

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 83100320.7

51 Int. Cl.³: F 23 N 5/20

22 Anmeldetag: 15.01.83

30 Priorität: 04.02.82 DE 3203675

71 Anmelder: **PROGRAMMELECTRONIC ENGINEERING AG**, Dufourstrasse 147, CH-8047 Zürich (CH)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 24.08.83
Patentblatt 83/34

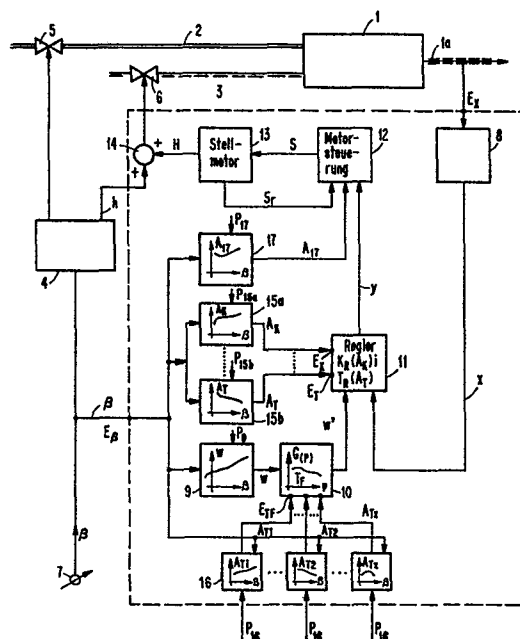
72 Erfinder: **Profos, Paul, Prof. Dr. Ing.**, Büelweg 11, CH-8400 Winterthur (CH)

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

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

54 **Verfahren zur Regelung des Luftüberschusses an Feuerungen sowie Regeleinrichtung zur Ausführung des Verfahrens.**

57 Zur optimalen Regelung des Luftüberschusses an einer Feuerung (1), bei welcher aufgrund seiner Messung (8) im Rauchgas (1a) ein korrigierender Eingriff auf Luftstrom und/oder Brennstoffstrom erfolgt (5, 6) wird der einstellbare Lastgrad (β) zur automatischen Anpassung auch der Zeitparameter eines Reglers (11) ausgenutzt und zu diesem Zweck über Funktionsgeneratoren (15a, 15b) letzterem zugeführt. Die Führungsgröße (w') wird weiter aus dem Lastgrad (β) wiederum mit Hilfe eines Funktionsgenerators (9) und eines Signalfilters (10) ermittelt. Der Lastgrad (β) resp. ein entsprechendes Signal wird über einen weiteren Funktionsgenerator (17) im Sinne einer Störgrößenaufschaltung dem Reglerausgang überlagert.



- 1 -

Verfahren zur Regelung des Luftüberschusses an Feuerungen sowie Regeleinrichtung zur Ausführung des Verfahrens

- Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Luftüberschusses an Feuerungen, bei welchem aufgrund der Messung des Lüftüberschusses im Rauchgas ein korrigierender Eingriff auf Luftstrom und/oder
- 5 Brennstoffstrom erfolgt, mit Variation der Proportionalverstärkung des Lastgrades an einer Luftüberschuss-Regelinrichtung sowie eine Regeleinrichtung zur Ausführung des Verfahrens.
- 10 Es sind Verbundsteuerungen von Feuerungen bekannt, primäre Luft- bzw. Brennstoffsteuerungen, bei denen der Brennstoffstrom und der Luftstrom in Abhängigkeit des vom Operateur oder einem Feuerleistungsregler vorgegebenen Belastungsgrades β , definiert als verbrannte
- 15 Brennstoffmenge pro Zeiteinheit, bezogen auf die maximale verbrennbare Brennstoffmenge pro Zeiteinheit, durch zwei miteinander gekoppelte Steuereinrichtungen, je eine in der Brennstoff- und eine in der Luftzuführung, verstellt werden. Es sind auch andere primäre Steuerungen
- 20 oder Regelungen von Luft und Brennstoff bekannt, z.B. Verbundregelungen, bei denen je die Luft- und die Brennstoffmenge auf einen dem Belastungsgrad β entsprechenden Wert geregelt werden oder Verhältnisregelungen, bei denen nach Massgabe des Belastungsgrades β
- 25 auf konstantes Brennstoff-Luft-Verhältnis geprüft und geregelt wird.

