

(19)



(11)

EP 1 489 355 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.09.2009 Patentblatt 2009/38

(51) Int Cl.:
F23G 5/50^(2006.01) F23N 1/08^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04013325.8**

(22) Anmeldetag: **05.06.2004**

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Regeln der Feuerleistung von Verbrennungsanlagen

Method and Apparatus for Controlling the Heat Output of Incinerators

Procédé et appareil pour réguler la puissance thermique d'un incinérateur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

- **Zwiellehner, Martin H. Dipl.-Ing.**
4614 Marchtrenk (AT)
- **Kern, Lothar**
84051 Essenbach (DE)

(30) Priorität: **18.06.2003 DE 10327471**

(74) Vertreter: **Müller & Schubert**
Patentanwälte
Innere Wiener Straße 13
81667 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.12.2004 Patentblatt 2004/52

(73) Patentinhaber: **SAR Elektronik GmbH**
84130 Dingolfing (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 661 500 EP-A- 0 696 708
EP-A- 0 718 553 DE-A- 4 220 149
US-A- 4 838 183

(72) Erfinder:
• **Maurer, Michael, Dr.**
84180 Loiching (DE)

EP 1 489 355 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Regeln der Feuerleistung von Verbrennungsanlagen.

[0002] Ein derartiges Verfahren und eine Vorrichtung ist aus der DE OS 198 20 038 A1 bekannt. Diese Schrift schlägt vor, dass zur Regelung der Feuerleistung in Anpassung an die Dampfleistungsanforderungen eine Beeinflussung der Schür- und Fortbewegung des Brenngutes in Abhängigkeit der Verbrennungsluftdurchlässigkeit von Feuerungsrost und Brennbett erfolgt, um mit den Problemen unterschiedlicher Brennbethöhen fertig zu werden. Aus dieser Schrift ist es somit bekannt, die Aufgabenmenge des Brenngutes in Abhängigkeit der Verbrennungsluftdurchlässigkeit von Feuerungsrost und Brennbett zu beeinflussen.

[0003] Die DE OS 39 04 272 A1 befasst sich mit einer Verbesserung des Verbrennungsvorganges auf dem Rost und schlägt zu diesem Zweck eine Detektoreinrichtung in Form von mehreren Thermographie- bzw. Infrarot- Kameras vor, welche die der Gutbetttemperatur entsprechende Strahlung einzelner Rostzonen erfasst und den einzelnen Rostzonen getrennt verstellbare Stelleinrichtungen für die Zufuhr von Primärluft und/ oder für die Geschwindigkeit des Brennstoffes im Gutbett durch einzelne Rostzonen zugeordnet sind. Aus dieser Schrift bekannt ist somit die Regelung bzw. Steuerung der einzelnen Rostzonen im Hinblick auf Primärluftzufuhr und/ oder für die Geschwindigkeit in Abhängigkeit von gemessenen Rostzonen Temperaturen.

[0004] Aus der DE OS 42 20 149 A1 ist schließlich bekannt, den Verbrennungsvorgang mittels einer sogenannten Fuzzy-Logik zu optimieren. Hierbei werden Messwerte von den einzelnen Zonen erfasst und die den einzelnen Zonen zugeordneten Teilströmen in Abhängigkeit von einer flächenmäßigen Verteilung der erfassten Messwerte einzeln nach der Fuzzy-Logik geregelt. Insbesondere wird die Transportgeschwindigkeit des Brennstoffes in den Zonen nach der Fuzzy-Logik geregelt. Auch aus dieser Druckschrift ist es somit unter anderem bekannt, die von den einzelnen Zonen ausgehende Strahlung zu erfassen, und die Verbrennung in Abhängigkeit von der flächenmäßigen Verteilung der Strahlung zu regeln.

[0005] EP 0 661 500 A offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Regeln der Feuerleistung bei denen Brenngut am Anfang eines Feuerungsrostes aufgegeben, auf diesem einer Schür- und Fortbewegung unterworfen und am Ende des Feuerungsrostes, die anfallende Schlacke ausgetragen wird, wobei die Regelung der Feuerleistung in Abhängigkeit von Regelgrößen erfolgt. Als Regelgrößen werden Sauerstoffgehalt und/oder CO-Gehalt im Abgas, Feuerraumtemperatur, Brennbethöhe, und/oder Staubkonzentration verwendet. Als Stellgröße dienen u.a. die Primärluftmenge, die Rostgeschwindigkeit, die Schürgeschwindigkeit und die Sekundärluftmenge. Eine Radareinrichtung erlaubt eine dreidimensionale Erfassung der Brennstoffverteilung auf dem Feuerungsrost. Zusätzlich gibt eine Infrarotkamera Auskunft über das Abbrandverhalten des Brennstoffs auf dem Feuerungsrost.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Feuerführung bei Verbrennungsanlagen, insbesondere Feststoffverbrennungsanlagen so zu optimieren, dass die Entstehung von Schadstoffen innerhalb des Verbrennungsprozesses reduziert oder verhindert wird, wobei die Verbrennungsbedingungen im Feuerraum kontinuierlich so angepasst werden sollen, dass feuerungsabhängige Emissionsfrachten beeinflusst werden können. Ein wesentliches Ziel der Feuerleistungsregelung ist neben optimalen Primärmaßnahmen zur Emissionsminderung eine maximale, möglichst konstante Energieumsetzung.

[0007] Diese Aufgabe wird durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren und die im Anspruch 11 angegebene Vorrichtung gelöst.

[0008] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. der Vorrichtung zum Regeln der Feuerleistung von Verbrennungsanlagen, insbesondere Feststoffverbrennungsanlagen, bei dem Brenngut am Anfang eines Feuerungsrostes aufgegeben, auf diesem einer Schür- und Fortbewegung unterworfen und am Ende des Feuerungsrostes die anfallende Schlacke ausgetragen wird, ist vorgesehen, dass die Regelung der Feuerleistung im Hinblick auf eine möglichst Konstanthaltung der produzierten Dampfmenge einerseits und im Hinblick auf eine möglichst geringe Emission von Schadstoffen andererseits, sowie einer möglichst kesselschonenden bzw. Korrosion der Kesselrohre vorbeugenden Betriebsweise in Abhängigkeit von wenigstens drei gemessenen oder aus Messwerten abgeleiteten Regelgrößen A, B, und C erfolgt, wobei die Regelgröße A aus der gemessenen Dampfmenge abgeleitet ist, die Regelgröße B wenigstens einen Gastyp der emittierten Stoffe direkt oder indirekt wiedergibt, und die Regelgröße C aus wenigstens einer dem Brennbett oder dem Feuerraum zugeordneten Temperatur und/oder Heizwert des Brenngutes abgeleitet ist, und die Regelung der Stellgrößen in Abhängigkeit der wenigstens drei gemessenen bzw. aus Messungen abgeleiteten Regelgrößen in einer vorbestimmten, variabel einstellbaren Gewichtung dieser Regelgrößen erfolgt.

