

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **90890050.9**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F02D 41/38, F02D 41/14**

22 Anmeldetag: **26.02.90**

30 Priorität: **27.02.89 DE 3906083**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.09.90 Patentblatt 90/36**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE**

71 Anmelder: **VOEST-ALPINE AUTOMOTIVE**  
**Gesellschaft m.b.H.**  
**Derfflingerstrasse 15**  
**A-4017 Linz(AT)**

72 Erfinder: **Augesky, Christian, Dipl.-Ing.**  
**Schrankenberggasse 18-20**  
**A-1150 Wien(AT)**  
Erfinder: **Bittinger, Wolfgang, Dipl.-Ing.**  
**Küchelbeckergasse 4/20**  
**A-1150 Wien(AT)**  
Erfinder: **Heiss, Michael, Dipl.-Ing.**  
**R. Waisenhorngasse 115**  
**A-1235 Wien(AT)**  
Erfinder: **Seibt, Artur, Dr. Ing.**  
**Prinz Eugenstrasse 6**  
**A-1040 Wien(AT)**

74 Vertreter: **Matschnig, Franz, Dipl.-Ing.**  
**Siebensterngasse 54**  
**A-1070 Wien(AT)**

54 **Einrichtung zum Steuern und Regeln einer Dieselmotormaschine.**

57 Eine Einrichtung zum Steuern und Regeln einer Dieselmotormaschine, mit einem elektronischen Basisregler (3), dem Signale von Gebern und Sensoren (4, 5, 6) zur Erfassung von Betriebsgrößen der Maschine zugeführt sind und dessen Ausgangssignal zum Antrieb eines Stellgliedes (2) für die der Maschine zugeführte Kraftstoffmenge herangezogen ist. Diese Einrichtung besitzt einen Rußwertsensor (8), mit einem Sollwertspeicher (12) für den maximal zulässigen Rußwert ( $AG_{MS}$ ), einen Speicher (13) für bezüglich des Zeitpunktes ( $t_v$ ) des Sollwertvergleiches um die Meßtotzeit ( $\Delta t$ ) des Rußwertsensors zurückliegende Werte eines Arbeitspunktvektors ( $AP(t_M)$ ), der aus Werten von Betriebsgrößen be-

steht, ein adaptives Kennfeld (15), in dem in Abhängigkeit von dem Arbeitspunktvektor (AP) ein maximal zulässiges Ansteuersignal ( $RW_M$ ) festgelegt ist, eine Minimalwertauswahlstufe (10) zur Ansteuerung des Stellgliedes (2), welcher das Ansteuersignal ( $RW_M$ ) des adaptiven Kennfeldes (15) sowie das im Basisregler (3) berechnete Ansteuersignal ( $RW_B$ ) zugeführt sind und einen Begrenzungsregler (14), dem der maximal zulässige Rußwert ( $AG_{MS}$ ) des Sollwertspeichers (12), der Rußwert ( $AG_i$ ) sowie ein Statussignal (S) der Minimalwertauswahlstufe (10) zugeführt sind und dessen Ausgangssignal als Korrektursignal ( $\Delta RW$ ) dem Eingang des adaptiven Kennfeldes (15) zugeführt ist.

