

①②

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer: 85113848.7

⑤① Int. Cl.⁴: **F 23 N 5/00**

②② Anmeldetag: 31.10.85

③① Priorität: 13.11.84 DE 3441376

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.06.86 Patentblatt 86/24

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

⑦① Anmelder: **Programmelectronic Engineering AG**
Weidenstrasse 50
CH-4143 Dornach(CH)

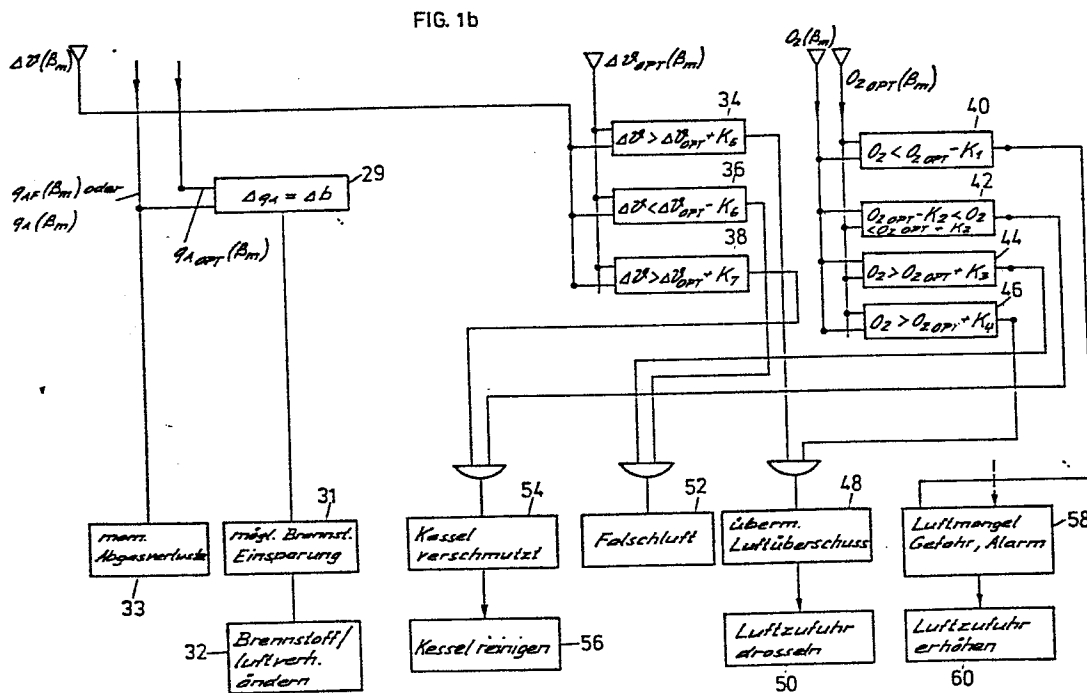
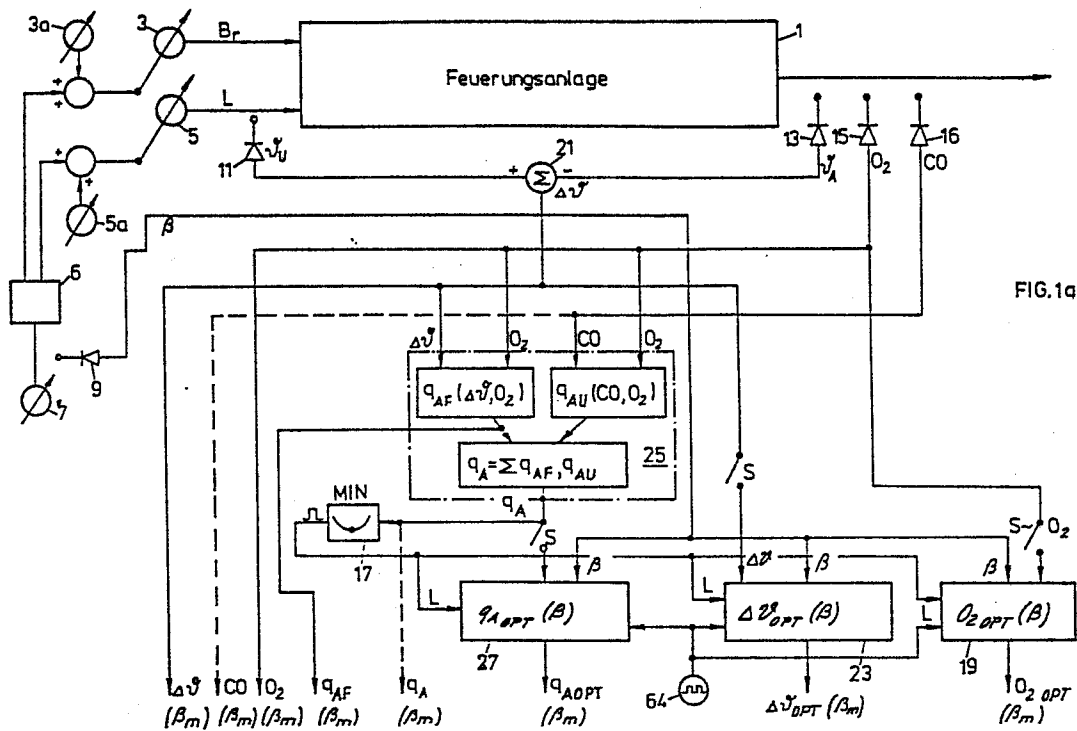
⑦② Erfinder: **Profos, Paul, Prof. Dr. Ing.**
Büelweg 11
CH-8400 Winterthur(CH)

⑦④ Vertreter: **Troesch, Hans Alfred, Dr. Ing. et al,**
Walchestrass 19
CH-8035 Zürich(CH)

⑤④ **Verfahren zur apparativen Diagnose des Betriebszustandes einer Feuerungsanlage sowie Gerät hierzu.**

⑤⑦ Zur Diagnose des Betriebszustandes einer Feuerungsanlage (1) werden Betriebsgrößen in Funktion des Lastgrades (β) abgespeichert (19, 23, 27), bei optimal betriebener Feuerungsanlage. Im nachfolgenden Betrieb werden dann den abgespeicherten Größen entsprechende Betriebsgrößen und der momentane Lastgrad (β) gemessen, dann aus Vergleichen gespeicherter und gemessener Werte Anzeigen (31, 54, 52) über den momentanen Anlagen-Betriebszustand mit Bezug auf den optimalen Betrieb erzeugt.