[0009] Dem Prinzip der Erfindung folgend ist hierbei insbesondere vorgesehen, dass die Regelgröße B den Sauerstoffanteil der emittierten Stoffe direkt oder indirekt wiedergibt. Die Messung des Sauerstoffanteiles O_2 im Rauchgas der Verbrennungsanlage erfolgt mittels einem an einer geeigneten Stelle vorzugsweise im Gaszug der Verbrennungsanlage installierten Gasetektor, mit welchem neben anderen Gastypen der Sauerstoffanteil O_2 des Rauchgases gemessen und als Regelgröße weiterverarbeitet werden kann. Da die Gesamtluftmenge lastabhängig konstant gehalten wird, ist bei konstanter Wärmeentbindung und gleichbleibender Brennstoffzusammensetzung der mittlere Sauerstoff-

gehalt des Rauchgases konstant. Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt nun die Erkenntnis zugrunde, dass das dem Sauerstoffgehalt des Rauchgases entsprechende O_2 -Signal am schnellsten auf eine Änderung der Feuerintensität reagiert. Der Sauerstoffgehalt O_2 im Rauchgas ist umgekehrt proportional zum Frischdampf-Massenstrom und kann somit als Frühindikator für ein sich änderndes Dampfsignal verwendet werden.

5 **[0010]** Die Leistungs- und Sauerstoffregler wirken also sowohl auf die Beschickung wie auch auf alle Rostzonen. Wichtig ist hierbei, dass der Sauerstoffregler negativ gewichtet ist. Dies rührt daher, dass sich ein O_2 -Soll- und Istwert gegenläufig - also umgekehrt proportional zueinander verhalten. Ein zu geringer O_2 -Gehalt, also Istwert < Sollwert, lässt auf eine zu hohe bzw. steigende Dampfmenge schließen. Wäre der Regler positiv gewichtet, würde er in diesem Fall den Rost und die Beschickung schneller machen, was aber bei einer ohnehin zu hohen bzw. steigenden Dampfmenge falsch wäre. Aus diesem Grund ist der O_2 -Regler negativ gewichtet, also wird bei zu kleinem O_2 -Wert der Rost und die Beschickung (falls gewichtet) verlangsamt.

10 **[0011]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Regelgröße C aus der Feuerlage und/oder der Feuerlänge des Brennbettes ermittelt wird, wobei die Feuerlage aus einer oder mehreren gemessenen Temperaturen am Rostanfang bzw. Temperaturen in der Nachbrennkammer abgeleitet wird, und die Feuerlänge aus einer oder mehreren gemessenen Temperaturen am ausgangsseitigen Ende des Feuerungsrostes abgeleitet wird. Aus Versuchen ist hervorgegangen, dass sich auch die Feuerraumtemperaturen aufgrund ihrer kurzen Totzeit als Ersatz- bzw. Zusatzmessgrößen für das Dampfsignal eignen. Um einen repräsentativen Wert zu erhalten, kann der Mittelwert aus mehreren Temperaturen gebildet und zur Regelung herangezogen werden. Dieser Temperaturmittelwert erlaubt somit als Ersatzmessgröße THu einen Rückschluss auf den Brennstoffheizwert Hu . Ist diese Temperatur besonders

15 niedrig, so wandert die Feuerlage x in Richtung Schlackeabwurf, wie dies insbesondere in Fig. 2 näher dargestellt ist. Ein Pyrometer über der Ausbrandzone misst indirekt die Schlackentemperatur. Sinkende Temperaturen weisen auf eine Verkürzung des Feuerherdes auf dem Rost hin, steigende Temperaturen auf eine Verlängerung. Der entsprechend gemessene Temperaturwert kann somit auch als Ersatzmessgröße T_1 für die Feuerlänge l verwendet werden. Es ist nun in Weiterbildung der Erfindung vorteilhaft, durch eine Variation der Transportgeschwindigkeiten des Rostes auf die

20 Feuerlage x sowie auf die Feuerlänge l Einfluss nehmen zu können. Hierbei kann die Regelung der Beschickungs- und Transportgeschwindigkeiten vollständig automatisiert werden. Neben dem Leistungsregler der Stellgröße y_F und dem O_2 -Regler mit der Stellgröße y_{O_2} ermöglicht die Erfindung darüber hinaus auch einen "Heizwertregler" mit der Stellgröße y_{Hu} und einen "Feuerlagereger" mit der Stellgröße y_l .

25 **[0012]** Die zu regelnden Stellgrößen der Verbrennungsanlage umfassen folgende Größen:

- 30 die Beschickungsgeschwindigkeit, d.h. Geschwindigkeit, mit welcher der Brennstoff von der Beschickereinrichtung auf den Feuerungsrost aufgegeben wird,
- die Rost-Transportgeschwindigkeit, d.h. Geschwindigkeit, mit welcher das Brenngut über den Verbrennungsrost gefördert wird,
- 35 die Rost-Schürgeschwindigkeit, d.h. Geschwindigkeit, mit welcher das Brenngut in den einzelnen Rostzonen geschürt wird, die an der jeweiligen Rostzone beaufschlagte Primärluftmenge, die im vorderen und hinteren Bereich des Feuerraumes vorherrschende Sekundärluftmenge,
- die im mittleren Bereich des Feuerraumes - soweit physikalisch vorhanden - vorherrschende Tertiärluftmenge, sowie die Primärlufttemperatur, d.h. Temperatur im Feuerraum.

40 **[0013]** Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht auch darin, dass die Feuerleistungsregelung für unterschiedliche Brennstoffarten eingestellt werden kann, wobei für jede Brennstoffart ein eigener Parametersatz für die Feuerleistungsregelung vorgesehen ist, wobei das Verfahren zur Feuerleistungsregelung während des Betriebes der Verbrennungsanlage auf andere Brennstoffarten umschaltbar ist bzw. umgeschaltet werden kann.

45 **[0014]** In einer besonders vorteilhaften und daher bevorzugten Ausbildung der Erfindung erfolgt die Gewichtung der Regelgrößen im Verhältnis zu den Stellgrößen in der Form von Gewichtungsfaktoren, die in ihrer Quantität insbesondere nach der in der Figur 3 dargestellten Gewichtungsmatrix vorliegen. Zahlenmäßig dargestellt haben diese Gewichtungsfaktoren zum Beispiel folgende, jeweils auf einen Normwert von 10 bezogene Werte:

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

	Beschickungsgeschwindigkeit	Transportgeschwindigkeit	Schürgeschwindigkeit	Luftmengen u. -verteilung	Primärlufttemperatur
Dampfmenge \dot{m}_D	9 - 10	9 - 10	0	9 - 10	0
Sauerstoff O_2	7 - 9	7 - 9	9 - 10	5 - 7	0
Feuerlage T_{Hu}	0	2 - 4	0	4 - 6	9 - 10
Feuerlänge T_I	0	7 - 9	0	3 - 5	0

[0015] Die angegebenen Zahlenwerte sind ungefähre Anhaltswerte und können insbesondere in Abhängigkeit des verwendeten Anlagentyps variieren.

[0016] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist eine vierte Regelgröße D vorgesehen, welche von der Schichtdicke und/oder der Luftdurchlässigkeit des auf dem Feuerungsrost befindlichem Brenngutes abgeleitet ist. Die Messung der Regelgröße D erfolgt vorzugsweise durch einen Druckfühler. Durch eine Messung der Regelgröße D im Primärluftkanal kann der Druck gemessen werden, welcher der Primärluft durch das auf dem Rost liegende Brenngut entgegengesetzt wird. Dadurch kann man Rückschlüsse ziehen, welche Art von Material sich auf dem Rost befindet (nasser, schwerer Müll = hohe Primärluftpressung, Sperrmüll = geringe Primärluftpressung) und/oder in welcher Schichtdicke dies vorliegt. Somit kann man z.B. auch detektieren, ob es auf Seiten der Beschickung eine Vestopfung oder ähnliche Störungen gibt, und entsprechend darauf reagieren.