- Abgesehen von Sonderfällen können weder Brennstoff- noch Luftstrom durch solche primäre Steuer- bzw. Regeleinrichtungen fehlerfrei eingestellt und gehalten werden, da immer noch zahlreiche zufällige Störwirkungen diesbezüglich Einfluss nehmen. Beim Brennstoffstrom sind dies z.B. Schwankungen von Temperatur, Zähigkeit, Dichte, Brennstoffzusammensetzung etc., beim Luftstrom Schwankungen von Druck, Temperatur und Feuchte, die Abweichungen vom gewünschten Wert bewirken. Dazu kommen
- 5 noch gerätetechnische Unvollkommenheiten. Aus diesem Grund ist es weiter bekannt geworden, durch Messung des tatsächlichen Luftüberschusses im Rauchgas und eine daraus abgeleitete, durch einen Regler bewirkte Korrektur des Luftstromes und/oder des Brennstoffstroms die
- 10 Wirkungen solcher Störeinflüsse zu beseitigen, womit bei lastabhängig angepasstem Luft-Ueberschuss-Sollwert theoretisch optimale Verbrennungsverhältnisse eingehalten werden können.
- 20 Nun ist immer wieder versucht worden, eine solche Luft-Ueberschussregelung unter Verwendung handelsüblicher Proportional-, Integral- Proportional-Integral- oder PID-Reglern mit festen Zeit-Einstellwerten zu verwirklichen, in den allermeisten Fällen jedoch mit unbefriedigendem
- 25 Ergebnis. Vor allem immer dann, wenn der Lastgrad über einen weiten Bereich verändert wurde, ergaben sich auch bei sorgfältiger Reglereinstellung entweder Stabilitätsprobleme - Pendeln der Regelung - oder träge Regelwirkung, verbunden mit grossen vorübergehenden und/oder
- 30 bleibenden Regelabweichungen oder sogar beides zugleich. Dies hat seine Ursachen in den dynamischen Eigenschaften der Regelstrecke, bestehend aus Feuerungsanlage,

einschliesslich Rauchgaskanal bis zum Messort des Luftüberschusses - deren statische und dynamische Parameter im Betrieb grossen Aenderungen unterliegen.

- 5 Eine weitere Schwierigkeit liegt darin begründet, dass ein auch nur kurzfristiges Unterschreiten der minimalen Luftzufuhr wegen der sofort einsetzenden Rauchbildung sowie aus Sicherheitsgründen nicht toleriert werden kann. Ein solches ist aber mit einem Luftüberschuss-
- 10 Regler üblicher Bauart namentlich bei schnellen und grossen Laständerungen unvermeidlich, da die Regelung nicht schnell genug einzugreifen vermag.

- Im weiteren sind aus der DE-OS 2 753 520 und DE-OS
- 15 1 526 277 Verfahren zur Regelung des Luftüberschusses an Feuerungen bekannt geworden, bei welchen aufgrund der Messung des Luftüberschusses im Rauchgas ein korrigierender Eingriff auf den Luftstrom erfolgt. Dabei wird eine lastabhängige Verstellung der Proportional-
- 20 Verstärkung des offenen Regelkreises vorgenommen. Es ist aber bekannt, dass die Uebertragungskennwerte einer Feuerungsanlage einschliesslich Rauchgaskanal zum Messort des Luftüberschusses an einer Feuerungsanlage, im Betrieb der Anlage grossen Aenderungen unterliegen.
- 25 Dies trifft insbesondere auch für die Zeitparameter resp. Zeitkonstanten einer solchen Strecke zu. Durch alleinige, lastabhängige Verstellung der Proportionalverstärkung des offenen Regelkreises kann somit eine auch nur angenähert optimale dynamische Regelwirkung
- 30 im Betrieb nicht sichergestellt werden, denn durch die lastabhängige Variation der Streckenzeitkonstanten verändert sich der Frequenzgang des offenen Regelkreises

wie dessen kritische Frequenz und die dort vorliegende Phasenreserve.

Die vorliegende Erfindung bezweckt die obgenannten
5 Probleme bei einem Verfahren eingangs genannter Art zu beheben.

Dies wird dadurch erreicht, dass mindestens ein Teil von Zeitparametern der Luftüberschuss-Regeleinrichtung
10 automatisch derart dem Lastgrad der Feuerung angepasst wird, dass jederzeit eine mindestens angenähert optimale, auch dynamische, Regelwirkung erzielt wird.

Dabei wird von der Erkenntnis ausgegangen, dass bei
15 grösserem Variationsbereich des Lastgrades β mit einer fixen Reglereinstellung oder lastgradabhängigen Verstellung der Proportionalverstärkung keine auch nur annähernd auch dynamisch optimale Regelwirkung über den ganzen Lastbereich erzielbar ist.

20 Das Erzielen einer auch dynamisch annähernd optimalen Regelwirkung ist bei derartigen Anlagen deshalb von ausserordentlicher Wichtigkeit, weil sie kaum je statisch über längere Zeit betrieben werden können. Fluktuationen von Streckenparametern sowie Störgrösseneinflüsse
25 ergeben ein praktisch ununterbrochen dynamisches Ausregelverhalten, so dass die Anlage nur dann jederzeit mindestens angenähert optimal arbeitet, wenn ihr dynamisches Verhalten lastgradabhängig angepasst wird.