Zur Diagnose des Betriebszustandes einer Feuerungsanlage (1) werden Betriebsgrößen in Funktion des Lastgrades (β) abgespeichert (19, 23, 27), bei optimal betriebener Feuerungsanlage. Im nachfolgenden Betrieb werden dann den abgespeicherten Größen entsprechende Betriebsgrößen und der momentane Lastgrad (β) gemessen, dann aus Vergleichen gespeicherter und gemessener Werte Anzeigen (31, 54, 52) über den momentanen Anlagen-Betriebszustand mit Bezug auf den optimalen Betrieb erzeugt.



Verfahren zur apparativen Diagnose des Betriebszustandes
einer Feuerungsanlage sowie Gerät hierzu

Die vorliegende Erfindung geht aus von einem Verfahren gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 und umfasst ein Gerät hierzu gemäss Oberbegriff des Anspruchs 10.

- 5 Es sind derartige Verfahren und Geräte bekannt. Dabei wird durch Ueberwachung von Momentan-Betriebsgrössen bezuglos der Momentan-Betriebszustand der Feuerungs-
Anlage durch Anzeigen ersichtlich gemacht. So ist z.B. eine Verlustanzeige an einer Feuerungsanlage wenig aus-
10 sagekräftig, wenn nicht die minimal überhaupt erzielbaren Verluste, unter Berücksichtigung eines Ziels, wie minimaler Langzeitkosten oder minimalen Brennstoff-
Verbrauchs, bekannt und mit der Anzeige in Beziehung gesetzt werden. Eine bezugslose Anzeige ist weiter da-
15 hingehend nachteilig, als eine Bedienungsperson vertiefte Kenntnisse von der Anlage, und den sich darin abspielenden Vorgängen haben muss, um die so erzeugten Anzeigen überhaupt zu interpretieren. Im weiteren stellt
die Interpretation eines angezeigten Momentan-Betriebs-
20 zustandes im Hinblick auf das mögliche Erreichen eines optimalen oder Ziel-Betriebszustandes an eine Bedienungsperson insbesondere dann hohe Anforderungen, wenn bei einer durch mehrere Betriebsgrössen in ihrem Betrieb
festgelegten Anlage erst die abgelesenen Anzeigen ent-
25 sprechend kombiniert werden müssen, um daraus Schlüsse ziehen zu können, wo an der Anlage einzugreifen ist, um den Ziel-Betriebszustand zu erreichen.

Die im Anspruch 1 ausgegebene Erfindung dient dem Ziel, ein Verfahren und ein Gerät eingangs genannter Art zu schaffen, mit dessen Hilfe auf einen Ziel-Betriebszustand der Anlage bezogene Anzeigen erzeugt werden, womit eine Bedienungsperson über das Abweichen des Momentan-Betriebszustandes von einem Ziel-Betriebszustand der Anlage informiert wird. Bei der Lösung dieser Aufgabe ist zu berücksichtigen, dass eine Feuerungsanlage per se nicht einen Optimal-Betriebszustand, z.B. mit minimalen Verlusten aufweist, sondern der jeweilige optimale Betriebszustand ist eine Betriebsfunktion.

Die Bestimmung der Ziel-Betriebsgrößen erfolgt bei Feuerungsanlagen vorzugsweise auf Grund von Messungen. Es werden somit erst die genannten Ziel-Betriebsgrößen für den in der Praxis vorkommenden Lastgradbereich abgespeichert.

Der Momentan-Betriebszustand der Anlage bei momentan vorliegendem Lastgrad wird dann durch Inbeziehungsetzen der momentanen Betriebsgrößen mit den vorgängig abgespeicherten Ziel-Betriebsgrößen beim momentanen Lastgrad diagnostiziert.

Da es nach dem Gesagten für die richtige Interpretation des Momentan-Betriebszustandes einer Anlage von grosser Wichtigkeit ist zu wissen, wie der Ziel-Betriebszustand definiert worden ist, sei hierzu bereits an dieser Stelle beschrieben, wie ein möglicher Ziel-Betriebszustand bei einer Feuerungsanlage ermittelt wird. Der Ziel-Betriebszustand für die Feuerungsanlage sei die Minimalisierung der Abgasverluste q_A , die sich

bekanntlich zusammensetzen aus den Abgasverlusten durch fühlbare Wärme q_{AF} und den Abgasverlusten durch Unverbranntes q_{AU} . An der Feuerungsanlage mit optimal sauberem Kessel wird nun ein erster Lastgrad-Wert β_1 vorgegeben. Es werden der Sauerstoffgehalt O_2 im Rauchgas sowie der Kohlenmonoxid-CO-Gehalt im Rauchgas gemessen, ebenso wie die Temperaturdifferenz $\Delta \vartheta$ zwischen Frischluftzufuhr und Rauchgas. Mit diesen Messgrößen wird nun vorerst der Luftfaktor λ in Funktion des Sauerstoffgehaltes O_2 und des Kohlenmonoxid-Gehaltes CO bestimmt, ebenso die Abgasverluste durch Unverbranntes. An Stelle des oder neben dem CO-Gehalt kann auch der Gehalt an CH-Verbindungen im Rauchgas oder die Russzahl benutzt werden. Die Abgasverluste durch fühlbare Wärme werden andererseits aus der gemessenen Temperaturdifferenz und dem gemessenen Sauerstoffgehalt, je nach Brennstoff, ermittelt. Die genäherten Bestimmungsformeln für Verbrennungsanlagen sind bekannt, es sei beispielsweise auf Dubbels Taschenbuch für den Maschinenbau, Bd. II, Abschnitt: Dampferzeugungsanlagen..... verwiesen. Nun ist es bekannt, dass in Funktion des Luftfaktors λ , bestimmt als Verhältnis der tatsächlichen Verbrennungsluftmenge zur stöchiometrischen Luftmenge, die Verluste durch fühlbare Wärme etwa linear ansteigen, ausgehend, bei $\lambda = 1$ von einem minimalen, jedoch nicht verschwindenden Verlustwert, und dass die Abgasverluste durch Unverbranntes, bei Luftmangel ($\lambda < 1$) sehr hoch sind, mit zunehmendem λ steil abfallendem und sich bei weiter zunehmendem λ asymptotisch der Null-Verlustachse nähern. Die Ueberlagerung dieser beiden Funktionsverläufe ergibt eine mit zunehmendem λ vor-

