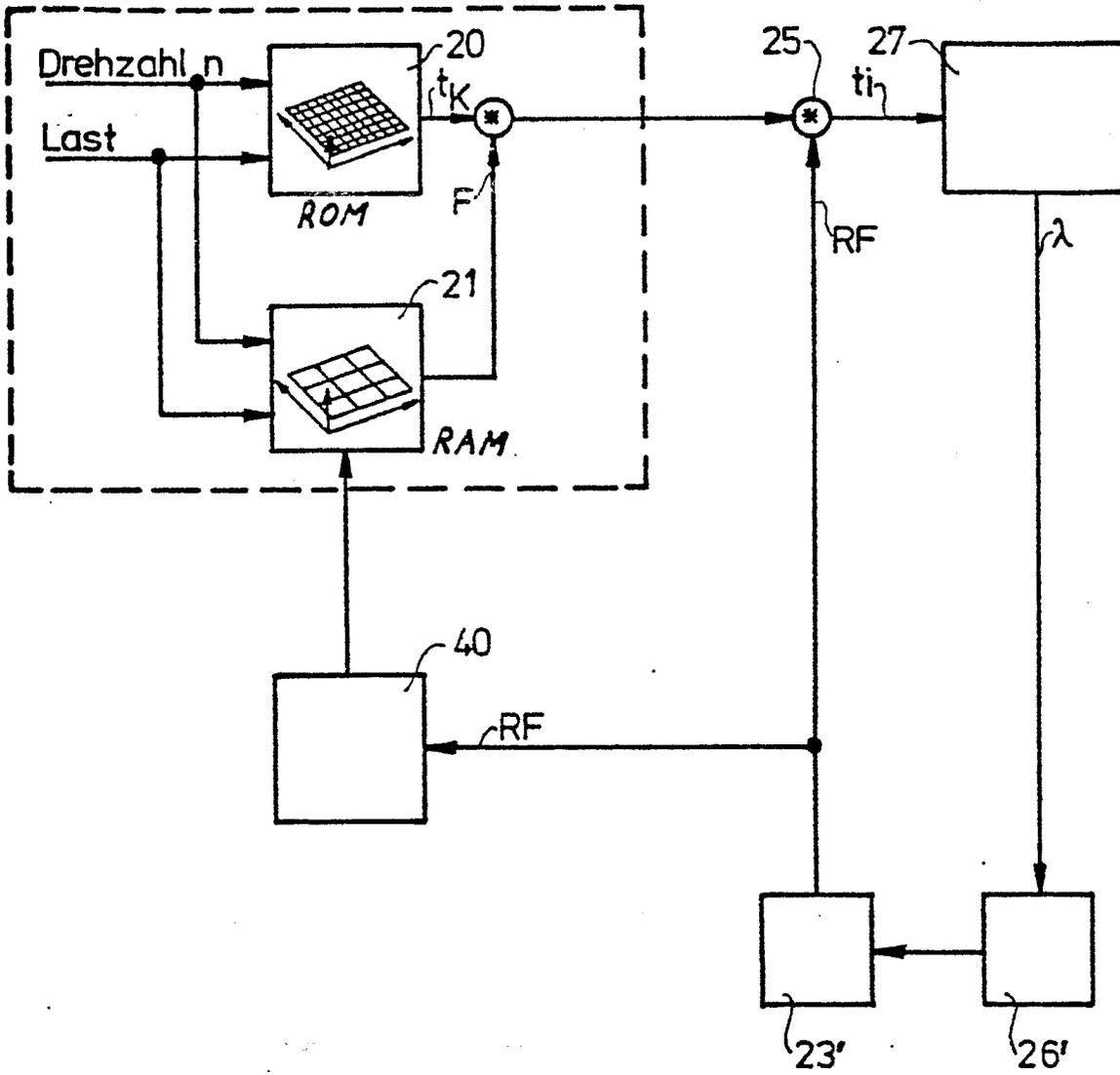


Fig.9