**EP 0 385 969 A1**

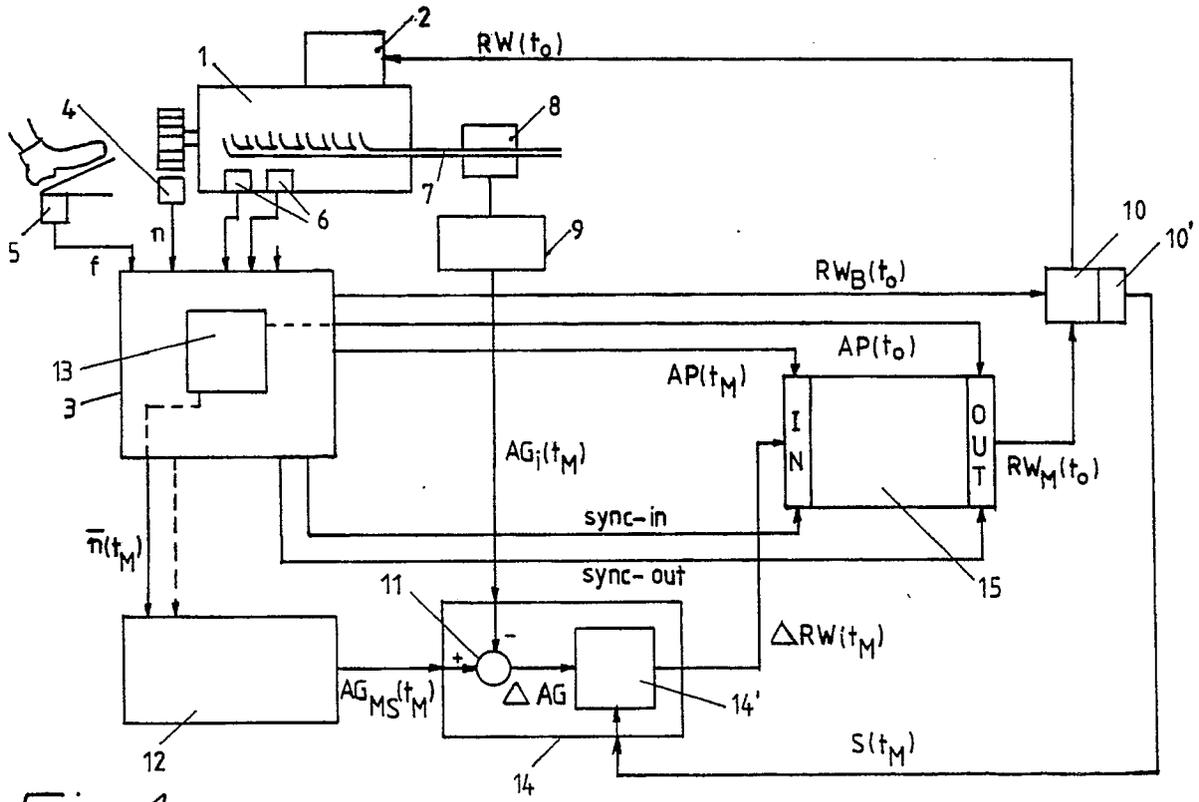


Fig.1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Einrichtungen zum Regeln von Dieselmotoren dieser Art sind in einer Vielzahl bekannt geworden, wobei nur beispielsweise auf die DE-A-31 22 553 verwiesen wird.

Im Zusammenhang mit derartigen Einrichtungen sind auch verschiedene Lösungen bekannt, die sich auf eine Begrenzung des Rauchausstoßes beziehen, wobei zu diesem Zweck verschiedene Betriebsgrößen, insbesondere die Drehzahl, die Brennstofftemperatur sowie Druck und Temperatur der angesaugten Luft als Eingangsgrößen eines Rauchkennfeldes die jeweils maximal zulässige Rauchzahl festlegen (DE-A-28 20 807).

Eine adaptive Regelung der bei Vollast auftretenden, durch Ruß hervorgerufenen Abgastrübung ist aus der DE-AS-36 38 474 bekannt geworden. Hierbei wird mit einem Rußsensor auf elektrooptischer Grundlage der Rußanteil in den Abgasen festgestellt. Falls der Rußsensor einen zu hohen Rußanteil feststellt, wird in einer Vorrichtung zur Verstellung der Vollasteinspritzmenge diese Menge in kleinen Schritten reduziert, bis die vorgegebene Rauchzahl wieder erreicht ist. Auch kann bei Unterschreiten der vorgegebenen Rauchzahl wieder eine schrittweise Erhöhung der Vollasteinspritzmenge erfolgen, bis die vorgegebene Rauchzahl erreicht ist. Eine Regelung in Abhängigkeit von der Drehzahl oder anderer Betriebsparametern ist in diesem Dokument nicht beschrieben.

Eine adaptive Regelung einer Brennkraftmaschine unter Zuhilfenahme von Kennfeldern, deren Werte entsprechend den aktuellen Betriebsbedingungen der Maschine modifiziert werden, geht z.B. aus den DE-A-34 08 215, 35 39 395 und 36 03 137 hervor.

Die EP-A2-148 107 beschreibt weiters eine Vollastregelung eines Dieselmotors, die von dem Meßwert eines Rußwertensors, der offensichtlich auf induktiver Grundlage arbeitet, ausgeht. Maximale Treibstoffmengen sind in einem festen Vollastkennfeld festgehalten. In Abhängigkeit von dem festgestellten Rußwert können die in dem Vollastkennfeld enthaltenen unteren Grenzen (Signal  $T_L$ ) um Inkremente  $\Delta T_L$  erhöht werden. Die Regelung nach dem Rußwert erfolgt somit immer ausgehend von einem festen Kennfeld, wodurch wegen der nur schrittweise erfolgenden Erhöhung des Treibstoffmaximalwertes eine Anpassung an sich rasch ändernde Vorgänge, wie z.B. ein plötzliches Durchtreten des Fahrpedals für volle Beschleunigung, nicht optimal möglich ist.

Die DE-A1-28 29 958 betrifft die Regelung eines Otto-Motors nach dem  $\lambda$ -Wert. Der Sauerstoffgehalt der Abgase wird vor und nach einem Katalysator 170 mit  $O_2$ -Sensoren 184, 186 gemessen, die Meßwerte werden in einer Schaltung 200 aufberei-

tet und einem  $\lambda$ -Regelkreis 246 zugeführt. Hier wird mit einem PI-Regler jener Wert bestimmt, um den ein Einstellfaktor in einer Tabelle 244 erhöht oder erniedrigt werden muß, um beim nächsten Betrieb in diesem Arbeitspunkt  $\lambda=1$  erreichen zu können. Da ein Sauerstoffsensor erst nach einer gewissen Verzugszeit  $T$  anspricht, muß die "Geschichte" des Motors (letzte Meßwerte) in einem Kurzfristspeicher 250 zwischengespeichert werden, um auch einen Arbeitspunkt zur Verfügung zu haben, falls eine Korrektur des zu dem um die Verzugszeit zurückliegenden Arbeitszeitpunkt gehörenden Einstellwertes notwendig ist. Der Betrag der Verzugszeit wird aus Drehzahl und Absolutdruck berechnet.