erst steil abfallende Kurve, die sich nach Durchlaufen einer Minimalstelle dem linear ansteigenden Verlauf der Verluste durch fühlbare Wärme asymptotisch nähert. Die Minimalverluste treten bei dem Luftfaktorwert auf, bei welchem die Tangente an die Summenfunktion horizontal ist. Der dem Minimalwert der Verluste zugeordnete Luftfaktor ist stets etwas grösser als 1. Unter Berücksichtigung dieser Sachlage wird nun an der auszumessenden Feuerungsanlage bei einem bestimmten Lastgrad β_1 durch Veränderung der Luftzufuhr und damit des Sauerstoffgehaltes O_2 im Rauchgas, damit des Luftfaktors λ , und unter wiederholter Bestimmung - aus O_2 -, CO- und Δv -Messung - der Gesamtabgasverluste, als Summe der obgenannten Verluste durch fühlbare Wärme und Unverbranntes, für die Gesamtverluste der Minimalwert aufgesucht. Daraus ergibt sich nun einerseits als abzuspeichernde Zielgrössen der Ziel-Sauerstoffgehalt O_{2OPT} , die Ziel-Temperaturdifferenz Δv_{OPT} und falls für eine weitere Auswertung beizuziehen, die optimalen gesamten oder in Komponenten unterteilten Abgasverluste q_{AOPT} bzw. q_{AFOPT} , q_{AUOPT} . Sind diese Werte beim obgenannten, eingestellten β_1 gefunden, wird zu einem nächsten Lastgradwert β_2 übergegangen und das Verfahren wiederholt etc. Für eine solche Bestimmung des Ziel-Betriebszustandes können auch andere Optimierungskriterien gewählt werden, beispielsweise die Minimalisierung der Anlage-Betriebskosten, unter Berücksichtigung von Wartungs-, Reinigungs- und Ersatzkosten. Unter Berücksichtigung, dass an einer Feuerungsanlage Betriebsgrössen in komplexer, nicht leicht überschaubarer Weise von der Stellung der Eingriffs-

mittel abhängen, wird nun vorgeschlagen, dass man durch Inbeziehungsetzen von Momentan- und Ziel-Betriebsgrössen Anzeigen, wie Anweisungen, für die Korrektur der Einstellung der Eingriffsmittel, wie der Luftzufuhr, erzeugt, zur Ueberführung der Anlage von einem unerwünschten Momentan-Betriebszustand in den Ziel-Betriebszustand.

Es werden in Minimal-Konfiguration des erfindungsgemässen Verfahrens mindestens die folgenden Grössen sowohl einmalig als Ziel-Betriebsgrössen als auch anschliessend im laufenden Betrieb als Momentan-Betriebsgrössen in Funktion des Lastgrades bestimmt:

- der Sauerstoffgehalt im Rauchgas O_2 ,
- die Differenz von Lufteintritts- und Rauchgas-Temperatur $\Delta \vartheta_A$,
- der Abgasverlust durch fühlbare Wärme im Rauchgas q_{AF} .

Die Zielbetriebsgrössen werden gespeichert.

Ein Gerät zur apparativen Diagnose des Betriebszustandes einer Feuerungs-Anlage, bei der Sensoren zum Messen von Momentan-Betriebsgrössen vorgesehen sind sowie mit einer Auswerteeinheit zur Erzeugung von Anzeigen über den Betriebszustand der Anlage, wie zur Ausführung der genannten Verfahren, zeichnet sich nach dem Wortlaut des Anspruchs 10 aus.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind, betreffend das Verfahren, in den Ansprüchen 2 bis 9, und betreffend das Gerät in den Ansprüchen 11 und 12 angegeben.

- 5 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anschliessend anhand der Figuren 1a bis 2 erläutert.

Es zeigen:

- 10 Fig. 1a ein Blockdiagramm einer Anlage, hier einer Feuerungsanlage, mit einem ersten Teil des erfindungsgemässen Gerätes, insbesondere zur Abspeicherung von Ziel-Betriebsgrössen,
- 15 Fig. 1b als Fortsetzung von Fig. 1a einen zweiten Teil des erfindungsgemässen Gerätes mit der Auswertung vorgängig erfasster Ziel-Betriebsgrössen und momentan erfasster Betriebsgrössen und mit der entsprechenden Erzeugung
- 20 von interpretierten und bezogenen Anzeigen,
- Fig. 2 das Blockschema eines analogen Funktionsgenerators, wie er allgemein bei einer Analog-Realisierung des Gerätes nach Fig. 1a eingesetzt werden kann.
- 25