Die Probleme, die mit schnellen Laständerungen verknüpft sind, werden weiter dadurch berücksichtigt, dass die Regelwirkung durch eine Aufschaltung des Lastgrades als Störgrösse ergänzt wird.

5

Da mit Laständerungen auch Sollwertänderungen des Luftüberschusses verbunden sind, würde die Störgrössenaufschaltung allein unerwünschte Regelschwankungen nicht verhindern können. Diese werden dadurch eliminiert, dass das lastabhängige Führungsgrössensignal dem Luftüberschussregler nicht direkt, sondern über ein dem dynamischen Verhalten der Regelstrecke angepasstes, vorzugsweise automatisch anpassbares Signalfilter, zugeführt wird.

15

Weitere Merkmale der Erfindung werden im Zusammenhang mit der Figurenbeschreibung erläutert.

Die Regeleinrichtung zur Ausführung des Verfahrens umfasst einen ersten Eingang für ein lastgradabhängiges Signal, einen zweiten Eingang für ein luftüberschussabhängiges Signal sowie einen Regler, wobei der erste Eingang zusammen mit dem zweiten mit einer Differenzeinheit wirkverbunden ist, der erste andererseits auf mindestens einen, mindestens einen Zeitparameter des Reglers beeinflussenden Adaptionseingang am Regler wirkt.

Das vorgeschlagene Verfahren und die Regeleinrichtung zur Ausführung des Verfahrens tragen den schwierigen Eigenschaften der Regelstrecke und den zugleich hohen Anforderungen, die aus ökonomischen, ökologischen und

sicherheitstechnischen Gründen an die Regelgüte gestellt werden müssen, Rechnung. Sie lassen sich vor allem auf Brennerfeuerungen für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe anwenden sowie auf Misch-Brenner-Feuerungen, aber auch auf Rostfeuerungen.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert. Es zeigen:

10 Fig. 1 ein Blockschema der Regeleinrichtung an einer Feuerung, beispielsweise mit Verbundsteuerung,

Fig. 2 eine bevorzugte Realisierungsform der Regeleinrichtung gemäss Fig. 1.

15

In Fig. 1 ist eine Feuerungsanlage 1 mit einer Brennstoffzufuhrleitung 2 und einer Luftzufuhrleitung 3 dargestellt. Die dargestellte Feuerungsanlage sei durch eine Verbundsteuerung 4 üblicher Bauart gesteuert. Die Darstellung der Erfindung im Zusammenhang mit einer Feuerungsanlage mit Verbundsteuerung soll keinerlei Einschränkung auf die Verwendbarkeit des erfindungsgemässen Verfahrens und der Regeleinrichtung hierzu bedeuten. Vielmehr kann die Erfindung mit allen Varianten von primären Steuerungen und/oder Regelungen verbunden werden, mit deren Hilfe in Abhängigkeit des Lastgrades β auf die Luftzufuhr und/oder Brennstoffzufuhr für die Feuerungsanlage eingegriffen wird.

25
30 Die Verbundsteuerung 4 wirkt über Stellorgane 5 resp. 6 entsprechend auf die Brennstoffzufuhr in Leitung 2 resp. die Luftzufuhr in Leitung 3 ein. Mit 7 ist ein Einstellorgan dargestellt, mit dessen Hilfe der Lastgrad β für die Feuerung einstellbar ist.

Die bis anhin beschriebenen Aggregate an der Feuerung entsprechen der konventionellen Ausrüstung einer Feuerungseinrichtung.

- 5 Die erfindungsgemässe Regeleinrichtung bezieht sich nun auf den Rest der im Blockschema gemäss Fig. 1 dargestellten Einrichtung, gestrichelt umrandet. Ein Messorgan 8 ist an passender Stelle im Rauchgaskanal 1a angeordnet und misst kontinuierlich den Luftüberschuss. Dies erfolgt vorzugsweise über eine Messung des Restsauerstoffgehaltes im Rauchgas. Das Messorgan 8 gibt an seinem Ausgang ein für den Luftüberschuss signifikantes Regelsignal x ab. Das dem eingestellten Lastgrad β entsprechende Signal am Ausgang der Verstelleinheit 7, der Einfachheit halber ebenfalls mit β bezeichnet, wird einem Eingang E_β der Regeleinrichtung zugeführt. Das Signal β wird darin einem ersten Funktionsgenerator 9 zugeführt, an dessen Ausgang das Signal w als Führungsgrösse der Regeleinrichtung erscheint. Dieses Signal w wird über ein Führungsgrössen-Signalfilter 10 mit der Uebertragungsfunktion $G(p)$ als Signal w' einem Regler 11 zugeleitet, zusammen mit der Regelgrösse x . Im Regler 11 wird zunächst die Regelabweichung $\Delta x = x - w'$ und daraus entsprechend dem gewählten Regelalgorithmus, vorzugsweise mit PI-Verhalten, die Stellgrösse y gebildet. Diese wirkt ihrerseits auf eine Motorsteuerung 12, welche daraus entsprechende Signale S für Vorwärts- bzw. Rückwärtslauf eines Korrektur-Stellmotors 13 bildet. Durch das vom Stellmotor 13 auf die Motorsteuerung 12 rückgeführte Signal S_r wird hierbei eine proportionale Zuordnung zwischen Änderungen der Stellgrösse y und solchen des Motorhubes H , ausgangsseitig des Stellmotors 13, sichergestellt. Der Hub H , als mechanisches Signal, wird an einer mechanischen Ueberlagerungseinheit bekannter