Dieser bekannte Regler, weist zwar ein adaptives Kennfeld auf, jedoch wird kein Begrenzungswert ermittelt, sondern normal nach dem  $\lambda$ -Wert geregelt, was, verbunden mit der Bezeichnung der Verzugszeit, zu einem hohen Rechenaufwand und entsprechenden Rechenzeiten führt, die in Verbindung mit der bei der Erfindung vorliegenden Aufgabe unerwünscht sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Regelung für eine Dieselmotoren zu schaffen, deren Ausgangspunkt zwar in erster Linie die Ist-Drehzahl ist, die jedoch auch den Rußanteil in den Abgasen berücksichtigt und für eine unterschiedlichen Betriebsbedingungen angepaßte Vollastbegrenzung sorgt. Besondere Berücksichtigung soll hierbei der Umstand erfahren, daß die Rußmessung und -auswertung aus physikalischen Gründen verzögert erfolgt, beispielsweise deshalb, weil die Messung in der Abgasleitung, in einer bestimmten Entfernung von den Auslaßventilen, durchgeführt wird. Die Begrenzung soll rasch erfolgen, doch soll der Maschine in jeder Betriebssituation die jeweils maximal mögliche Kraftstoffmenge zur Verfügung stehen.

Die Aufgabe der Erfindung wird mit einer Einrichtung der eingangs genannten Art gelöst, die gemäß dem Kennzeichen des Anspruchs 1 ausgebildet ist.

Die Erfindung ermöglicht eine rasch wirksam werdende Vollastbegrenzung bei optimaler Ausnutzung der Maschinenleistung und Berücksichtigung des maximal zulässigen Rußwertes, wobei auch Fertigungstoleranzen und insbesondere Alterungserscheinungen einem Ausnützen der Maschinenleistung bis an die Rauchgrenze nicht entgegenstehen.

Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung samt ihren Vorteilen ist im folgenden an Hand einer beispielsweise Ausführungsform näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht ist. In dieser zeigen Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Einrichtung nach der Erfin-

dung, Fig. 2 in einem Diagramm den zeitlichen Ablauf der Berechnungsvorgänge in einer Einrichtung nach der Erfindung und Fig. 3 und 4 diesen Ablauf in Struktogrammen und Fig. 5 eine Variante der Erfindung in einem Ausschnitt eines Blockschaltbildes gemäß Fig. 1.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Dieselmachine 1 mit einer Einspritzpumpe 2, deren Regelstange in bekannter Weise elektro mechanisch, einem Signal RW entsprechend, verstellt werden kann. Zur Regelung der Maschine 1 ist ein Basisregler 3 vorgesehen, der in Abhängigkeit von zugeführten Betriebsgrößensignalen ein Regelstangensteuer-signal  $RW_B$  berechnet. Die wesentlichen Betriebsgrößensignale sind ein von einem Drehzahlgeber 4 stammendes Drehzahlsignal  $n$  sowie ein von einem Fahrpedal-Stellungsgeber 5 stammendes Fahrpedalsignal  $f$ . Bei der Berechnung des Ansteuersignales  $RW_B$  können noch weitere Betriebsgrößen, wie z.B. die Maschinentemperatur, der Luftdruck etc. berücksichtigt werden, was durch Sensoren 6 angedeutet ist.

Um bei der Regelung der Maschine 1 eine Vollastbegrenzung zu erreichen, die den tatsächlich auftretenden Rußwert berücksichtigt, ist in bzw. an der Abgasleitung 7 der Maschine 1 ein Rußwert-sensor 8 vorgesehen, der, beispielsweise durch optische Trübungsmessung oder durch andere langsamere Meßverfahren, mittels einer Sensorauswertung 9 ein dem Istwert des Rußwertes entsprechendes Signal  $AG_i$  erzeugt.

Wie weiter unten im Detail beschrieben, beeinflußt der im Betrieb laufend ermittelte Rußwert  $AG_i$  ein maximal zulässiges Ansteuersignal  $RW_M$  für die Regelstange. Das im Basisregler 3 berechnete Ansteuersignal  $RW_B$  und das maximal zulässige Ansteuersignal  $RW_M$  werden einer Minimalwertauswahlstufe 10 zugeführt. Dies hat zur Folge, daß die Regelung der Maschine 1 normal vor sich geht, solange das berechnete Ansteuersignal  $RW_B$  kleiner ist, als das im jeweiligen Augenblick vorliegende, maximal zulässige Ansteuersignal  $RW_M$ . Andernfalls tritt eine Begrenzung auf, d.h.,  $RW = RW_M$ . Die Auswahlstufe 10 enthält einen Speicher 10 und ist zusammen mit diesem Speicher dazu eingerichtet, ein Statussignal S abzugeben, welches anzeigt, ob die Begrenzung zur Zeit  $t_M$  wirksam war oder nicht.

Im folgenden wird erläutert, wie das maximal zulässige Ansteuersignal  $RW_M$  erfindungsgemäß gewonnen wird. Ein Ausgangspunkt ist hierbei, daß der Rußwertsensor 8 bzw. die Sensorauswertung 9 eine Meßverzögerung  $\Delta t$  aufweist, somit, bezogen auf den Zeitpunkt  $t_v$  des Sollwertvergleiches ein Rußwertsignal  $AG_i(t_v - \Delta t)$  vorliegt. Diese Meßverzögerung ist systembedingt und durch einen oder mehrere der folgenden Faktoren verursacht: Laufzeit der Abgase bis zum Sensor, Ansprechzeit des

Sensors, Dauer der Auswertung in der Sensorauswertung.