In Fig. 1a und 1b sind, dies als einleitende Bemerkung, Signale entsprechend physikalischen Grössen und ihre Signalpfade gleichermassen mit symbolischen Abkürzungen für die entsprechenden physikalischen Grössen bezeichnet, aus Klarheitsgründen. Es ist in Fig. 1a eine Feuerungsanlage, nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung, mit 1 bezeichnet. An einem Stellorgan 3 wird die Brennstoffzufuhr B_r , an einem Stellorgan 5, die Luftzufuhr einerseits in Abhängigkeit der Lastgrad- β -Einstellung an einem Signalgeber 7 über eine Steuerung 6, anderseits auch unabhängig voneinander, wie bei 3a bzw. 5a dargestellt, eingestellt. Die Stellorgane 3, 5, 7 sind je entsprechend der zu stellenden Grösse ausgebildet, so das Stellorgan 3 als Brennstoffventil, das Stellorgan 5 als Luftklappe. Mit einem Signalwandler 9 wird der z.B. als Drehwinkel eines Steuerrades eingegebene momentane Lastgrad β in ein entsprechendes elektrisches Signal gewandelt, mit einem Sensor 11 die Temperatur der Eintrittsluft ϑ_U , mit einem Sensor 13 die Temperatur ϑ_A der Rauchgase, mit einem Sensor 15 der Sauerstoffgehalt O_2 im Rauchgas, mit einem Sensor 16 der CO-Gehalt im Rauchgas. In einem ersten Verfahrensschritt wird nun generell die Anlage bei optimalen Bedingungen optimal gefahren. Bei einer Feuerungsanlage heisst dies, dass die Anlage mit Variation des Lastgrades β in dem in der Praxis vorkommenden Lastgradbereich mit frisch gereinigten Heizflächen und unter Nennbedingungen (Brennstoffart, Kesseldruck etc) betrieben wird und dabei gewünschte Ziel-Betriebs-Verhältnisse an der Feuerung eingestellt werden.

Wie bereits einleitend dargelegt, erfolgt nun die Erfassung der Ziel-Betriebsbedingungen wie folgt.

Zunächst sind die Eingabeschalter S geschlossen. Es wird ein fixer Lastgrad β_1 eingestellt und am Signalwandler 9 erfasst. Die Temperaturmesswerte v_U für die Frischluft und v_A für das Rauchgas werden in einer Subtraktionseinheit 21 zur Bildung der Temperaturdifferenz Δv verrechnet. Am Ausgang des Sensors 15 erscheint das Mess-Signal für den O_2 -Gehalt, am Ausgang des Sensors 16 für den Rauchgas-CO-Gehalt. Der Sauerstoffgehalt-Messwert und der Temperaturdifferenz-Messwert, sowie der CO-Messwert, werden einer Recheneinheit 25 zugeführt. In der Recheneinheit 25 wird der Abgasverlust q_A bestimmt, und zwar unter Berücksichtigung sowohl der Abgasverluste durch fühlbare Wärme q_{AF} , wie auch der Abgasverluste durch Unverbranntes q_{AU} , denn nur unter Berücksichtigung beider Anteile lässt sich ein Minimum bestimmen, was dann, wenn als Zielbetrieb der Anlage ein Betrieb mit minimalen Abgasverlusten angestrebt wird, wesentlich ist. Die Berücksichtigung des CO-Gehaltes ist in diesem Fall zwingend. Die Recheneinheit 25 bestimmt nach einem bekannten Ausdruck der Form

$$(1) \quad q_{AU} \sim \frac{CO}{k_1 - O_2}$$

die Abgasverluste durch Unverbranntes, nach

$$(2) \quad q_{AF} \sim \frac{\Delta v}{k_2 - O_2}$$

die Abgasverluste durch fühlbare Wärme und durch Addition die gesamten Abgasverluste $q_A(O_2, \Delta v, CO)$. Diese Ausdrücke mit Einführung entsprechender Proportionalitätskonstanter werden entweder im Sinne der analogen Programmierung analog oder aber digital berechnet. Die Auswertung von (1) für die Optimum-Bestimmung kann, falls nachmals nur q_{AF} ausgewertet wird, manuell erfolgen.

Durch Verstellung vorzugsweise der Luftzufuhr am Stellorgan 5a werden die ermittelten gesamten Abgasverlustwerte q_A minimalisiert. Der entsprechende elektrische Signalwert erscheint am Ausgang der Recheneinheit 25 und wird überwacht. Ist sein Minimum gefunden, was durch ein Minimum Detektionsnetzwerk 17 automatisch oder aber durch Ablesung möglich ist, so wird ein Ladesignal L ausgelöst. Dieses Ladesignal L wird einem ersten Speicher 19 zugeführt, dem eingangsseitig der Sauerstoffgehalt O_2 und der Lastgrad β_1 zugeführt ist. Bei Erscheinen des Ladesignals L wird der Wert des Lastgrades β_1 und der optimale Sauerstoffgehaltswert $O_{2OPT}(\beta_1)$ gespeichert. Das Ladesignal wird gleichzeitig einem Speicher 23 zugeführt, dem wiederum das Lastgradsignal β_1 sowie das Temperatur-Differenzsignal Δv zugeführt ist. Auch hier wird bei Erscheinen des Ladesignals L der Lastgradwert β_1 und der entsprechende Differenztemperaturwert $\Delta v_{OPT}(\beta_1)$ abgespeichert. Der für das Auffinden des Abgasverlustminimums beobachtete Ausgang der Recheneinheit 25 wird

bei Erscheinen des Ladesignals L ebenfalls zusammen mit dem Lastgradwert β_1 in einem weiteren Speicher 27 abgespeichert. Dieses Bestimmungsverfahren für die Ziel-Betriebsgrößen wird für weitere Lastgradwerte innerhalb
5 des Betriebslastgradbereiches der Feuerungsanlage 1 wiederholt, bis in den Speicher 19, 23, 27 die lastgradabhängigen Funktionen der dort erfassten Betriebsgrößen als Optimalwerte bzw. Zielwerte abgespeichert sind. Danach werden die Schalter S geöffnet, die Speicherinhalte werden nicht
10 weiter verändert und stehen für nachfolgende Auswertung an den entsprechenden Ausgängen zur Verfügung. Beim nun folgenden Betrieb der Anlage stehen folgende Informationen zur Verfügung:

15 Beim jeweils eingestellten momentanen Lastgrad β erscheinen an den Speicherausgängen:

- am Speicher 27 der Ziel-Abgasverlustwert $q_{AOPT}(\beta)$
- 20 - am Ausgang des Speichers 23 die Ziel-Temperatur-Differenz in Funktion des Lastgrades, $\Delta v_{OPT}(\beta)$ und
- am Ausgang des Speichers 19 der Ziel-Sauerstoffgehalt $O_{2OPT}(\beta)$,

25 sowie als Momentan-Betriebsgrößen die Messwerte:

- Lastgrad β für den Speicherabruf
- 30 - die momentane Temperaturdifferenz Δv
- der momentane Rauchgas-Sauerstoffgehalt O_2

- allenfalls der Momentan-CO-Gehalt der Rauchgase (gestrichelt).