[0017] Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit der zeichnerischen Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Verbrennungsanlage und anhand von Betriebsergebnissen in Zusammenhang mit dieser Verbrennungsanlage näher erläutert. Es zeigt:

FIG. 1 eine schematisierte Schnittansicht der Verbrennungsanlage mit Darstellung der Stell- und Regelgrößen der Rostfeuerung;

FIG. 2 einen Längsschnitt durch eine schematisch dargestellte Verbrennungsanlage;

FIG. 3 eine schematische Darstellung des Feuerraumes mit drei unterschiedlichen Temperaturverteilungen;

FIG. 4 eine schematische Gewichtungsmatrix zur Darstellung eines Regelschemas in Abhängigkeit der Stell- und Regelgrößen der Verbrennungsanlage;

FIG. 5 Regelungsablauf unter Berücksichtigung der lastabhängigen Luftmengen und Primärluftverteilung sowie der gesteuerten Luftmengenverteilung; und

FIG. 6 eine schematische Darstellung des Verfahrens- und Regelungsablaufes unter Berücksichtigung der lastabhängigen Transportgeschwindigkeiten und Korrektur und Anpassung der Transportgeschwindigkeiten.

[0019] Die in FIG. 1 und 2 schematisch dargestellte Verbrennungsanlage umfasst einen Feuerungsrost 1, eine Beschickeinrichtung 2, einen Feuerraum 3 mit anschließendem Gaszug 4, an den sich weitere Gaszüge und der Verbrennungsanlage nachgeschaltete Aggregate, insbesondere Dampferzeugungs- und Abgasreinigungsanlagen anschließen, die hier nicht näher dargestellt und erläutert sind.

[0020] Der Feuerungsrost 1 umfasst einzeln angetriebene Roststufen 5. Besagter Antrieb gestattet es, sowohl die Transport- bzw. Fördergeschwindigkeit wie auch die Schürgeschwindigkeit einzustellen. Der Feuerungsrost hat neben dem Transport des Brennstoffes 16 auch die Funktion, das Brenngut zu schüren. Unterhalb des Feuerungsrostes sind sowohl in Längsrichtung als auch in Querrichtung unterteilte Unterwindkammern 7.1 bis 7.5 vorgesehen, die getrennt über Einzelleitungen 8.1 bis 8.5 mit Primärluft L_p beaufschlagt werden. Am Ende des Feuerungsrostes 1 wird die ausgebrannte Schlacke in einen Schlackenfallschacht 10 ausgetragen, von wo aus die Schlacke in einen nicht dargestellten Entschlacker fällt.

[0021] Die Beschickeinrichtung 2 umfasst einen Aufgabetrichter 11, eine Aufgabeschurre 12, einen Aufgabetrichter 13 und einen oder mehrere nebeneinander und / oder übereinander liegende, gegebenenfalls unabhängig voneinander regelbare Beschickkolben 14, die den in der Aufgabeschurre 12 herabrutschenden Müll über eine Beschickkante 15 des Aufgabetrichters 13 in den Feuerraum 3 auf den Feuerungsrost 1 schieben.

[0022] Über die Beschickung wird der Brennstoff von der unteren Mündung des Aufgabetrichters 11 gleichmäßig auf die gesamte Rostbreite aufgegeben. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Anlage mit einer diskontinuierlichen Beschickung mit einem viergeteilten Dosierstößel (links oben, rechts oben, links unten, rechts unten). Durch einen langsamen Vorwärtshub und einen schnellen Rückhub kann der Feuerungsrost 1 quasi kontinuierlich beschickt werden.

[0023] Der auf den Feuerungsrost 1 aufgebrachte Brennstoff 16 wird durch die aus der Unterwindzone 7.1 kommende Luft vorgetrocknet und durch die im Feuerraum 3 herrschende Strahlung erwärmt und gezündet. Im Bereich der Unterwindzonen 7.2 und 7.3 ist die Hauptbrandzone, während im Bereich der Unterwindzonen 7.4 und 7.5 die sich bildende Schlacke ausbrennt und dann in den Schlackenfallschacht 10 gelangt.

[0024] In schematischer Form sind verschiedene Stelleinrichtungen in FIG. 1 und 2 angedeutet, die zur Regelung verschiedener Einflussgrößen oder Vorrichtungen dienen, um die gewünschte Regelung der Feuerleistung durchführen

zu können. Dabei sind die Stelleinrichtungen für die Beeinflussung der Transport- und SchürGESchwindigkeiten wsn mit 21, für die Ein- und Ausschaltfrequenz bzw. für die Geschwindigkeiten w_B der Beschickkolben mit 23, und für die Primärluftmengen L_{Pn} mit 24 bezeichnet, die in der Lage ist, jeder einzelnen Unterwindkammer 7 die geforderten Primärluftmengen L_{Pn} zuzuführen.

5 **[0025]** Zur Ermittlung der gewünschten Regelgröße, die in erster Annäherung der freien Luftaustrittsfläche durch den Rostbelag und das Brennbett entspricht, sind in jeder Luftzuführungsleitung 8 eine Luftmengenmesseinrichtung 18 und in den Unterwindkammern 7.1 und 7.2 ein Temperaturfühler 17 sowie in der Unterwindkammer 7.1 ein Druckfühler 19 vorgesehen, während in Feuerraum 3 zwei weitere Temperaturfühler 20a und 20b angeordnet sind, um die Temperaturen an zwei unterschiedlichen Stellen im Feuerraum 3 messen zu können.

10 **[0026]** Nachfolgend wird unter zusätzlicher Bezugnahme auf die Figuren 3 bis 6 das erfindungsgemäße Verfahren erläutert, welches sich dadurch auszeichnet, dass die Regelung der Feuerleistung in Abhängigkeit von wenigstens drei gemessenen oder aus Messwerten abgeleiteten Regelgrößen A, B, und C erfolgt, wobei die Regelgröße A aus der gemessenen Dampfmenge abgeleitet ist, die Regelgröße B wenigstens einen Gastyp der emittierten Stoffe direkt oder indirekt wiedergibt, und die Regelgröße C aus wenigstens einer dem Brennbett oder dem Feuerraum zugeordneten
15 Temperatur und/oder Heizwert des Brenngutes abgeleitet ist, und die Regelung der Stellgrößen in Abhängigkeit der wenigstens drei gemessenen bzw. aus Messungen abgeleiteten Regelgrößen in einer vorbestimmten, variabel einstellbaren Gewichtung dieser Regelgrößen erfolgt.

20 **[0027]** Ein Ziel einer optimalen Feuerführung ist es, die Entstehung von Schadstoffen innerhalb des Verbrennungsprozesses zu reduzieren oder zu verhindern. Dazu werden die Verbrennungsbedingungen im Feuerraum kontinuierlich so angepasst, dass feuerungsabhängige Emissionsfrachten beeinflusst werden können. Diesen Maßnahmen kommt eine besondere Bedeutung zu, da sie die Schadstoffe nicht verlagern, sondern deren Bildung tatsächlich reduzieren oder verhindern können. Es handelt sich hier also um dynamische Maßnahmen, die regelungstechnisch in den Verbrennungsprozess eingreifen. Diese Maßnahmen werden unter dem Begriff Feuerleistungsregelung zusammengefasst. Der entsprechend historisch geprägte Begriff ist aber insoweit irreführend, weil mit der Feuerleistungsregelung eigentlich
25 nicht nur die Feuerleistung, also die Dampfproduktion, geregelt wird, sondern parallel dazu und sogar vordergründig die feuerungsabhängigen Schadstoffe minimiert werden. Ein weiteres wesentliches Ziel der sogenannten Feuerleistungsregelung ist neben optimalen Primärmaßnahmen zur Emissionsminderung auch eine maximale, möglichst konstante Energieumsetzung. Die üblicherweise herrschende Regelphilosophie besteht hierbei in einer Fixierung auf eine garantierte Nenndampferzeugung, d.h. auf "Strich" fahren der Verbrennungsanlage unter jederzeitiger Einhaltung des
30 eingestellten Sollwertes.