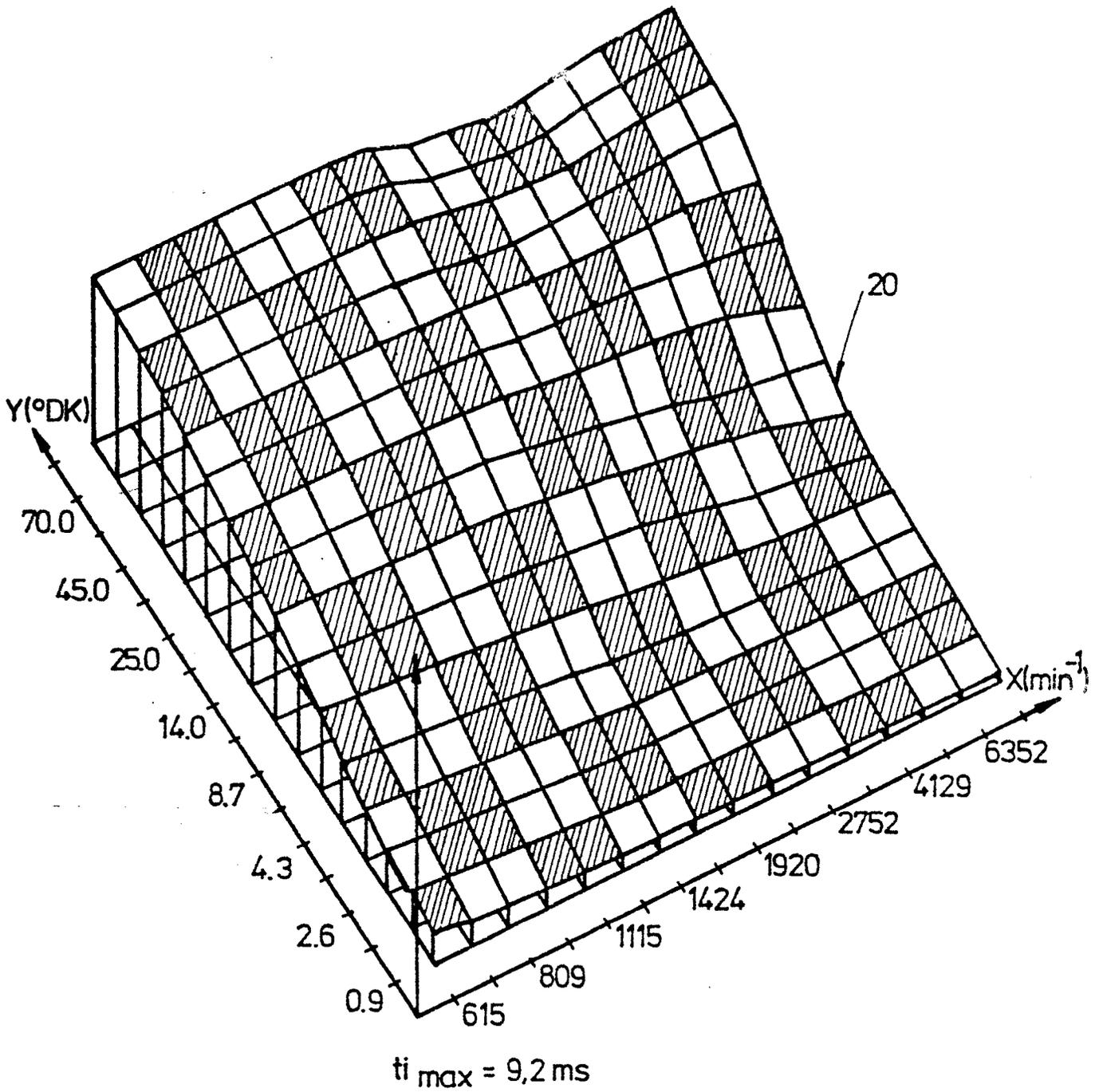


Fig.10

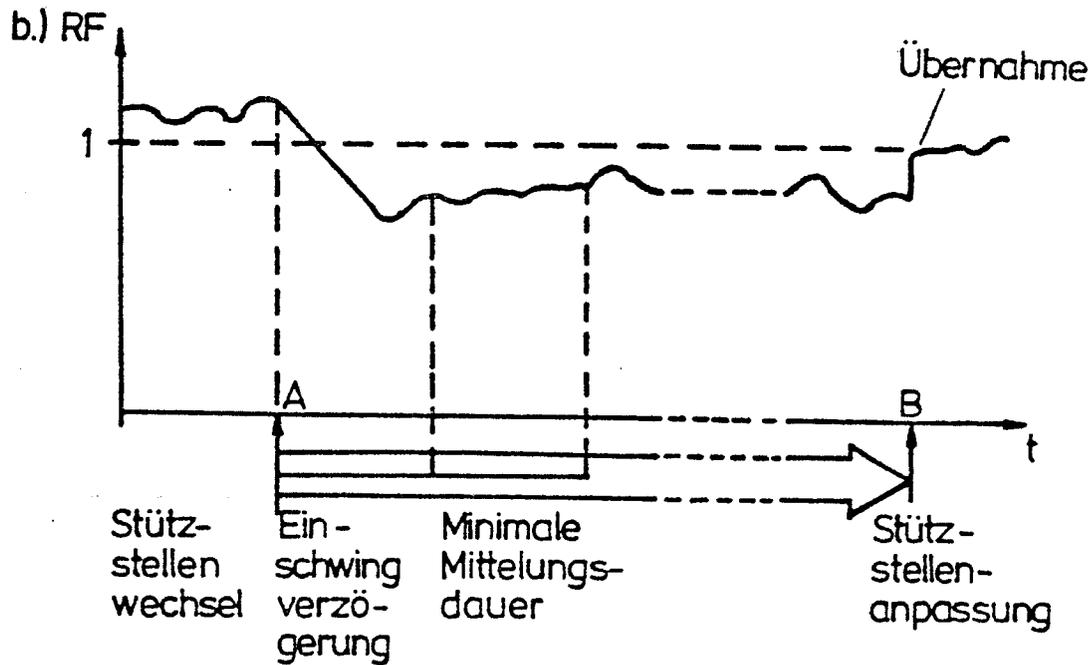