Die momentanen Abgasverluste q_A erscheinen auch im
5 Anlagenbetrieb am Ausgang der Recheneinheit 25, der jedoch vom Speicher 27 dann abgetrennt ist. In einer weniger aufwendigen Konfiguration werden als Momentan-Verluste nur die Verluste durch fühlbare Wärme q_{AF} aus den momentanen O_2 - und Δv -Messwerten bestimmt, bei
10 einer aufwendigeren q_A als Summe der Komponenten q_{AF} , q_{AU} , wie gestrichelt dargestellt, mit Momentanwert-Messung von CO. Gemäss Fig. 1b wird nun laufend in einer ersten Vergleichseinheit 29 der momentane Abgasverlustwert $q_{AF}(\beta)$ oder $q_A(\beta)$ mit dem dem dann momentanen Lastgrad β_m entsprechenden Verlustwert $q_{AOPT}(\beta_m)$ am Ausgang
15 des Speichers 27 verglichen. Mit dem Vergleichsresultat Δb wird eine Anzeige 31, die eine mögliche Brennstoffeinsparung anzeigt, angesteuert und allenfalls eine zugeordnete Anweisungsanzeige 32, die anweist, das Brennstoffluftverhältnis zu ändern. Die momentanen Abgasverluste entsprechend $q_{AF}(\beta_m)$ oder $q_A(\beta_m)$ werden an einer Anzeige
20 33 angezeigt. An Vergleichseinheiten 34, 36, 38, denen einerseits vom Ausgang des Speichers 23 die Ziel-Temperaturdifferenzwerte $\Delta v_{OPT}(\beta_m)$ zugeführt werden, anderseits die Momentan-Temperaturdifferenzwerte $\Delta v(\beta_m)$
25 werden die Momentan-Temperaturdifferenzwerte mit den Ziel-Differenzwerten verglichen und festgestellt, ob die Abweichungen der Temperaturdifferenzen innerhalb vorgegebener Bereiche liegen oder nicht. Analog wird an
30 Vergleichseinheiten 40 bis 46, denen der Ziel-Sauerstoffgehalt vom Speicher 19 beim mo-

mentan herrschenden Lastgrad β_m sowie die momentanen Sauerstoffgehaltswerte $O_2(\beta_m)$ zugeführt werden, überprüft, ob die Momentan-Sauerstoffwerte $O_2(\beta_m)$ mit Bezug auf die Ziel-Sauerstoffgehaltswerte $O_{2OPT}(\beta_m)$ in vorgegebenen
 5 Bereichen liegen.

Aus logischer Verknüpfung der Ausgänge der Vergleichseinheiten 34 bis 38 einerseits, und andererseits 40 bis 46 wird an einer Anzeige 54 die Kesselverschmutzung angezeigt, allenfalls mit Anweisung 56 den Kessel zu reinigen, an einer Anzeige 52, dass Falschlufte zugeführt wird, an einer Anzeige 48, dass ein übermässiger Luftüberschuss vorliegt und allenfalls an einer Anzeige 50, dass die Luftzufuhr zu drosseln ist. Die Ueberprüfung des Mo-
 10 mentan-Sauerstoffgehaltes $O_2(\beta_m)$ mit Bezug auf den Zielsauerstoffgehalt $O_{2OPT}(\beta_m)$ allein, ergibt an einer Anzeige 58 die Indikation, dass Luftmangel vorliegt, womit ein Gefahren- bzw. Alarmsignal ausgelöst werden kann. Entsprechend kann eine Anzeige 60 angesteuert werden, die die
 15 Anweisung gibt, die Luftzufuhr zu erhöhen.

Werden bei der Abspeicherung der Ziel-Betriebsgrössen nicht nur der gesamte Rauchgasverlust q_{AOPT} abgespeichert, sondern, (nicht dargestellt) gemäss den Ausdrücken (1),
 25 (2), dessen Einzelkomponenten q_{AFOPT} , q_{AUOPT} durch Unverbranntes bzw. durch fühlbare Wärme, so ist die Möglichkeit gegeben, beide Komponenten getrennt auch im Anlagenbetrieb, in Funktion des momentanen Lastgrades am Ausgang der Recheneinheit 25 auszugeben und mit den dann je einzelnen
 30 momentan bestimmten Verlustkomponenten $q_{AF}(\beta_m)$, $q_{AU}(\beta_m)$ zu vergleichen. Damit erhält man Angaben über Abweichungen der momentanen Abgasverluste, getrennt nach Verlusten

- durch fühlbare Wärme und Verlusten durch Unverbranntes, mit Bezug auf die Optimalwerte. Wird bei der Erfassung der Momentanwerte wie erwähnt auf den CO-Sensor 16 verzichtet, so wird die Recheneinheit 25 den momentanen
- 5 Rauchgasverlust unter Vernachlässigung der Verluste durch Unverbranntes bestimmen, was jedoch in vielen Fällen genügt. Es muss wiederholt werden, dass in diesem Fall die CO-Messung lediglich zum Auffinden des Verlustminimums notwendig ist. Werden weiter als Zielgrößen die CO-Messwerte
- 10 auch abgespeichert als CO_{OPT} -Werte, so ergibt sich die Möglichkeit aus Vergleich dieser Ziel-CO-Werte CO_{OPT} (β_m) mit im Betrieb gemessenen Momentan-CO-Werten CO (β_m) auf ungleiche Luftverteilung zu schliessen, sowie die Luftmangeldiagnose zuverlässiger zu stellen.
- 15 Im weiteren kann es in manchen Fällen von Vorteil sein, geeignet definierte zeitliche Mittelwerte von Betriebsgrößen fortlaufend zu ermitteln. Dies setzt i.a. voraus, dass die Anlage zur Ausführung des Verfahrens digital aufgebaut ist. Dann ist in üblicher Art und Weise ein
- 20 Taktgeber 64 vorgesehen, der bei der Auswertung die Speicher- und Sensor-Ausgaben taktet, wie an einer mikroprozessor-gestützten Einheit. Wird auf Mittelwertbildung verzichtet, so genügt es aber in manchen
- Fällen, eine derartige Anordnung auf analoger Basis auf-
- 25 zubauen. Die Speicher, entsprechend 19, 23 und 27 von Fig. 1a werden dann beispielsweise durch Funktionsgeneratoren, wie in Fig. 2 dargestellt, realisiert. Funktionsgeneratoren geben ein Ausgangssignal ab,