[0028] Für die Grundprinzipien der Erfindung wichtig ist die Messung des Sauerstoffanteiles O_2 im Rauchgas der Verbrennungsanlage. Zu diesem Zweck ist an einer geeigneten Stelle im Gaszug 4 ein Gasdetektor 25 installiert, mit welchem unter anderem der Sauerstoffanteil O_2 des Rauchgases gemessen und als Regelgröße weiterverarbeitet werden kann.

35 **[0029]** Da die Gesamtluftmenge lastabhängig konstant gehalten wird, ist bei konstanter Wärmeentbindung und gleichbleibender Brennstoffzusammensetzung der mittlere Sauerstoffgehalt des Rauchgases konstant. Bei Versuchen hat sich nun herausgestellt, dass das O_2 -Signal am schnellsten auf eine Änderung der Feuerintensität reagiert. Der Sauerstoffgehalt O_2 im Rauchgas ist umgekehrt proportional zum Frischdampf-Massenstrom und kann somit als Frühindikator für ein sich änderndes Dampfsignal verwendet werden.

40 **[0030]** Die Leistungs- und Sauerstoffregler wirken also sowohl auf die Beschickung wie auch auf alle Rostzonen. Wichtig ist hierbei, dass der Sauerstoffregler negativ gewichtet ist. Dies rührt daher, dass sich ein O_2 -Soll- u. Istwert gegenläufig - also umgekehrt proportional zueinander verhalten. Ein zu geringer O_2 -Gehalt, also Istwert < Sollwert, lässt auf einen zu hohe bzw. steigende Dampfmenge schließen. Wäre der Regler positiv gewichtet, würde er in diesem Fall den Rost und die Beschickung schneller machen, was aber bei einer ohnehin zu hohen bzw. steigenden Dampfmenge
45 falsch wäre. Aus diesem Grund ist der O_2 -Regler negativ gewichtet, also wird bei zu kleinem O_2 -Wert der Rost und die Beschickung (falls gewichtet) verlangsamt.

[0031] Mit dem Temperaturfühler 20a wird die Feuerraumtemperatur im Bereich der Nachbrennkammer, und mit dem Temperaturfühler 20b die Feuerraumtemperatur im Bereich des Rostendes in der Ausbranddecke gemessen. Die beiden Temperaturfühler 20a und 20b sind beispielsweise Strahlungspyrometer ("Kameras"), welche an geeigneten Stellen in
50 der Nachbrennkammer bzw. in der Ausbranddecke am Rostende installiert sind. Die beiden Strahlungspyrometer 20a und 20b sollen dazu dienen, um Rückschlüsse auf den Heizwert des gegenwärtigen Brennstoffes ziehen zu können und um gegebenenfalls darauf zu reagieren und geeignete Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

[0032] Aus Versuchen ist hervorgegangen, dass sich auch die Feuerraumtemperaturen aufgrund ihrer kurzen Totzeit als Ersatz- bzw. Zusatzmessgrößen für das Dampfsignal eignen. Um einen repräsentativen Wert zu erhalten, wird der Mittelwert aus beiden Temperaturen gebildet und zur Regelung herangezogen. Dieser Temperaturmittelwert erlaubt
55 somit als Ersatzmessgröße T_{Hu} einen Rückschluss auf den Brennstoffheizwert H_u .

[0033] In der Figur 3 sind diese Verhältnisse anhand dreier schematisch dargestellter Kurvenverläufe 1, 2 und 3 der Brenntemperaturen des Brenngutes in Abhängigkeit der geometrischen Größe x ("Feuerlänge") aufgezeigt. Der Kur-

venverlauf 1 zeigt die normale Temperaturverteilung. Ist der Temperaturmittelwert T_{Hu} niedriger als ein Normalwert, so wandert das Kurvenmaximum der Feuerlage x in Richtung Schlackeabwurf, wie dies in den Kurvenverläufen 2 und 3 in Fig. 3 näher dargestellt ist, wobei der Kurvenverlauf 3 einen besonders niedrigen Temperaturmittelwert T_{Hu} wiedergibt. Das Pyrometer 20b über der Ausbrandzone misst indirekt die Schlackentemperatur. Sinkende Temperaturen T_I weisen auf eine Verkürzung des Feuerherdes auf dem Rost in Richtung Beschickung hin, steigende Temperaturen T_I auf eine Verlängerung der Feuerlänge in Richtung Schlackeabwurf.

[0034] Die Kamera 20b liefert ein Signal, welches somit auch als Ersatzmessgröße T_I für die Feuerlänge l verwendet werden kann. Es erscheint nun sinnvoll, durch eine Variation der Transportgeschwindigkeiten des Rostes auf die Feuerlage x sowie die Feuerlänge l Einfluss nehmen zu können. Hierbei kann die Regelung der Beschickungs- und Transportgeschwindigkeiten vollständig automatisiert werden. Neben dem Leistungsregler der Stellgröße y_F und dem O_2 -Regler mit der Stellgröße Y_{O_2} ermöglicht die Erfindung darüber hinaus auch einen "Heizwertregler" mit der Stellgröße Y_{Hu} und einen "Feuerlagereger" mit der Stellgröße Y_l .

[0035] Anhand der schematischen Darstellungen gemäß FIG. 4, 5 und 6 werden weitere Einzelheiten des erfindungsgemäßen Verfahrens der Feuerleistungsregelung beschrieben, und zwar zeigt Fig. 4 eine schematische Gewichtungsmatrix des Regelschemas in Abhängigkeit der Stell- und Regelgrößen der Verbrennungsanlage mit Gewichtungsfaktoren, und die FIG. 5 und 6 schematisch die Regelungsabläufe, wobei in FIG. 5 die lastabhängigen Luftmengen und die Primärluftverteilung sowie die gesteuerte Luftmengenverteilung, und in FIG. 6 die lastabhängigen Transportgeschwindigkeiten, sowie Korrektur und Anpassung der Transportgeschwindigkeiten berücksichtigt sind.

[0036] Alle gemessenen Größen werden in einer in Fig. 2 zusammenfassend mit dem Bezugszeichen 26 dargestellten Messwerterfassungseinrichtung erfasst, und die Auswertung der gemessenen Daten und die eigentliche Regelung erfolgt mit einer in Fig. 1 zusammenfassend mit dem Bezugszeichen 27 bezeichneten Auswerte- und Regelschaltung. Diese Schaltung 27 steuert unter anderem die in den Fig. 5 und 6 bezeichneten PID-Regler (PID = Proportional-Integral-Differenzial-Regler), und umfasst bzw. steuert weitere elektronische Schaltungskomponenten für den Betrieb der Verbrennungsanlage, die den in den Fig. 5 und 6 dargestellten Größen zugeordnet sind, jedoch im einzelnen nicht näher explizit dargestellt sind. Nach den in den Fig. 5 und 6 dargestellten Ablaufschemata wird unterschieden zwischen einem gesteuerten Betrieb und einem geregelten Betrieb der Verbrennungsanlage, wobei zwischen den beiden Betriebsarten über einen Schalter 28 (Fig. 5 und 6) gewählt werden kann. Beim gesteuerten Betrieb erfolgt keine Regelung der Verbrennungsanlage, diese Betriebsart der zwangsweisen Steuerung kommt nur in Ausnahmefällen zur Anwendung, beispielsweise beim Anfahren der Verbrennungsanlage oder in Störfällen. Es erfolgt jedoch sehr wohl eine lastabhängige automatische Anpassung der Parameter. Die interessantere und die die Erfindung betreffende Betriebsart ist der "geregelte Betrieb".