Das Rußwertsignal  $AG_i$  wird einem Subtrahierglied 11 zugeführt, dem als zweites Signal ein maximaler Soll-Rußwert  $AG_{MS}$  zugeführt wird. Dieser Wert kann im einfachsten Fall konstant sein und in einem Sollwertspeicher abgelegt sein. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der maximale Rußwert  $AG_{MS}(t_M)$  jedoch in einem Sollwertkennfeld 12 erzeugt, und zwar in Abhängigkeit von Betriebsgrößen, wie zumindest von der mittleren Drehzahl  $\bar{n}(t_M)$ , die um die Meßtotzeit  $\Delta t$  zurückliegen und in einem Speicher 13 abgelegt werden. Dieser Speicher 13 ist in Fig. 1 als Teil des Basisreglers 3 eingezeichnet, doch es soll klar sein, daß die Aufteilung in Blöcke bloß dem besseren Verständnis dient. Tatsächlich ist die Einrichtung nach der Erfindung größtenteils softwaremäßig in einem oder mehreren Mikrocomputern realisiert. Werden dem Sollwertkennfeld 12 nicht nur die mittlere Drehzahl  $\bar{n}(t_M)$  sondern weitere Betriebsgrößen, wie z.B. die Maschinentemperatur zum Zeitpunkt  $(t_M)$  zugeführt, so liegt an Stelle eines zweidimensionalen ein mehrdimensionales Kennfeld vor.

Das Ausgangssignal  $\Delta AG = AG_{MS} - AG_i$  des Subtrahiergliedes 11 wird einer Regeleinheit 14' zugeführt, die in Fig. 1 zusammen mit dem Subtrahierglied 11 als Begrenzungsregler 14 ausgebildet ist. Als weitere Informationen enthält dieser Begrenzungsregler 14 bzw. die Regeleinheit 14' noch das bereits erwähnte Statussignal S. In Abhängigkeit von diesen Signalen gibt der Begrenzungsregler in weiter unten näher beschriebener Weise ein Korrektursignal  $\Delta RW$  für ein adaptives Kennfeld 15 ab.

Dieses adaptive Kennfeld 15 ist im Prinzip ein Speicher für arbeitspunktabhängige Werte des maximal zulässigen Ansteuersignals  $RW_M$ , wobei diese Werte der jeweiligen Rußsituation angepaßt, somit geändert werden können. Beispielsweise Ausführungen adaptiver Kennfelder gehen aus den drei eingangs genannten Literaturstellen hervor.

Zur Synchronisation des Ein- und Auslesens werden dem Kennfeld 15 seitens des Basisreglers Strobosignale sync-in und sync-out zugeführt. Weiters erhält das Kennfeld 15 Arbeitspunktvektorsignale  $AP(t_0)$  bzw.  $AP(t_M)$ , die im einfachsten Fall Signale der mittleren Drehzahl  $\bar{n}(t_0)$  bzw.  $\bar{n}(t_M)$  sind, jedoch auch weitere Betriebsgrößensignale enthalten können, welche z.B. für die Maschinentemperatur, den Luftdruck, den Ladedruck etc. repräsentativ sind. Das Arbeitspunktvektorsignal  $AP(t_M)$  steht in dem Speicher 13 für um die Meßtotzeit  $\Delta t$  zurückliegende Betriebsgrößenwerte zur Verfügung; es wird zum richtigen Einlesen des Korrektursignales  $\Delta RW$  benötigt.

Ohne Berücksichtigung der adaptiven Eigenschaften des Kennfeldes 15 steht somit je nach

dem augenblicklich vorliegenden Arbeitspunktvektor  $AP(t_0)$  ein ganz bestimmtes, maximal zulässiges Ansteuersignal  $RM_M$  für die Begrenzung zur Verfügung.

Ergibt nun der im Subtrahierglied 11 bzw. im Begrenzungsregler 14' erfolgende Vergleich des Rußwertes  $AG_i$  mit dem Rußsollwert  $AG_{MS}$ , wobei zu beachten ist, daß der Zeit  $t_M$  zugehörige Werte miteinander verglichen werden, daß der Istwert größer als der Sollwert ist, d.h. daß  $\Delta AG < 0$ , so fordert der Begrenzungsregler 14 eine Verkleinerung des entsprechenden Kennfeldwertes im Kennfeld 15 an, indem er  $\Delta RW = -c$  setzt ( $c$  ist eine vorgegebene konstante Größe), sodaß der entsprechende Kennfeldwert um diese Größe verringert wird.

Falls hingegen der Istwert kleiner als der Sollwert, somit  $AG > 0$  ist, was bedeutet, daß die Begrenzung zu niedrig gewählt ist, fordert der Begrenzungsregler 14 eine Erhöhung des entsprechenden Kennfeldwertes an, indem er  $\Delta RW = +c$  setzt, allerdings nur, falls gemäß dem Statussignal  $S(t_M)$  die Begrenzung zur Zeit  $t_M$  aktiv war. Falls dies nicht der Fall war, gibt der Begrenzungsregler 14 keinen Korrekturwert aus, d.h.  $\Delta RW = 0$ .

Es ist zu erwähnen, daß der Begrenzungsregler 14 beispielsweise auch dazu eingerichtet sein kann, ein Korrektursignal  $\Delta RW$  abzugeben, das der Differenz  $\Delta AG$  proportional ist.