als bestimmte Funktion eines Eingangssignals. Eine mögliche Realisationsform mit Dioden-Widerstandsnetzwerk zeigt der Funktionsgenerator 66. Bei der Abspeicherung der Ziel-Betriebsgrößen/Lastgrad-Funktion wird letztere
5 beispielsweise zuerst graphisch ermittelt, danach wird durch Verstellen der Potentiometer R_{11} bis R_{32} allenfalls von Vorspannquellen V_1 bis V_3 , durch stückweise Linearisierung, der ermittelte Funktionsverlauf, beispielsweise für die Temperaturdifferenz $\Delta T(\beta)$ eingestellt,
10 stellt, in Funktion des lastgrad-entsprechenden Signals $U(\beta)$ am Eingang des Funktionsgenerators.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur apparativen Diagnose des Betriebszustandes einer Feuerungs-Anlage, bei dem man Momentan-Betriebsgrößen der Anlage erfasst und daraus Anzeigen für den Betriebszustand erzeugt, dadurch gekennzeichnet, dass man Zielbetriebsgrößen ($\Delta \mathcal{V}_{OPT}$, O_{2OPT}) der Anlage vorgängig in Funktion des Lastgrades (β) bestimmt und, allenfalls mit daraus abgeleiteten Ziel-Betriebsgrößen (q_{AOPT}), als Funktion des Lastgrades (β) abspeichert und durch Inbeziehungsetzen von Momentan- zu Ziel-Betriebsgrößen Anzeigen (31, 48, 52, 54, 58) über Abweichungen des Momentan-Betriebszustandes vom jeweiligen Ziel-Betriebszustand erzeugt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei an der an der Anlage Eingriffsmittel (3_a , 5_a) zur Beeinflussung des Betriebszustandes vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass man durch Inbeziehungsetzen von Momentan- zu Ziel-Betriebsgrößen ($\Delta \mathcal{V}$, O_2) Anzeigen (50, 56, 60), wie Anweisungen für die Korrektur der Einstellung der Eingriffsmittel (3_a , 5_a) erzeugt zur Ueberführung der Anlage von einem unerwünschten Momentan-Betriebszustand in den Ziel-Betriebszustand.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man als Ziel-Betriebsgrößen mindestens bestimmt und in Funktion des Lastgrades (β) abspeichert:

- den Sauerstoffgehalt (O_{2OPT}) im Rauchgas,
- die Differenz von Lufteintritts- und Rauchgas-Temperatur ($\Delta \vartheta_{OPT}$),
- 5 - den Verlust durch fühlbare Wärme (q_{AFOPT}) im Rauchgas,

10 und als Momentan-Betriebsgrössen den momentanen Sauerstoffgehalt (O_2) im Rauchgas, die momentane Differenz ($\Delta \vartheta$) besagter Temperaturen, sowie den momentanen Verlust durch fühlbare Wärme (q_{AF}) benutzt.

15 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens eine weitere Grösse, wie den Kohlenmonoxid (CO)-, den Gehalt an CH-Verbindungen oder die Russzahl im Rauchgas bei der Bestimmung der Ziel-Betriebsgrössen berücksichtigt und abspeichert.

20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass man aus den bestimmten Ziel-Betriebsgrössen sowie den erfassten Momentan-Betriebsgrössen die Gesamt-Abgasverluste (q_A) ableitet und als weitere Ziel-Betriebsgrösse abspeichert.

25 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass man aus der Differenz von Momentan- (q_{AF} ; q_A) und Ziel-Verlust-Wert (q_{AFOPT} ; q_{AOPT}) den Momentanwert möglicher relativer Brennstoffersparnis (Δb) bestimmt.

30

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass man fortlaufend geeignet definierte Mittelwerte bestimmter Momentan-Betriebsgrößen (q_{AF} , q_A) bildet und mit den entsprechen gemittelten, gespeicherten Zielbetriebsgrößen (q_{AFOPT} , q_{AOPT}) in Beziehung bringt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass man Ziel-Betriebsgrößen in Funktion des Lastgrades (β) mit Hilfe mindestens eines einstellbaren Funktionsgenerators mit einem lastgradabhängigen Eingangssignal und einem Ziel-Betriebsgrößen proportionalen Ausgangssignal analog abspeichert.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass man Ziel-Betriebsgrößen in Abhängigkeit des Lastgrades digital abspeichert und die gespeicherten Betriebsgrößen-Werte in Funktion des momentanen Lastgrades nach zugeordneten Lastgradwerten zur Weiterverarbeitung abrufen.

10. Gerät zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, für eine Feuerungs-Anlage, bei der Sensoren zum Messen von Momentan-Betriebsgrößen vorgesehen sind, mit einer Auswerteeinheit zur Erzeugung von Anzeigen über den Betriebszustand der Anlage, dadurch gekennzeichnet, dass Speichermittel (19, 23, 27, 66) für die Abspeicherung von Ziel-Betriebsgrößen (q_{AOPT} , $\Delta \varphi_{2OPT}$) der Anlage als Funktion einer unabhängigen Betriebsgrösse (β) vorgesehen sind und die Auswerteeinheit (29, 34 - 38, 40 - 46) eingangsseitig

mit Eingängen für die Sensoren und mit der Ausgangsseite der Speichermittel verbunden ist und ausgangseitig auf Anzeigen wirkt.

- 5 11. Gerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Speichermittel einstellbare Funktionsgeneratoren (66) und/oder digitale Speicher umfassen.

- 10 12. Gerät nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass an den Speichermitteln ein Eingang für ein dem Lastgrad proportionales Signal als unabhängige Betriebsgrösse sowie mindestens ein Eingang für mindestens eine abhängige Betriebsgrösse vorgesehen ist und dass
- 15 mit Lastgradwerten diesen zugeordnete abhängige Betriebsgrössenwerte abspeicherbar sind und durch Anlegen entsprechender, lastgradabhängiger Signale die entsprechenden abhängigen Betriebsgrössenwerte abrufbar sind.