Bauart 14 dem von der Verbundsteuerung 4 ausgegebenen Stellhub h überlagert.

Der Regler 11 resp. seine Uebertragungsfunktion sind
5 durch seine Verstärkung K_R sowie durch einen oder mehrere Zeitkennwerte T_R bestimmt. Der Regler 11 weist Steuereingänge E_K , E_T für die Steuerung dieser Kennwerte auf. Das Lastgradsignal β wird über einen oder mehrere Funktionsgeneratoren 15a, b den vorgesehenen Steuer-
10 eingängen E_K , E_T als Signale A_K resp. A_T zugeführt.

Die Uebertragungsfunktion $G(p)$ des Führungssignalfilters 10 ist bestimmt durch einen oder mehrere Filterzeitkennwerte T_F . Das Filter weist nun einen oder mehrere Steuer-
15 eingänge E_{TF} auf, an welchen die charakteristischen Zeitkennwerte T_F verstellt werden können. Das Lastgradsignal β wird zu diesem Zweck über einen oder mehrere Funktionsgeneratoren 16 geführt, deren Ausgangssingale $A_{T1} - A_{Tx}$ auf die vorgesehenen Steuereingänge
20 E_{TF} am Filter 10 geschaltet sind.

Schliesslich ist das Lastgradsignal β auf einen Funktionsgenerator 17 geschaltet, dessen Ausgangssignal A_{17} direkt auf die Motorsteuerung 12 einwirkt, womit eine
25 lastabhängige Vorsteuerung der Funktion des Korrekturstellmotors 13 im Sinne einer Störgrössenaufschaltung erzielt wird.

Zur Anpassung der Regeleinrichtung an eine konkrete
30 Feuerungsanlage sind die Funktionsgeneratoren 9, 15, 16, 17 vorzugsweise bezüglich ihres Funktionsverlaufes, wie mit den entsprechend indizierten Ein-

griffsignalen P dargestellt, einstellbar.

Eine bevorzugte Realisationsform der beschriebenen Regeleinrichtung ist in Fig. 2 dargestellt. Eine im

5 Rauchgasstrom plazierte Sauerstoffmesssonde 21 erzeugt eine dem O_2 -Gehalt entsprechende elektrische Potentialdifferenz, die in einem Funktionsgenerator 22 durch Delogarithmierung ausgewertet und in einem Verstärker 23 zum elektrischen Signal der Regelgrösse x verstärkt

10 wird. Dieses Signal wirkt auf den einen Eingang eines Differenzverstärkers 24, auf dessen anderen Eingang die Führungsgrösse w' einwirkt. Das Führungsgrössen-Signal w' wird als Funktion des Lastgrades β durch den Funktionsgenerator 25 erzeugt und über ein elektronisches Filter 26, vorzugsweise mit Tiefpass-

15 charakteristik, wie die gezeigte Schrittantwort zeigt, geleitet. Das Regelabweichungssignal Δx wird einem Regler 28 zugeführt, worin es in einer elektronischen Multipliziereinheit 29 mit einem, vom Lastgradsignal β

20 mittels eines Funktionsgenerators 30 abgeleiteten Signal A_K multipliziert wird. Durch die Multipliziereinheit 29 wird die lastabhängige Anpassung der Reglerverstärkung K_R erreicht, indem das Regelabweichungssignal Δx mit dem vom Funktionsgenerator 30 generierten Signal A_K

25 moduliert wird. Der Ausgang der Multipliziereinheit 29 wird einerseits direkt auf einen Summierverstärker 31 geführt, anderseits auf eine weitere Multipliziereinheit 32, in welcher es mit einem, abhängig vom Lastsignal β in einem Funktionsgenerator 33 generierten Signal A_T

30 multipliziert wird. Das Ausgangssignal der Multipliziereinheit 32 wird einer Integrationseinheit 34 zugeleitet und deren Ausgangssignal wiederum dem Summierverstärker 31 zugeführt. Mit dem Signal A_T wird an der Multipliziereinheit 32 die Nachstellzeit T_n des hier als PI-Regler darge-

stellten Reglers 28 lastgradabhängig moduliert.