[0037] Eingangsseitig hat jeder PID-Regler einen Anschluss w für die jeweilige entsprechende Eingangsgröße als Sollwert und einen Anschluss x für den entsprechenden Ist-Wert der Regelgröße, und liefert am Ausgang jeweils einen Stellgrößenwert y an die Auswerte- und Regelschaltung 27. Diese liefert unter Berücksichtigung von Korrekturfaktoren K und vor allem unter Berücksichtigung der nach der Erfindung vorgegebenen Gewichtungsfaktoren G die entsprechenden Steuersignale zur Regelung der Luftmengen \dot{L} (Fig. 5) bzw. der Beschickungs-, Schür- und Transportgeschwindigkeiten \dot{w} (Fig. 6).

[0038] Die in den Figuren (und zugehöriger Beschreibung), insbesondere in den Fig. 5 und 6 bezeichneten Größen haben hierbei folgende Bedeutung:

\dot{W}_B	Beschickungsgeschwindigkeit (Geschwindigkeit, mit welcher der Brennstoff von der Beschickeinrichtung 2 auf den Feuerungsrost 1 aufgegeben wird)
\dot{W}_{Rn}	Rost-Transportgeschwindigkeit (Geschwindigkeit, mit welcher das Brenngut durch die einzelnen Rostzonen R1 - R5 befördert wird)
\dot{w}_{Sn}	Rost-Schürgeschwindigkeit (Geschwindigkeit, mit welcher das Brenngut in den einzelnen Rostzonen R1...R5 geschürt wird)
\dot{L}_{ges}	gesamte Verbrennungsluftmenge
\dot{L}_{Pn}	Primärluftmengen (an der jeweiligen Rostzone R1 ... R5 beaufschlagte Primärluftmenge)
\dot{L}_{Sn}	Sekundärluftmengen (in den vorderen und hinteren Übergang des Feuerraums zur Nachbrennzone eingebrachte Luftmenge)
\dot{L}_T	Tertiärluftmenge (in der linken und rechten Seitenwand des Feuerraumes eingebrachte luftmenge)
T_{PL}	Primärlufttemperatur
T_I	Temperatur Feuerlänge (Temperatur am ausgangsseitigen Ende des Feuerungsrostes)
T_{Hu}	Temperatur Heizwert (Temperatur am beschickungsseitigen Anfang des Verbrennungsrostes)
\dot{m}_D	Dampfmenge (Frischdampf-Massenstrom, Dampfmenge)
$\dot{m}_{D,soll}$	gewählte thermische Last, Solldampfmenge
$\dot{m}_{D,ist}$	Ist-Dampfmenge (gemessen)
O_2	Sauerstoffanteil (Sauerstoffgehalt im Rauchgas)

	$O_{2,soll}$	Soll-Sauerstoffgehalt im Rauchgas
	$O_{2,ist}$	Ist-Sauerstoffgehalt im Rauchgas
	$X_{soll}, Y_{soll}, Z_{soll}$	weitere Sollgrößen
	$X_{ist}, Y_{ist}, Z_{ist}$	weitere Ist-Größen
5	y_F	Stellgröße Festlastregler
	y_{O_2}	Stellgröße Sauerstoffgehalt
	y_X, y_Y, y_Z	Stellgrößen für die Werte X, Y, Z
	G_F	Gewichtungsfaktor Festlast
	G_{O_2}	Gewichtungsfaktor Sauerstoff
10	G_X, G_Y, G_Z	Gewichtungsfaktoren der Größen X, Y, Z
	K_F	Korrekturfaktor Leistung
	K_{O_2}	Korrekturfaktor Sauerstoff
	K_X, K_Y, K_Z	Korrekturfaktoren der weiteren Größen X, Y, Z
	$L_{P(Z1)}$	Mengenstrom Primärluftrostzone 1
15	W_{R1}	Geschwindigkeit Rostzone 1
		usw. entsprechend den verschiedenen Indizes für jede weitere Rostzone 2, 3, 4, und 5.

[0039] Unter Bezugnahme auf Fig. 4 wird das Zusammenspiel von Stell- und Regelgrößen mit unterschiedlichen Gewichtungsfaktoren verdeutlicht. Durch die unterschiedlichen Symbole sollen dabei die verschiedenen Stellgrößen dargestellt sein. Durch die Matrixdarstellung wird verdeutlicht, dass Stell- und Regelgrößen beliebig miteinander verknüpft werden können. Schließlich wird durch die unterschiedliche Größe der Symbole der Gewichtungsfaktor und somit der unterschiedlich parametrisierbare Einfluss von Stell- und Regelgrößen zueinander dargestellt.

[0040] Die Fig.4 soll eine Matrix mit zonen- und reglerabhängigen Einzelgewichtungsfaktoren für die Festlast (GF), den Sauerstoffgehalt (GO₂), den Heizwert (GHu) und die Feuerlänge (Gl) verdeutlichen, wobei ein "grosses" Symbol einen Gewichtungsfaktor von 100% bedeutet; befindet sich in einem Schnittpunkt der Stell- und Regelgrößen kein Symbol, so stellt dies einen Gewichtungsfaktor von 0% dar; es gilt also: je grösser das Symbol, desto grösser der Gewichtungsfaktor. Über die Belegung dieser Tabelle kann das gesamte Feuerleistungsregelungskonzept für Beschickungs- und Rostgeschwindigkeiten beeinflusst werden. Eine Gewichtung der gesamten Gl-Zeile (Feuerlänge) mit 0 % schaltet z.B. den Feuerlängenregler komplett aus. Jede beliebige Zahl ungleich 0 % gewichtet den Einfluss für die jeweilige Zone dementsprechend im Bereich von -100 % bis +100 %. Die Luftmengen sowie deren Verteilung und die Transportgeschwindigkeiten werden also von allen vier Reglern beeinflusst, wohingegen die Schürgeschwindigkeit lediglich über den Sauerstoffgehalt verändert wird. Die Beschickungsgeschwindigkeit wird primär über die Dampfmenge gesteuert bzw. geregelt, sekundär über den Sauerstoffgehalt im Rauchgas.

[0041] Eine genaue Betrachtung der Fig. 4 zeigt auch, dass der Heizwert- und Feuerlängenregler für die Beschickung mit 0% gewichtet sind - also haben diese beiden Regler auf die Regelung der Beschickungsgeschwindigkeit keinen Einfluss. Genausowenig haben sie Einfluss auf eine Veränderung der Schürgeschwindigkeit. Eine Veränderung der Primärlufttemperatur kann lediglich der Heizwertregler bewirken, was auch Sinn macht, denn der Zusammenhang zwischen T_{Hu} und Feuerlage konnte bewiesen werden. Weiters gilt der Zusammenhang, dass durch eine erhöhte Primärlufttemperatur T_{PL} einem niedrigeren Heizwert und somit einer niedrigeren T_{Hu} , entgegengewirkt werden kann.

[0042] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist eine vierte Regelgröße D vorgesehen, welche von der Schichtdicke und/oder der Luftdurchlässigkeit des auf dem Feuerungsrost befindlichen Brenngutes abgeleitet ist (Fig. 2 / 16).