Der Ablauf der Berechnungen ist in den Fig. 3 und 4 in Struktogrammen und überdies in Fig. 2 in einem Zeitdiagramm dargestellt. In dem Struktogramm ist hierbei angenommen, daß als Betriebsgröße für die Ermittlung des maximal zulässigen Rußwertes  $AG_{MS}$  einerseits und für die Ansteuerung des adaptiven Kennfeldes andererseits nicht nur die mittlere Drehzahl  $n$  sondern auch die Maschinentemperatur  $\theta$  herangezogen wird.

Die Aufteilung in zwei Struktogramme einer Rechner-Ebene A und einer Rechner-Ebene B ist so zu verstehen, daß die eigentliche Regelung der Maschine im Basisregler 3 mit hoher Priorität durchgeführt wird, wogegen die Abgasbehandlung und ebenso verschiedene andere Berechnungen, wie beispielsweise eine Zylindergleichregelung, mit niedriger Priorität durchgeführt werden.

Der Funktionsablauf geht, in anderer Darstellung, auch aus dem Diagramm nach Fig. 2 hervor. Dieser Ablauf beginnt zu einem beliebigen Zeitpunkt  $t_{-3}$ . Der Basisregler (Rechner-Ebene A) liest die Meßwerte ein, die er zur Regelung benötigt und stellt den Arbeitspunktvektor von  $t_{-3}$  zur Verfügung (INPUT). Der Arbeitspunkt  $AP(t_{-3})$  wird im Speicher 13 abgelegt. Die dort abgelegten Werte werden später für die Ansteuerung des Sollwertkennfeldes 12 und des adaptiven Kennfeldes 15 benötigt.

Andererseits wird kurz nach dem Zeitpunkt  $t_{-3}$

wenn auf Rechner-Ebene A der Schritt BEGRENZUNG durchgeführt wird, festgestellt, ob zu diesem Zeitpunkt die Begrenzung aktiv ist. Ob ja oder nein wird im BEGRENZUNG-JA/NEIN SPEICHER 10' fest gehalten, da dies später als Information für den BEGRENZUNGSREGLER (Rechner-Ebene B) benötigt wird (Statussignal S).

Zum Zeitpunkt  $t_{-3}$  liegt im adaptiven Kennfeld 15 natürlich noch ein altes Kennfeld vor und zwar jenes, das beispielsweise mit Daten von  $t_{-7}$  aktualisiert wurde. Dieses alte Kennfeld wird beim Schritt BEGRENZUNG (Rechner-Ebene A) noch solange verwendet, bis der Vorgang auf der Rechner-Ebene B der Rußmessung, der anschließenden Auswertung der Messung, der Einsatz des Begrenzungsreglers, der die Änderung des Kennfeldes ermittelt, und die Kennfeldkorrektur abgeschlossen ist, also im adaptiven Kennfeld das neue Kennfeld, das soeben mit den Daten von Zeitpunkt  $t_{-3}$  aktualisiert wurde, vorliegt. In diesem Beispiel wird das erste Mal zum Zeitpunkt  $t_0$  das neue Kennfeld verwendet.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt in ihrer Unabhängigkeit von der Meßzeit, die für die Rußmessung benötigt wird und der als Folge unterschiedlicher Rechnerbelastung schwankenden Verarbeitungszeit. Die von einer ständigen Rußmessung ausgehende Vollastbegrenzung kann dank der Erfindung rasch und bei bestmöglicher Ausnutzung der jeweils maximal möglichen Maschinenleistung erfolgen.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 steuert die Regelung die Regelstange einer Einspritzpumpe 2 an. Die Erfindung läßt sich jedoch ebenso auf eine Maschine anwenden, die mit einzelnen Pumpedüsen bestückt ist, was kurz an Hand der Fig. 5 erläutert werden soll.

Der Basisregler 1 berechnet für jede von beispielsweise sechs Pumpedüsen  $16_i$  (bei einer Sechszylindermaschine) ein zugehöriges Ansteuersignal  $RW_{Bi}$ , das über die Minimalwertauswahlstufe 10 läuft. Auf diese Stufe 10 folgt eine Zylinderauswahlseinheit 17, die von einem aus dem Basisregler 10 stammenden Auswahlsignal  $i$  gesteuert wird. Die einzelnen Ansteuersignale  $RW_1$  bis  $RW_6$  werden noch einem Haltespeicher 18 zugeführt und gelangen von hier zu den elektromechanischen Stellgliedern der einzelnen Pumpedüsen  $16_i$ , wobei die erforderlichen Treiberschaltungen und ggf. Servokreise der Einfachheit halber nicht gezeigt sind. Nähere Einzelheiten hinsichtlich der geregelten Einzelzylinderansteuerung sind beispielsweise in der Anmeldung DE 38 22 582 der Anmelderin zu finden, wo auch weitere Literaturstellen zum technischen Hintergrund genannt sind.

Schließlich ist zu erwähnen, daß bei geregelter Einzelzylinderansteuerung die Erfindung entsprechend der Zylinderanzahl vervielfacht angewendet

werden könnte, d.h., daß jedem Zylinder eine adaptive Begrenzung nach der Erfindung zugeordnet ist. Demgegenüber wird bei der vereinfachten Ausführungsform nach Fig. 5 ein auf alle Einzelzylinderansteuersignale  $RW_{Bi}$  gemeinsam wirkendes maximales Ansteuersignal  $RW_M$  berechnet.