Das Lastgradsignal β ist weiter auf einen Funktionsgenerator 35 geführt und dessen Ausgangssignal A_{35}
5 im Sinne einer Störgrössenaufschaltung wiederum auf den Summierverstärker 31.

Zur Steuerung der Zeitkennwerte T_F am Filter 26 und Anpassung seines Uebertragungsverhaltens ist das Lastgradsignal β auf den Funktionsgenerator 37 geführt,
10 dessen Ausgangssignale A_{TF} auf die entsprechenden Steuereingänge E_{TF} am Filter 26 geführt sind. Hier werden alle Zeitkennwerte des Filters gleich moduliert.

15 Der Ausgang des Summierverstärkers 31 mit dem Signal A_{31} beeinflusst Steuerrelais 38 und 39, welche ihrerseits den Stellmotor 40 zu Vorwärts- oder Rückwärtslauf veranlassen. Die Bewegungen des Stellmotors 40 werden durch die Ueberlagerungsvorrichtung 41, wie bereits anhand von Fig. 1 erläutert, dem Luftklappenstellhub h von einer konventionellen Steuerung resp. Regelung überlagert. Das Lastgradsignal β wird schliesslich beispielsweise durch ein Potentiometer 42 eingestellt. Ebenso erfolgt die Positionsregelung des Stellmotors 40 über ein Potentiometer 44, auf welches die
25 mechanische Ausgangsbewegung des Motors übertragen wird und das ein elektrisches Signal S_r auf den Summierverstärker 31 rückführt. Die Funktionsgeneratoren können in üblicher Art und Weise, so z.B. mit Dioden-Netzwerken, realisiert sein, ihr Funktionsverlauf
30 ist dabei vorzugsweise über Eingriffe P einstellbar. Es versteht sich jedoch von selbst, dass die ganze Regelungseinrichtung digital, analog oder hybrid aufgebaut sein kann.

Die vorstehend beschriebene erfindungsgemässe Regelungseinrichtung lässt selbstverständlich nur dann die gewünschte optimale Regelwirkung erzielen, wenn sie auch entsprechend den statischen und dynamischen Eigenschaften der Regelstrecke eingestellt wird. Die Grundwerte der Reglerparameter entsprechend Vollast bei $\beta = 1$ sind nach den bekannten Optimierungsregeln der Regeltheorie zu ermitteln. Für die Einstellung der Funktionen an den Funktionsgeneratoren 30, 33, 35 und 37 gemäss Fig. 2 resp. 9, 15, 16 und 17 gemäss Fig. 1 bezüglich der Lastabhängigkeit ihres Ausgangssignals liefert die Regeltheorie jedoch keine Angaben.

Entscheidend ist hier nun die Erkenntnis, dass die statischen und dynamischen Eigenschaften einer gegebenen Regelstrecke der vorliegenden Art praktisch nur vom Lastgrad β abhängen. Daraus ergibt sich, dass die optimalen Reglerparameter ebenfalls nur von β abhängig sind, d.h. in Funktion von β gesteuert werden können. Nun lässt sich im weiteren aufgrund thermodynamischer und strömungstechnischer Ueberlegungen zeigen, dass die Zeitkonstanten T_S der Strecke, welche ihr dynamisches Verhalten kennzeichnen, mit hinreichender Genauigkeit dem Lastgrad β indirekt proportional sind. Die Abhängigkeit der Streckenverstärkung K_S vom Lastgrad, die durch Ventil-, Klappen, Ventilator- und Getriebekennlinien bestimmt wird, lässt sich andererseits nicht allgemein angeben, sondern muss von Fall zu Fall in der Anlage experimentell ermittelt werden.

Aufgrund regeltheoretischer Ueberlegungen ergeben sich damit für die Lastabhängigkeit der Reglereinstellwerte

die folgenden Beziehungen als Grundlage für die Einstellung der Funktionsgeneratoren:

5 Regler-Verstärkung: $K_R(\beta) = \frac{K_O}{K_S(\beta)}$, wobei

K_O = konstant der optimalen Kreisverstärkung entspricht.

10 Regler-Zeitkonstanten: $T_R(\beta) = \frac{T_R \beta}{\beta} = 1$, wobei

T_R allgemein charakteristische Zeitkonstanten am Regler bezeichnet, wie Nachstellzeit T_n oder Vorhaltezeit T_v .

15

Obige Zeitkonstantenbeziehung lässt sich auch sinn-
gemäss für die lastabhängige Anpassung der Filterzeit-
konstanten T_F verwenden.