[0043] Die Messung der Regelgröße D erfolgt vorzugsweise durch einen in Fig. 2 dargestellten Druckfühler 19. Die Messung der Regelgröße D durch den Druckfühler 19 kann jedoch auch in jeder beliebigen Zone 1-x erfolgen bzw. in jeder Zone 1-x. Durch eine Messung der Regelgröße D im Primärluftkanal kann der Druck gemessen werden, welcher der Primärluft durch das auf dem Rost liegende Brenngut entgegengesetzt wird. Dadurch kann man Rückschlüsse ziehen, welche Art von Material sich auf dem Rost befindet (nasser, schwerer Müll = hohe Primärluftpressung, Sperrmüll = geringe Primärluftpressung) und/oder in welcher Schichtdicke dies vorliegt. Somit kann man z.B. auch detektieren, ob es auf Seiten der Beschickung eine Vestopfung oder ähnliche Störungen gibt, und entsprechend darauf reagieren.

Bezugszeichenliste

[0044]

55	1	Feuerungsrost
	2	Beschickeeinrichtung
	3	Feuerraum
	4	Gaszug

5	Roststufen
6	Antrieb
7	Unterwindkammern
8	Einzelleitungen
5	9 Schlackenwalze
10	10 Schlackenfallschacht
11	11 Aufgabetrichter
12	12 Aufgabeschurre
13	13 Aufgabetisch
10	14 Beschickkolben
15	15 Beschickkante
16	16 Brennstoff
17	17 Temperaturfühler
18	18 Luftmengenmesseinrichtung
15	19 Druckfühler
20a, 20b	20a, 20b Temperaturfühler
21	21 Stelleinrichtung Schürgeschwindigkeit
22	22 Stelleinrichtung Drehzahl der Schlackenwalze
23	23 Stelleinrichtung Ein- und Ausschaltfrequenz
20	24 Stelleinrichtung Primärluftmenge
25	25 Gasetektor
26	26 Messwerterfassungseinrichtung
27	27 Auswerte- und Regelschaltung
28	28 Schalter

Formelzeichen

[0045]

30	\dot{w}_B	Beschickungsgeschwindigkeit
	\dot{w}_{Rn}	Rost-Transportgeschwindigkeit
	\dot{w}_{Sn}	Rost-Schürgeschwindigkeit
	L_{ges}	gesamte Verbrennungsluftmenge
	L_{Pn}	Primärluftmengen
35	L_{Sn}	Sekundärluftmengen
	L_T	Tertiärluftmenge
	TPL	Primärlufttemperatur
	TI	Temperatur Feuerlänge
	T_{Hu}	Feuerlage (Temperaturmittelwert)
40	\dot{m}_D	Dampfmenge
	O_2	Sauerstoffgehalt im Rauchgas

Patentansprüche

45

1. Verfahren zum Regeln der Feuerleistung im Hinblick auf eine möglichst Konstanthaltung der produzierten Dampfmenge einerseits und im Hinblick auf eine möglichst geringe Emission von Schadstoffen andererseits, sowie einer möglichst kesselschonenden bzw. Korrosion der Kesselrohre vorbeugenden Betriebsweise von Verbrennungsanlagen, insbesondere Feststoffverbrennungsanlagen, bei dem Brenngut (16) am Anfang eines Feuerungsrostes (1) aufgegeben, auf diesem einer Schür- und Fortbewegung unterworfen und am Ende des Feuerungsrostes (1) die anfallende Schlacke ausgetragen wird,

50

in welchem Verfahren die Regelung der Feuerleistung in Abhängigkeit von wenigstens drei gemessenen oder aus Messwerten abgeleiteten Regelgrößen A, B, und C erfolgt, wobei die Regelgröße A aus der gemessenen Dampfmenge $\dot{m}_{D,ist}$ abgeleitet ist, die Regelgröße B wenigstens einen Gastyp der emittierten Stoffe direkt oder indirekt wiedergibt, und die Regelgröße C aus wenigstens einer dem Brennbett oder dem Feuerraum (3) zugeordneten Temperatur und/oder Heizwert des Brenngutes (16) abgeleitet ist, und die Regelung der Stellgrößen in Abhängigkeit

55

der wenigstens drei gemessenen bzw. aus Messungen abgeleiteten Regelgrößen in einer vorbestimmten, variabel einstellbaren Gewichtung dieser Regelgrößen erfolgt.

EP 1 489 355 B1

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelgröße B den Sauerstoffanteil der emittierten Stoffe direkt oder indirekt wiedergibt.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelgröße C aus der Feuerlage und/oder der Feuerlänge des Brennbettes ermittelt wird, wobei die Feuerlage aus einer oder mehreren gemessenen Temperaturen am Rostanfang bzw. Temperaturen in der Nachbrennkammer abgeleitet wird, und die Feuerlänge aus einer oder mehreren gemessenen Temperaturen am ausgangsseitigen Ende des Feuerungsrostes (1) abgeleitet wird.
- 10 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Regelgröße C entsprechenden Temperaturmesswerte mittels Strahlungspyrometer gemessen werden.
- 15 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zu regelnden Stellgrößen der Verbrennungsanlage die Beschickungsgeschwindigkeit \dot{w}_B , d.h. Geschwindigkeit, mit welcher der Brennstoff (16) von der Beschiekeinrichtung (2) auf den Feuerungsrost (1) aufgegeben wird, die Rost-Transportgeschwindigkeit \dot{w}_{RN} , d.h. Geschwindigkeit, mit welcher das Brenngut (16) über den Verbrennungsrost gefördert wird, die Rost-Schürgeschwindigkeit \dot{w}_{SN} , d.h. Geschwindigkeit, mit welcher das Brenngut (16) in den einzelnen Rostzonen geschürt wird, die an der jeweiligen Rostzone beaufschlagte Primärluftmenge L_{Pn} , die in den vorderen und hinteren Übergang des Feuerraums (3) zur Nachbrennzona (4) eingebrachte Sekundärluftmenge L_{Sn} , die in der linken und rechten Seitenwand des Feuerraumes (3) eingebrachte Tertiärluftmenge L_T , und die Primärlufttemperatur TPL aufweist.
- 20 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtung der Regelgrößen im Verhältnis zu den Stellgrößen in der Form von in einer Gewichtungsmatrix vorbestimmten Gewichtungsfaktoren dargestellt wird, wobei die Gewichtungsfaktoren in ihrer Quantität insbesondere nach der in der Figur 3 dargestellten Gewichtungsmatrix vorliegen.
- 25 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtungsfaktoren der Gewichtungsmatrix folgende auf einen Normwert von 10 bezogene Werte besitzen:
- 30

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

	Beschickungs- geschwindigkeit	Transport- geschwindigkeit	Schürgeschwin- digkeit	Luftmengen u. -verteilung	Primärlufttemperatur
Dampfmenge \dot{m}_D	9 - 10	9 - 10	0	9 - 10	0
Sauerstoff O_2	7 - 9	7 - 9	9 - 10	5 - 7	0
Feuerlage T_{HU}	0	2 - 4	0	4 - 6	9 - 10
Feuerlänge TI	0	7 - 9	0	3 - 5	0