Der im Zusammenhang mit der Erfindung verwendete Begriff "Ruß" soll natürlich jedwede Partikelbelastung der Maschinenabgase beinhalten, die mit dem "Rußen" oder "Rauchen" einer Brennkraftmaschine in Zusammenhang steht.

## Ansprüche

1. Einrichtung zum Steuern und Regeln der einer Dieselmotorkraftmaschine zuzuführenden Kraftstoffmenge,

- mit einem elektronischen Basisregler (3), dem Signale von Gebern und Sensoren (4, 5 und 6) zur Erfassung von Betriebsgrößen der Maschine bzw. Fahrzeuges, wie Drehzahl (n), Fahrpedalstellung, Maschinentemperatur zugeführt sind und der in Abhängigkeit von diesen Betriebsgrößen ein Ausgangssignal als Ansteuersignal zum Antrieb zumindest eines elektromechanischen Stellgliedes (2) für die der Maschine zuzuführenden Kraftstoffmenge erzeugt,

- mit einem die Rußbelastung des Abgases messenden Rußwertsensor (8) und einer einen Rußistwert ( $AG_i$ ) liefernden Sensorsignalauswertung (9),

- mit einem Sollwertspeicher (12) für den maximal zulässigen Rußwert ( $AG_{MS}$ ),

- mit einem Kennfeld (15), in dem in Abhängigkeit von einem Arbeitspunktvektor (AP), der aus Werten von Betriebsgrößen besteht, beispielsweise zumindest aus der im Basisregler (3) errechneten mittleren Drehzahl ( $\bar{n}$ ) und gegebenenfalls auch aus weiteren Betriebsgrößen, wie Maschinentemperatur, Luftdruck etc., ein maximal zulässiges Ansteuersignal ( $RW_M$ ) festgelegt ist, und aus dem die Werte des Ansteuersignales ( $RW_M(t_0)$ ) zur aktuellen Zeit ( $t_0$ ), gesteuert von einem Arbeitspunktvektorsignal ( $AP(t_0)$ ) des Basisreglers (3) ausgelesen werden können und

- mit einem Begrenzungsregler (14) zum Vergleich des Sollwertes ( $AG_{MS}$ ) für den maximal zulässigen Rußwert des Sollwertspeichers (12) mit dem Istwert ( $AG_i$ ) sowie zur Erzeugung eines dem Vergleichsergebnis entsprechenden Signals ( $\Delta AG$ ), das als Korrektursignal ( $\Delta RW$ ) für die Kraftstoffmenge verwendet wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Speicher (13) oder ein Verzögerungsglied für bezüglich des Zeitpunktes ( $t_v$ ) des Sollwertvergleiches um die Meßtotzeit ( $\Delta t$ ) des Abgassensors und der Sensorauswertung zurückliegende Werte des Arbeitspunktvektors ( $AP(t_M)$ ) vorgesehen ist,

daß das Kennfeld als adaptives Kennfeld (15) ausgebildet ist,

daß eine Minimalwertauswahlstufe (10) vorgesehen ist, welcher das Ansteuersignal ( $RW_M$ ) des adaptiven Kennfeldes (15) sowie das im Basisregler (3) berechnete Ansteuersignal ( $RW_B$ ) zugeführt sind und deren Ausgangssignal ( $RW$ ) zur Ansteuerung des elektromechanischen Stellgliedes (2) herangezogen ist,

und daß dem Begrenzungsregler (14) auch ein Statussignal (S) der Minimalwertauswahlstufe (10) zugeführt ist und sein Ausgangssignal als Korrektursignal ( $\Delta RW$ ) dem von einem um die Meßtotzeit zurückliegenden Arbeitspunktvektorsignal ( $AP(t_M)$ ) gesteuerten Eingang des adaptiven Kennfeldes (15) zugeführt ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Begrenzungsregler (14) ein Subtrahierglied (11) enthält, dem der maximal zulässige Rußsollwert ( $AG_{MS}$ ) des Sollwertspeichers (12) und der Rußistwert ( $AG_i$ ) zugeführt sind, sowie eine Regeleinheit (14'), welcher das Ausgangssignal ( $\Delta AG$ ) des Subtrahiergliedes (11) und das Statussignal (S) der Minimalwertauswahlstufe (10) zugeführt sind.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das adaptive Kennfeld (15) zur Synchronisation des Ein- und Auslesens der Kennfeldwerte von Strobesignalen (sync in, sync out) des Basisreglers (3) synchronisiert ist.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwertspeicher ein Sollwertkennfeld (12) ist, das von um die Meßtotzeit ( $\Delta t$ ) zurückliegenden Werten von zumindest einer Betriebsgröße, vorzugsweise der mittleren Drehzahl ( $\bar{n}(t_M)$ ) gesteuert ist und als Ausgangssignal einen Sollwert  $AG_{MS}(t_M)$  für den maximal zulässigen Rußwert abgibt, der für eine um die Meßtotzeit ( $\Delta t$ ) zurückliegende Zeit ( $t_M$ ) repräsentativ ist.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Begrenzungsregler (14) ein Korrektursignal ( $\Delta RW$ ) abgibt, dessen Größe der Differenz ( $\Delta AG$ ) von Sollwert ( $AG_{MS}$ ) und Istwert ( $AG_i$ ) des Rußwertes proportional ist.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Statussignal (S) auf einen gegen die aktuelle Zeit ( $t_0$ ) um die Meßtotzeit ( $\Delta t$ ) zurückliegenden Zeitpunkt ( $t_M$ ) bezogen ist und daß ein Speicher (10') für dieses Statussignal (S) vorgesehen ist.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Begrenzungsregler (14) ein negatives Korrektursignal ( $\Delta RW$ ) abgibt, falls  $AG_i \geq AG_{MS}$ , ein positives Korrektursignal abgibt, falls  $AG_i \leq AG_{MS}$  und überdies gemäß dem Statussignal (S)  $RW_M \leq RW_B$  und ein Nullsignal ( $\Delta RW = 0$ ) abgibt, falls  $AG_i \leq AG_{MS}$  und