FIG.1a

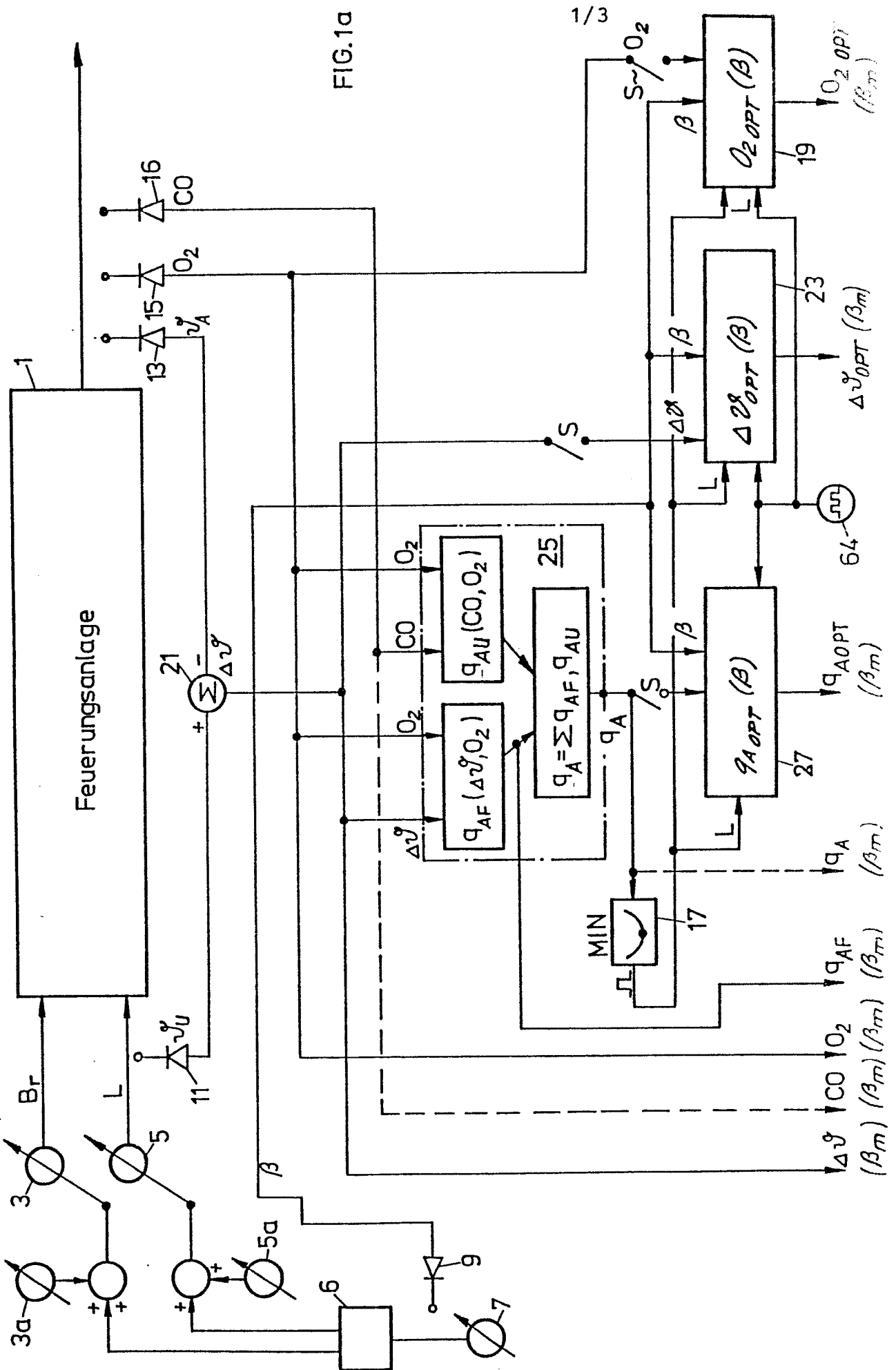
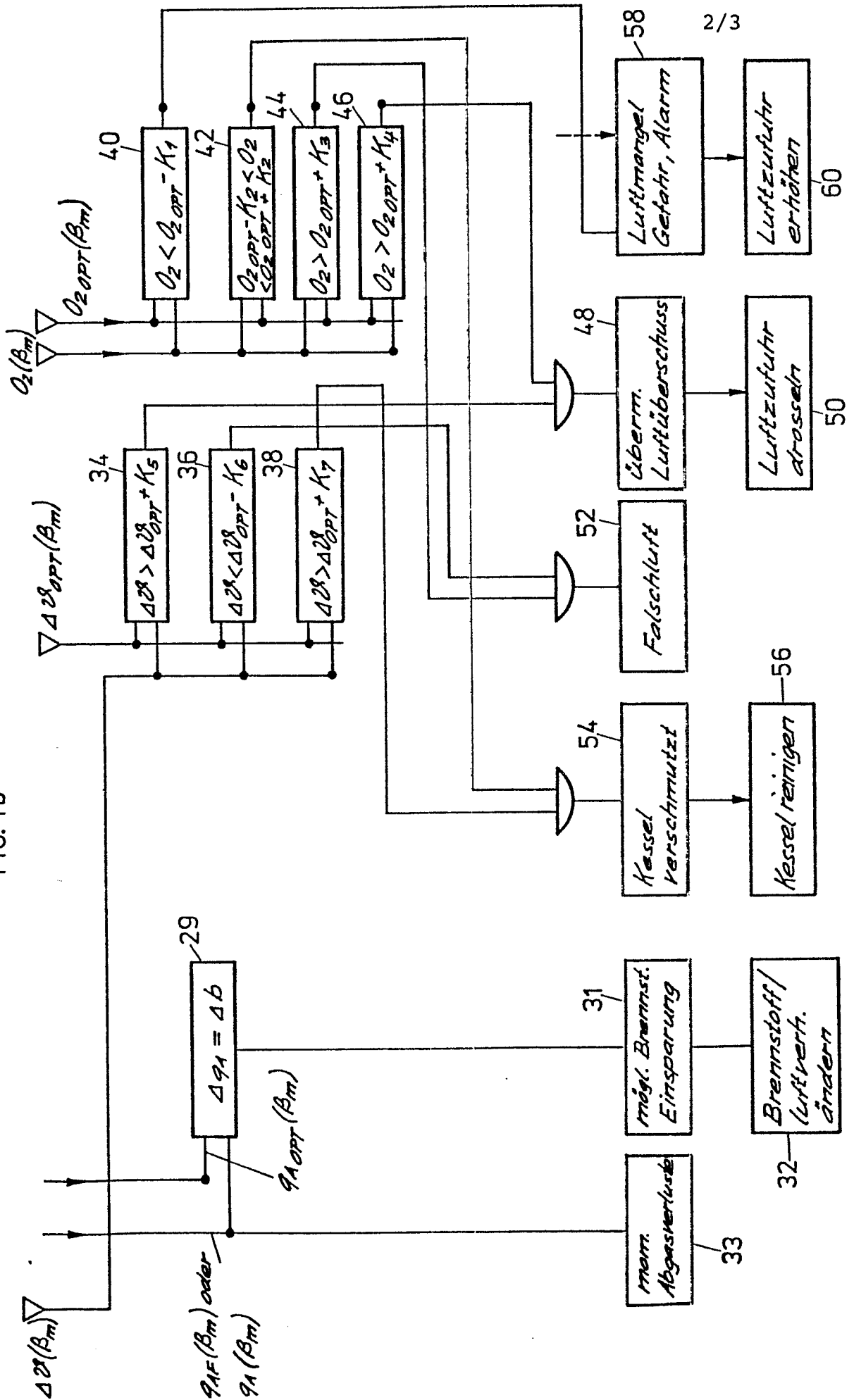