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feuerleistungsregelung für unterschiedliche Brennstoffarten eingestellt wird, wobei für jede Brennstoffart ein eigener Parametersatz für die Feuerleistungsregelung vorgesehen ist, wobei das Verfahren zur Feuerleistungsregelung während des Betriebes der Verbrennungsanlage auf andere Brennstoffarten umschaltbar ist bzw. umgeschaltet werden kann.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelung der Luftmengen und Luftverteilung in der Verbrennungsanlage vollständig getrennt erfolgt von der Regelung der Beschleunigungs- und Transportgeschwindigkeiten des Brenngutes.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** neben den drei Regelgrößen A, B und C weitere Regelgrößen D, E, F, ... vorgesehen sind, wobei alle Regelgrößen beliebig miteinander kombinierbar sind, wobei insbesondere eine vierte Regelgröße D vorgesehen ist, welche von der Schichtdicke und/oder der Luftdurchlässigkeit des auf dem Feuerungsrost befindlichem Brenngutes abgeleitet ist, wobei die vierte Regelgröße D Rückschlüsse auf die Art und/oder der Schichtdicke des Materiales erlaubt, welches sich auf dem Rost befindet.
11. Vorrichtung zur Regelung der Feuerleistung von Verbrennungsanlagen, insbesondere Feststoffverbrennungsanlagen, bei welcher Brenngut (16) am Anfang eines Feuerungsrostes (1) aufgegeben, auf diesem einer Schür- und Fortbewegung unterworfen und am Ende des Feuerungsrostes (1) die anfallende Schlacke ausgetragen wird, die Vorrichtung aufweisend,
 eine Dampfmesseinrichtung zur Messung der produzierten Dampfmenge $\dot{m}_{D,ist}$, wobei aus der gemessenen Dampfmenge $\dot{m}_{D,ist}$ eine Regelgröße A abgeleitet wird,
 eine Gasdetektoreinrichtung zur Bestimmung des Gastyps der emittierten Stoffe, wobei aus der Gastypbestimmung eine Regelgröße B abgeleitet wird, welche wenigstens einen Gastyp der emittierten Stoffe direkt oder indirekt wiedergibt,
 eine Temperaturmesseinrichtung, die eine Regelgröße C liefert, welche aus wenigstens einer dem Brennbett oder dem Feuerraum zugeordneten Temperatur und/oder Heizwert des Brenngutes (16) abgeleitet wird, und
 eine der Dampfmesseinrichtung, der Gasdetektoreinrichtung und der Temperaturmesseinrichtung zugeordnete Regelungseinrichtung, welche eine Regelung der Feuerleistung im Hinblick auf eine mögliche Konstanzhaltung der produzierten Dampfmenge $\dot{m}_{D,ist}$ einerseits und im Hinblick auf eine möglichst geringe Emission von Schadstoffen andererseits, sowie einer möglichst kesselschonenden bzw. Korrosion der Kesselrohre vorbeugenden Betriebsweise in Abhängigkeit der wenigstens drei gemessenen oder aus Messwerten abgeleiteten Regelgrößen A, B, und C steuert, wobei die Steuerung der Stellgrößen in Abhängigkeit der wenigstens drei gemessenen bzw. aus Messungen abgeleiteten Regelgrößen in einer vorbestimmten, variabel einstellbaren Gewichtung dieser Regelgrößen erfolgt.

Claims

1. Method for controlling the heat output of incinerators, particularly incinerators for solids, with a view to keeping the quantity of steam produced as constant as possible, on the one hand, and with a view to minimising the emission of noxious substances, on the other hand, and a mode of operating said incinerators, which as far as possible avoids damage to the boiler and obviates corrosion of the boiler pipes, wherein material for incineration (16) is fed in at the start of an incineration grate (1), is subjected to a riddling and advancing movement thereon and at the end of the incineration grate (1) the cinder produced is discharged, wherein, in this method, the controlling of the heat output is carried out as a function of at least three regulated variables A, B and C which have been measured or derived from measured values, the regulated variable A being derived from the measured amount of steam $\dot{m}_{D,actual}$, the regulated variable B directly or indirectly indicating at least one type of gas in the emissions, and the regulated variable C being derived from at least one temperature and/or calorific value of the material for incineration (16) associated with the firebed or combustion chamber (3), and the regulation of the control variables being carried out as a function of the at least three regulated variables which have been measured or derived from measured values, in a predetermined, variably adjustable weighting of these regulated variables.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the regulated variable B directly or indirectly indicates the oxygen content of the emissions.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the regulated variable C is determined from the position of the fire and/or the length of the fire in the firebed, the position of the fire being derived from one or more temperatures

measured at the start of the grate or temperatures in the after-burning chamber, and the length of the fire being derived from one or more measured temperatures at the output end of the incineration grate (1).

- 5 4. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the temperature measurements corresponding to the regulated variable C are measured by means of radiation pyrometers.
- 10 5. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the control variables of the incineration plant that are to be regulated are the charging speed \dot{W}_B , i.e. the speed at which the fuel (16) is supplied from the charging device (2) onto the incineration grate (1), the grate transporting speed \dot{W}_{RN} , i.e. the speed at which the incineration material (16) is conveyed over the incineration grate, the grate riddling speed \dot{W}_{SN} , i.e. the speed at which the material for incineration (16) is riddled in the individual zones of the grate, the quantity of primary air \dot{L}_{PN} which is acted upon at the respective grate zone, the quantity of secondary air \dot{L}_{SN} introduced into the front and rear transitions of the combustion chamber (3) into the afterburning zone (4), the quantity of tertiary air \dot{L}_T introduced in the left and right side walls of the combustion chamber (3), and the primary air temperature TPL.
- 15 6. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the weighting of the regulated variables is shown in relation to the control variables in the form of weighting factors predetermined in a weighting matrix, the weighting factors being present in a quantity that accords, in particular, with the weighting matrix shown in Figure 3.
- 20 7. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the weighting factors of the weighting matrix have the following values, based on a standard value of 10:

25

	charging speed	transporting speed	riddling speed	air quantity and distribution	primary air temperature
quantity of steam \dot{m}_D	9 - 10	9 - 10	0	9 - 10	0
30 oxygen O ₂	7 - 9	7-9	9-10	5-7	0
position of fire T_{Hu}	0	2 - 4	0	4 - 6	9 - 10
length of fire T1	0	7 - 9	0	3 - 5	0

- 35 8. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the control of the heat output is adjusted for different types of fuel, each type of fuel having its own set of parameters for regulating the heat output, the method for controlling the heat output being capable of being switched over to other types of fuel during the operation of the incineration plant.
- 40 9. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the quantities of air and the distribution of air in the incineration plant are controlled completely separately from the speeds of charging and transporting the material for incineration.
- 45 10. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** in addition to the three regulated variables A, B and C, other regulated variables D, E, F, ... are provided, all the regulated variables being adapted to be combined with one another in any combination, while in particular a fourth regulated variable D is provided which is derived from the layer thickness and/or the air permeability of the material for incineration located on the incineration grate, the fourth regulated variable D allowing conclusions to be drawn as to the nature and/or layer thickness of the material that is on the grate.
- 50 11. Apparatus for controlling the heat output of incinerators, particular incinerators for solids, in which material for incineration (16) is supplied at the start of an incineration grate (1), is subjected thereon to a riddling and advancing movement and at the end of the incineration grate (1) the cinder produced is discharged, the apparatus comprising a steam measuring device for measuring the amount of steam produced $\dot{m}_{D,actual}$, a regulated variable A being derived from the amount of steam produced $\dot{m}_{D,actual}$, a gas detector device for determining the type of gas in the emissions, a regulated variable B being derived from the determination of the type of gas, which directly or indirectly indicates at least a type of gas in the emissions,
- 55

a temperature measuring device that supplies a regulated variable C which is derived from at least one temperature associated with the firebed or the combustion chamber and/or calorific value of the material for incineration (16), and a regulating device associated with the steam measuring device, the gas detector device and the temperature measuring device, which controls the heat output with a view to keeping the amount of steam produced $\dot{m}_{D,actual}$ as constant as possible, on the one hand, and with a view to minimising the emission of noxious substances, on the other hand, and controlling the mode of operation so as to avoid damage to the boiler as far as possible and obviate corrosion of the boiler pipes, as a function of the at least three regulated variables A, B and C which have been measured or derived from measured values, the regulation of the control variables being carried out as a function of the at least three regulated variables which have been measured or derived from measured values, in a predetermined, variably adjustable weighting of these regulated variables.