überdies gemäß dem Statussignal (S)  $RW_B (\leq)$   
 $RW_M$  ist.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
7, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ansteuerung  
von Pumpedüsen ( $16_i$ ) einer Maschine (1) der  
Minimalwertauswahlstufe (10) eine von dem Basis-  
regler (10) angesteuerte Zylinderauswahleinheit  
(17) nachgeschaltet ist und auf diese Einheit (17)  
ein Haltespeicher (18) für die ausgewählten An-  
steuersignale ( $RW_i$ ) für die Pumpedüsen ( $16_i$ ) folgt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7



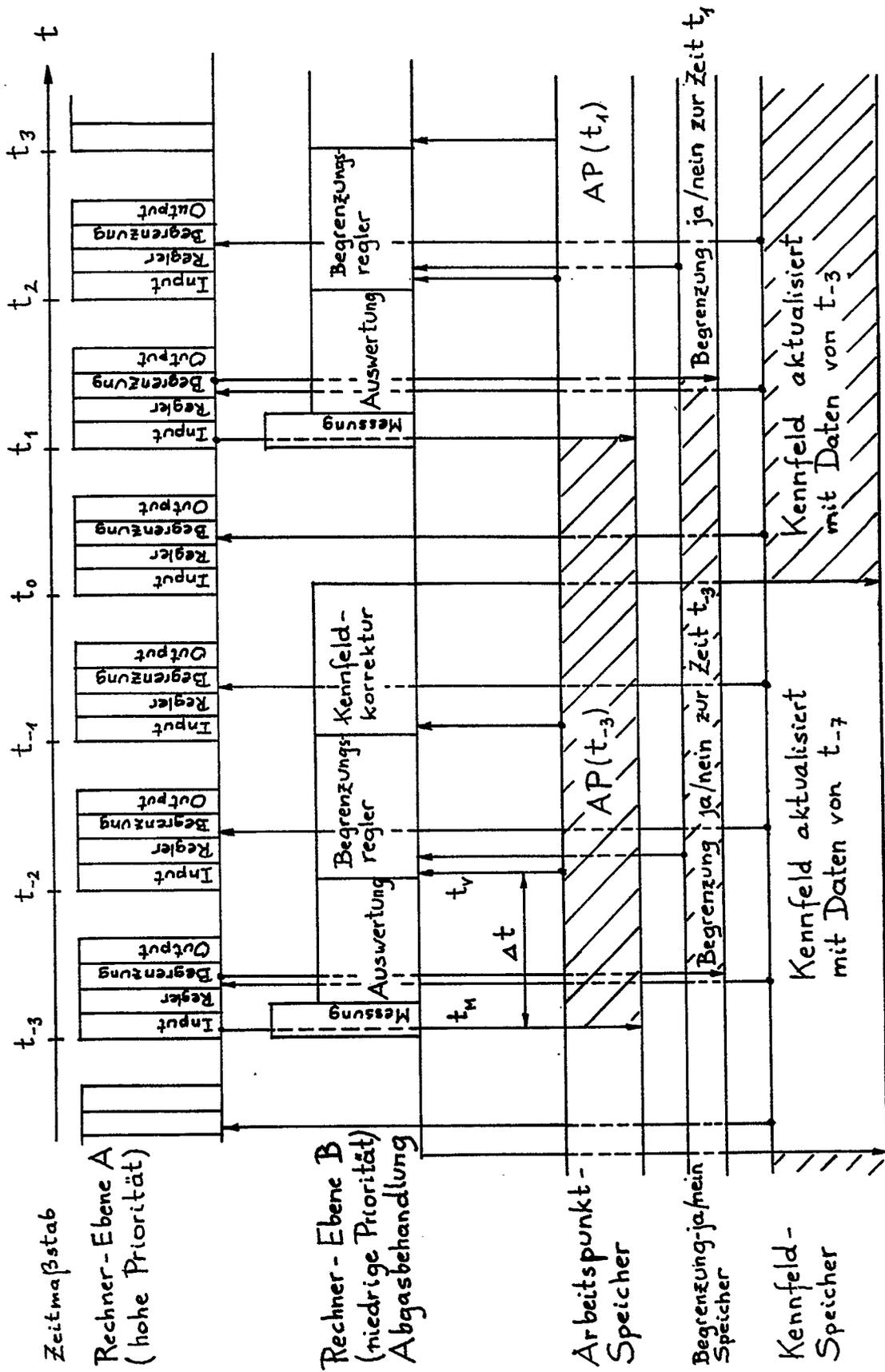


Fig.2



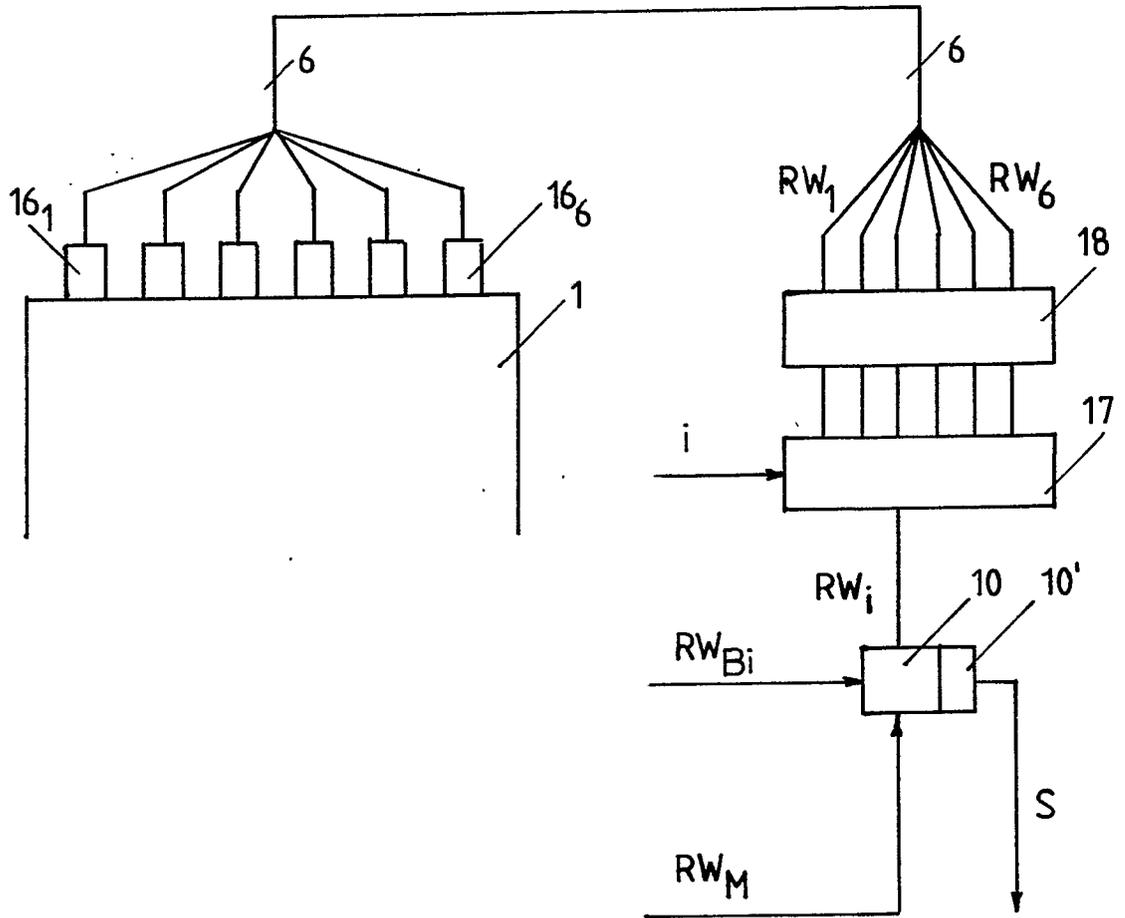


Fig.5



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D,Y	EP-A-148107 (AMBAC IND.) * Seite 5, Zeile 11 - Seite 17, Zeile 25 * * Figur 1 * ---	1-4, 7, 8	F02D41/38 F02D41/14
D,Y	US-A-4130095 (GENERAL MOTORS CO.) * Figuren 5-11 * * Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 33 * * Spalte 8, Zeile 39 - Spalte 11, Zeile 42 * ---	1-4, 7, 8	