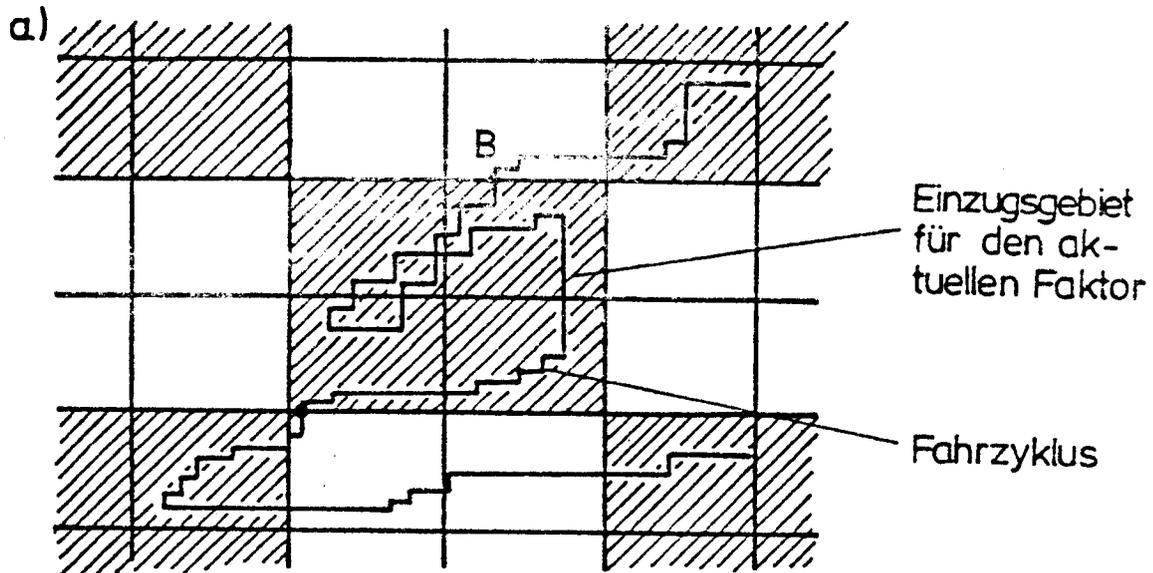