FIG. 1b



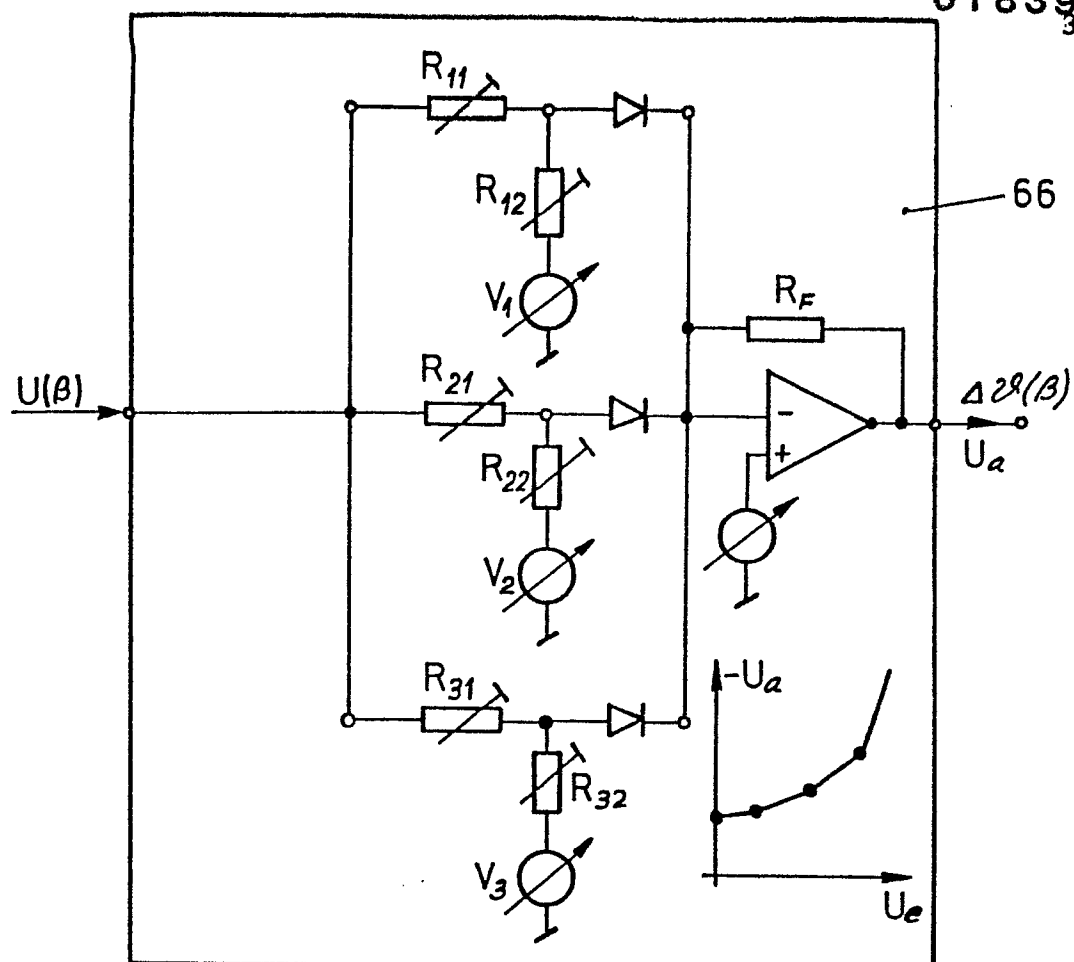


FIG. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0183990
Nummer der Anmeldung

EP 85 11 3848

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	EP-A-0 050 840 (KARL DUNGS) * Figuren 1, 2; Anspruch 1; Seite 3, Zeile 23 - Seite 4, Zeile 3 *	1	F 23 N 5/00
A	GB-A-2 064 780 (NEOTRONICS) * Figur 1 *		
A	DE-A-2 908 634 (HONEYWELL) * Figur 1; Seite 4, Zeilen 14-22 *		
A	EP-A-0 086 337 (PROGRAMMELECTRONIC ENGINEERING) * Figur 1, Zusammenfassung *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			F 23 M 11/04 F 23 N 5/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 26-02-1986	Prüfer BREUSING J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche 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 L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			