A	US-A-4282842 (HITACHI LTD.) * Figuren 1-5 * * Spalte 2, Zeile 8 - Spalte 6, Zeile 21 * * Spalte 9, Zeilen 36 - 57 * ---	1, 3, 4	
D,P, A	DE-A-3822582 (VOEST ALPINE AUTOMOTIVE G.M.B.H.) * Spalte 2, Zeilen 34 - 38; Figur 1 * ---	8	
A	GB-A-2197093 (FORD MOTOR CO.) * Seite 1, Zeile 27 - Seite 3, Zeile 6 * * Figur 1 * ---	1-5	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 244 (M-337) 09 November 84, & JP-A-59 120730 (ISUZU JIDOSHA KK.) 12 Juli 84, * das ganze Dokument * ---	1, 2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 246 (M-253) 02 November 83, & JP-A-58 133453 (TOYO KOGYO K.K.) 09 August 83, * das ganze Dokument * ---	1, 4, 7	F02D
A	EP-A-105828 (AMBAC INDUSTRIES) * Seite 3, Zeile 22 - Seite 5, Zeile 3 * * Seite 7, Zeile 13 - Seite 14, Zeile 8 * * Figuren 1, 2 * -----	1, 2, 4, 5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28 JUNI 1990	Prüfer LAPEYRONNIE P. J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	