Fig.11

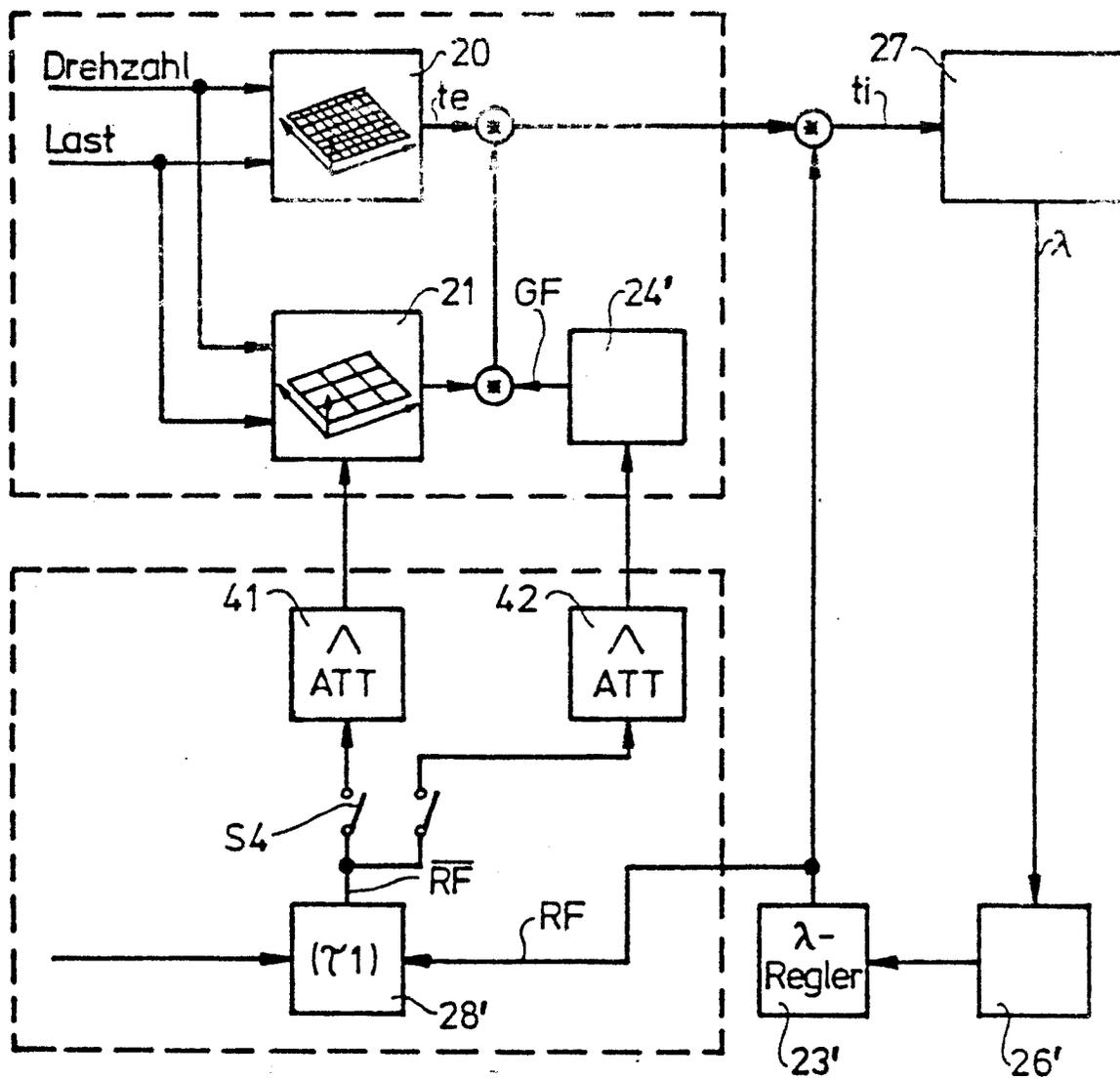


Fig.12