20

Damit ergeben sich die folgenden Einstellregeln, die durch
die entsprechenden Funktionsgeneratoren zu realisieren sind:

25 Funktionsgenerator 30 resp.15a: $K_R(\beta) = \frac{K_O}{K_S(\beta)}$

Funktionsgenerator 33 resp.15b: $T_n(\beta) = \frac{T_n \beta}{\beta} = 1$

Funktionsgenerator 37 resp.16 : $T_F(\beta) = \frac{T_F \beta}{\beta} = 1$

Die Einstellung des Funktionsgenerators 25 resp. 9 hat aufgrund von Feuerungsoptimierungsversuchen zu erfolgen, die fallweise durchzuführen sind.

- 5 Die Einstellung des Störgrössenaufschaltungs-Funktionsgenerators 35 resp. 17 ergibt sich aus den lastabhängigen Beharrungspositionen des Korrektur-Servomotors 40 resp. 13, die ebenfalls fallweise experimentell bestimmt werden müssen.

10

Bei einer vereinfachten Ausführungsform wird das Uebertragungsverhalten des Filters 10 resp. 26 fest derart eingestellt, dass es bei mittlerem Lastgrad $\bar{\beta}$ gleich demjenigen der Regelstrecke ist.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Regelung des Luftüberschusses an Feuerungen, bei welchem aufgrund der Messung des Luftüberschusses im Rauchgas ein korrigierender Eingriff auf Luftstrom und/oder Brennstoffstrom erfolgt, mit Variation der Proportionalverstärkung des Lastgrades an einer Luftüberschuss-Regel-
5 einrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil von Zeitparametern (T_B , T_n , T_v ; T_F) der Luftüberschuss-Regeleinrichtung automatisch derart dem Lastgrad (β) der Feuerung (1)
10 angepasst wird, dass jederzeit eine mindestens angenähert optimale, auch dynamische, Regelwirkung erzielt wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelwirkung durch eine Aufschaltung des Lastgrades als Störgrösse ergänzt wird (17, 35).
- 20 3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man den Luftüberschuss-Sollwert (w) als Führungsgrösse nach einer vorgebbaren Funktion (9, 15) automatisch vom Lastgrad (β) abhängig steuert.
- 25 4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass man den Luftüberschuss-Sollwert (w) als Führungsgrösse einem Regler (11, 28) über ein dem dynamischen Verhalten der Regelstrecke (1, 1a, 2, 3) angepasstes,
30 vorzugsweise automatisch anpassbares Signalfilter (10, 26) zuführt.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass man die Pro-
portionalverstärkung (K_R) der Regeleinrichtung (11,
28) automatisch so verstellt, dass die Proportional-
5 verstärkung des offenen Regelkreises (K_O) lastunab-
hängig konstant bleibt.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens
10 einen Regler-Zeitkennwert (T_R) automatisch so ver-
stellt, dass das Produkt aus Lastgrad (β) und Zeit-
kennwert (T_R) konstant, d.h. lastunabhängig bleibt.
7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
15 dass man mindestens einen Zeitkennwert (T_F) des
Signalfilters (10, 26) derart verstellt, dass das
Produkt aus Lastgrad (β) und Zeitkennwert (T_F)
konstant, d.h. lastunabhängig bleibt.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
dass man das Uebertragungsverhalten ($G(p)$) des
Signalfilters (10, 26) mindestens angenähert
gleich dem Uebertragungsverhalten der Regelstrecke
bei einem mittleren Lastgrad ($\bar{\beta}$) wählt.
- 25 9. Regeleinrichtung zur Ausführung des Verfahrens
nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor-
gesehen sind:
- 30 - ein erster Eingang (E_β) für ein lastgradabhängi-
ges Signal (β),

- ein zweiter Eingang (E_x) für ein luftüberschuss-abhängiges Signal (x),

- ein Regler (11, 28),

5

wobei der erste Eingang (E_β) zusammen mit dem zweiten (E_x) mit einer Differenzeinheit (24) wirkverbunden ist, der erste (E_β) andererseits auf mindestens einen, mindestens einen Zeit-Parameter des Reglers (11, 28) beeinflussenden Adaptionseingang (A_T) am Regler wirkt.

10

10. Regeleinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Eingang (E_β) mindestens auf einen Adaptionseingang (E_T) zur Beeinflussung einer Reglerzeitkonstanten (T_R) wirkt.

15

11. Regeleinrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Eingang (E_β) über mindestens einen Funktionsgenerator (15a, b, 30, 33) mit vorzugsweise einstellbarem (P) Funktionsverlauf ($A_K = A_K(\beta, P_{15a})$; $A_T = A_T(\beta, P_{15b}) \dots$) mit dem Adaptionseingang am Regler (11, 28) verbunden ist.

20

12. Regeleinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Eingang (E_β) über einen Funktionsgenerator (9, 25) mit vorzugsweise einstellbarem (P_9, P_{25}) Funktionsverlauf ($w = w(\beta, P_9)$; $w = w(\beta, P_{25})$) mit der Differenzeinheit (in 11, 24) verbunden ist.

30

13. Regeleinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Eingang (E_β) über ein Filter (10, 26) mit der Differenzeinheit (24) wirkverbunden ist, wobei vorzugsweise besagter Eingang (E_β) über mindestens einen Funktionsgenerator (16, 37) auf mindestens einen Adaptionseingang (E_{TF}) am Filter (10, 26) wirkt, zur Verstellung mindestens eines Filterparameters (T_F), wobei der Funktionsverlauf ($A_{TF}=A_{TF}(\beta, P_{16})$), vorzugsweise einstellbar (P_{16}, P_{37}) ist.
14. Regeleinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Eingang (E_β) vorzugsweise über einen Funktionsgenerator (17, 35) mit vorzugsweise einstellbarem (P_{17}, P_{35}) Funktionsverlauf ($A_{17}=A_{17}(\beta, P_{17}); A_{35}=A_{35}(\beta, P_{35})$) mit einer Ueberlagerungseinheit (12, 31) am Ausgang des Reglers (11, 28) wirkverbunden ist.

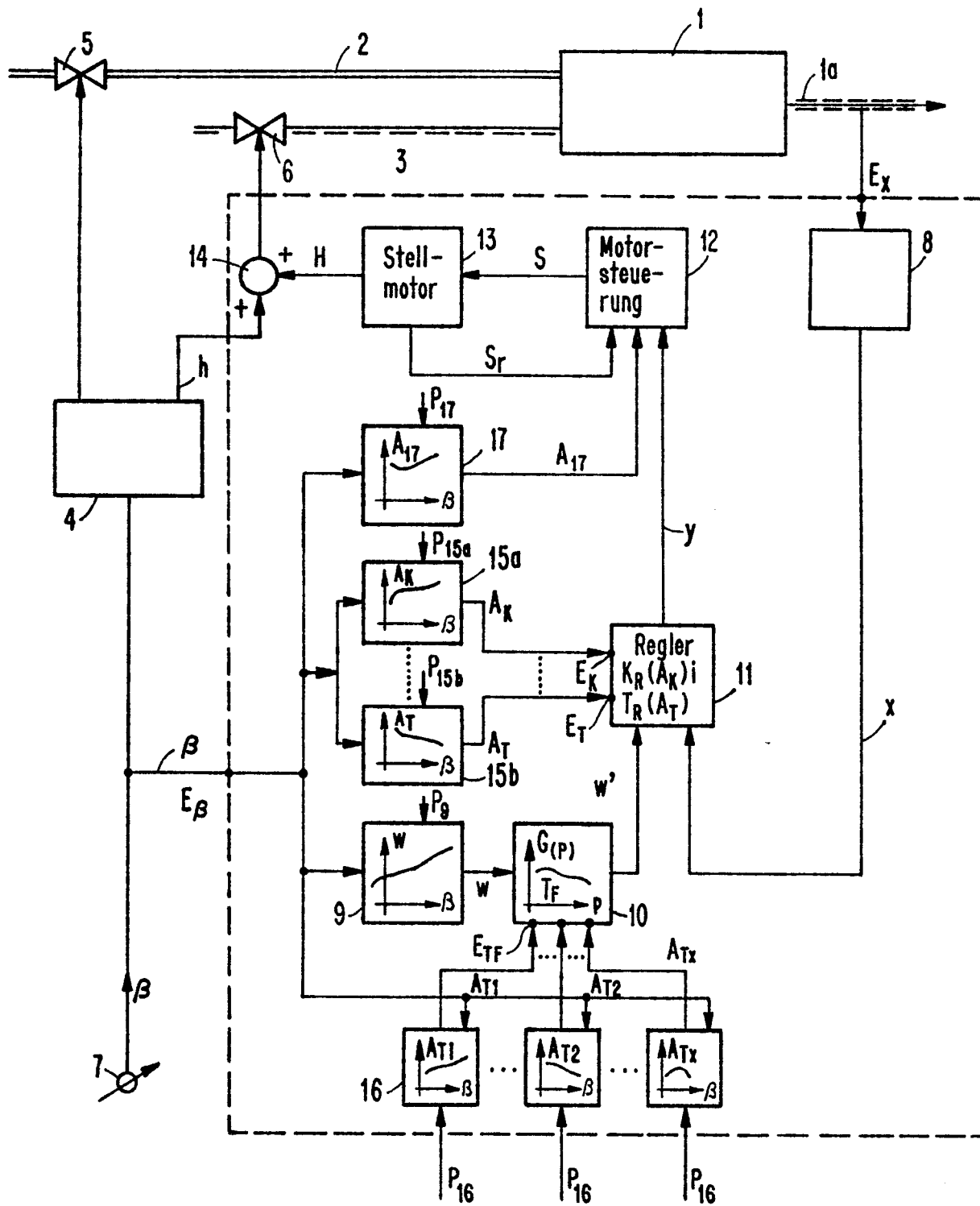


Fig. 1

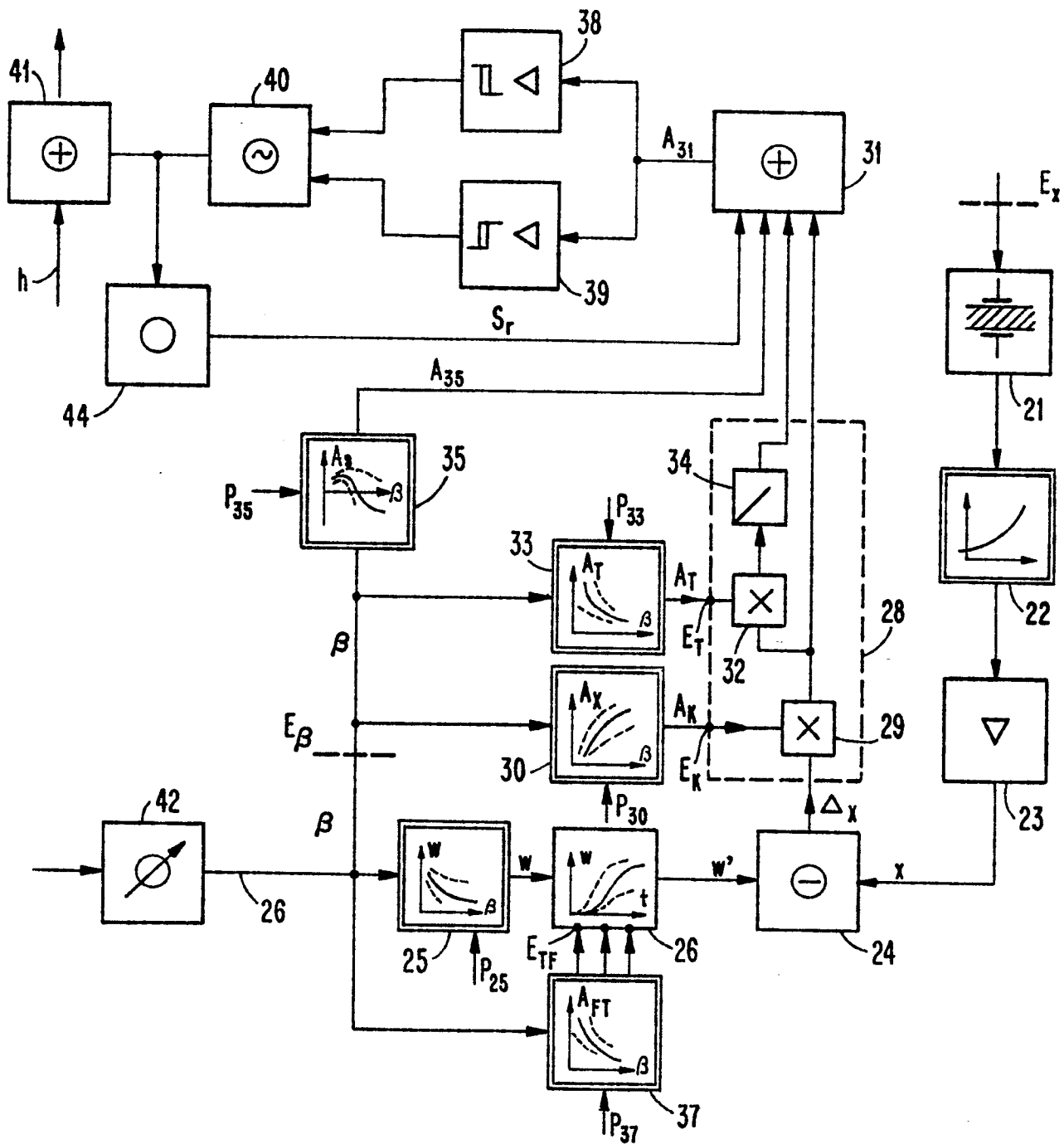


Fig. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 83100320.7
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. *)
A	AT - B - 300 963 (CESKOSLOVENSKA AKADEMIE VED) * Seite 8, Zeile 23 - Seite 9, Zeile 13; Fig. 1 * --	1,9,10	F 23 N 5/20
A	DE - A1 - 3 005 103 (MEYL) * Seite 10, Zeile 1 - Seite 12, Zeile 26; Fig. 3-5 * --	1,9	
A	AT - B - 280 430 (SIEMENS) * Seite 3, Zeilen 33-55 * --	1,11-14	
D,A	DE - A1 - 2 753 520 (SAACKE) --		
D,A	DE - A1 - 1 526 277 (WESTINGHOUSE) --		
A	US - A - 4 162 889 (SHIGEMURA) ----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 20-05-1983	Prüfer TSCHÖLLITSCH
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet * : 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			