Revendications

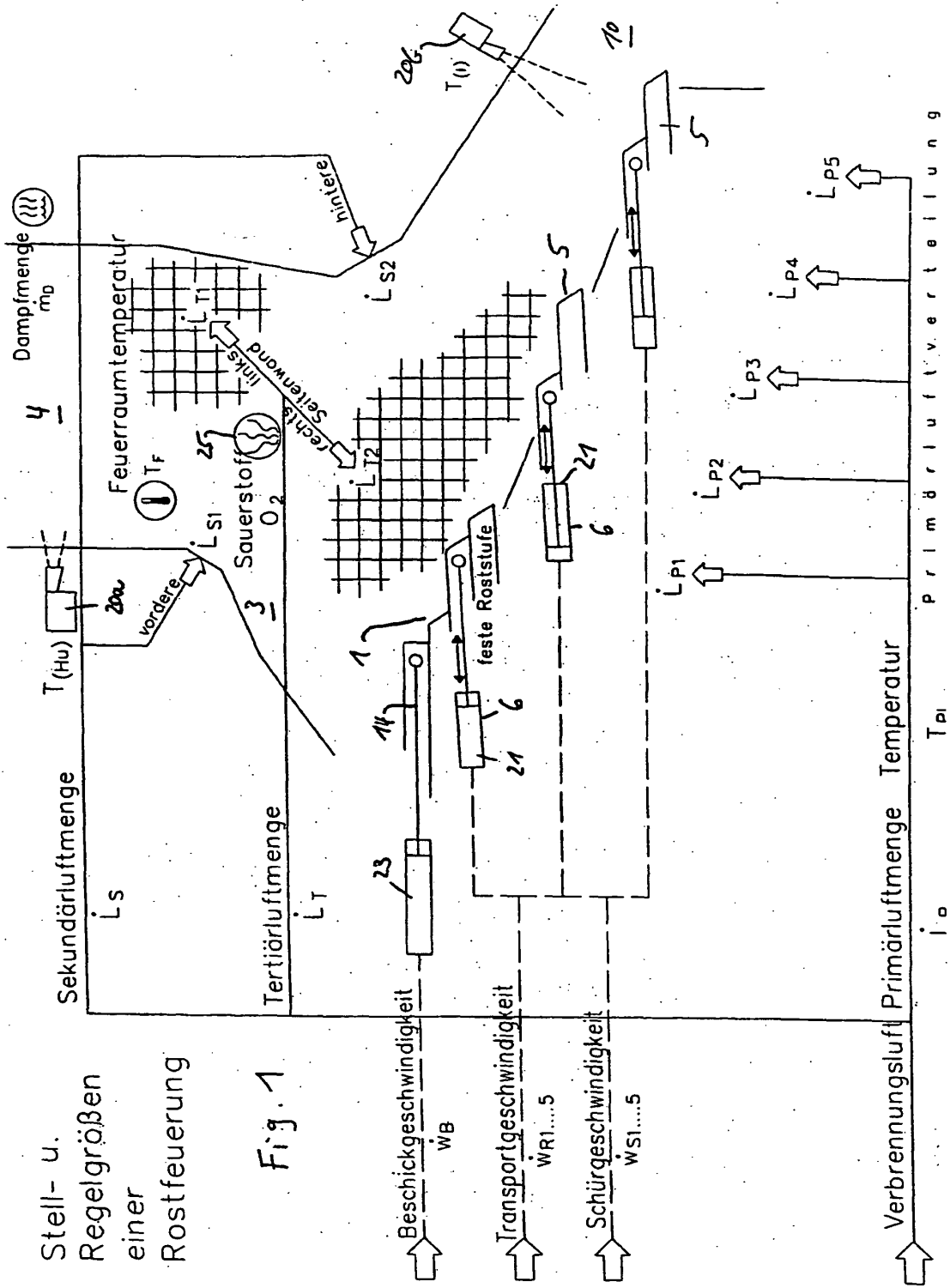
1. Procédé de réglage de la puissance thermique en vue de maintenir aussi constante que possible la quantité de vapeur produite d'une part et en vue d'une émission aussi faible que possible de substances toxiques d'autre part, ainsi que d'un fonctionnement d'unité d'incinération et en particulier d'unités d'incinération de substances solides préservant autant que possible la chaudière ou prévenant la corrosion des tuyaux de chaudière, au cours duquel de la matière à brûler (16) est apportée au début d'une grille de combustion (1), attisée et transportée sur celle-ci et où au bout de la grille de combustion (1), la crasse est évacuée, dans lequel le réglage de la puissance thermique se fait en fonction d'au moins trois valeurs contrôles mesurées ou dérivées de valeurs de mesure A, B et C, sachant que la valeur contrôle A est dérivée de la quantité de vapeur \dot{m}_{Dist} mesurée, que la valeur contrôle B restitue directement ou indirectement au moins un type de gaz des substances émises et que la valeur contrôle C est dérivée d'au moins une des températures et/ou valeurs thermique de la matière à brûler (16) affectées au lit de combustion ou à la chambre de combustion (3) et que le réglage des valeurs de réglage se fait en fonction d'au moins les trois valeurs contrôle mesurées ou dérivées des mesures, dans une pondération réglable prédéfinie, variable de ces valeurs contrôle.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la valeur contrôle B restitue directement ou indirectement la teneur en oxygène des substances émises.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la valeur contrôle C est obtenue à partir de la position de feu et/ou de la longueur de feu du lit de combustion, sachant que la position de feu est dérivée d'une ou plusieurs températures mesurée au début de la grille ou de températures mesurées dans la chambre de postcombustion et que la longueur de feu est dérivée d'une ou plusieurs températures mesurées à l'extrémité de sortie de la grille de combustion (1).
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les valeurs de mesure de températures correspondant à la valeur contrôle C sont mesurées à l'aide de pyromètres optique.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les valeurs de réglages de l'unité d'incinération devant être réglées présentent la vitesse d'alimentation \dot{W}_B , c'est-à-dire la vitesse à laquelle le combustible (16) est transportée du dispositif d'alimentation (2) à la grille de combustion (1), la vitesse de transport de la grille \dot{W}_{RN} , c'est-à-dire la vitesse à laquelle la matière à brûler (16) se déplace sur la grille de combustion, la vitesse d'attisement de la grille \dot{W}_{SN} , c'est-à-dire la vitesse à laquelle la matière à brûler (16) est attisée dans chacune des zones de la grille, la quantité d'air primaire envoyée L_{PN} , la quantité d'air secondaire \dot{L}_{SN} apportée dans la transition avant et arrière de la chambre de combustion (3) avec la zone de postcombustion (4), la quantité d'air tertiaire \dot{L}_T apportée dans la paroi droite et gauche de la chambre de combustion (3) et la température d'air primaire TPL.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pondération des valeurs contrôle en proportion des valeurs de réglage est représentée sous forme de facteurs de pondération prédéterminés dans une matrice de pondération, sachant que dans leur quantité, les facteurs de pondération existent en particulier selon la matrice de pondération représentée dans la figure 3.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les facteurs de pondération de la matrice de pondération possèdent les valeurs basées sur une valeur normalisée de 10 suivante :

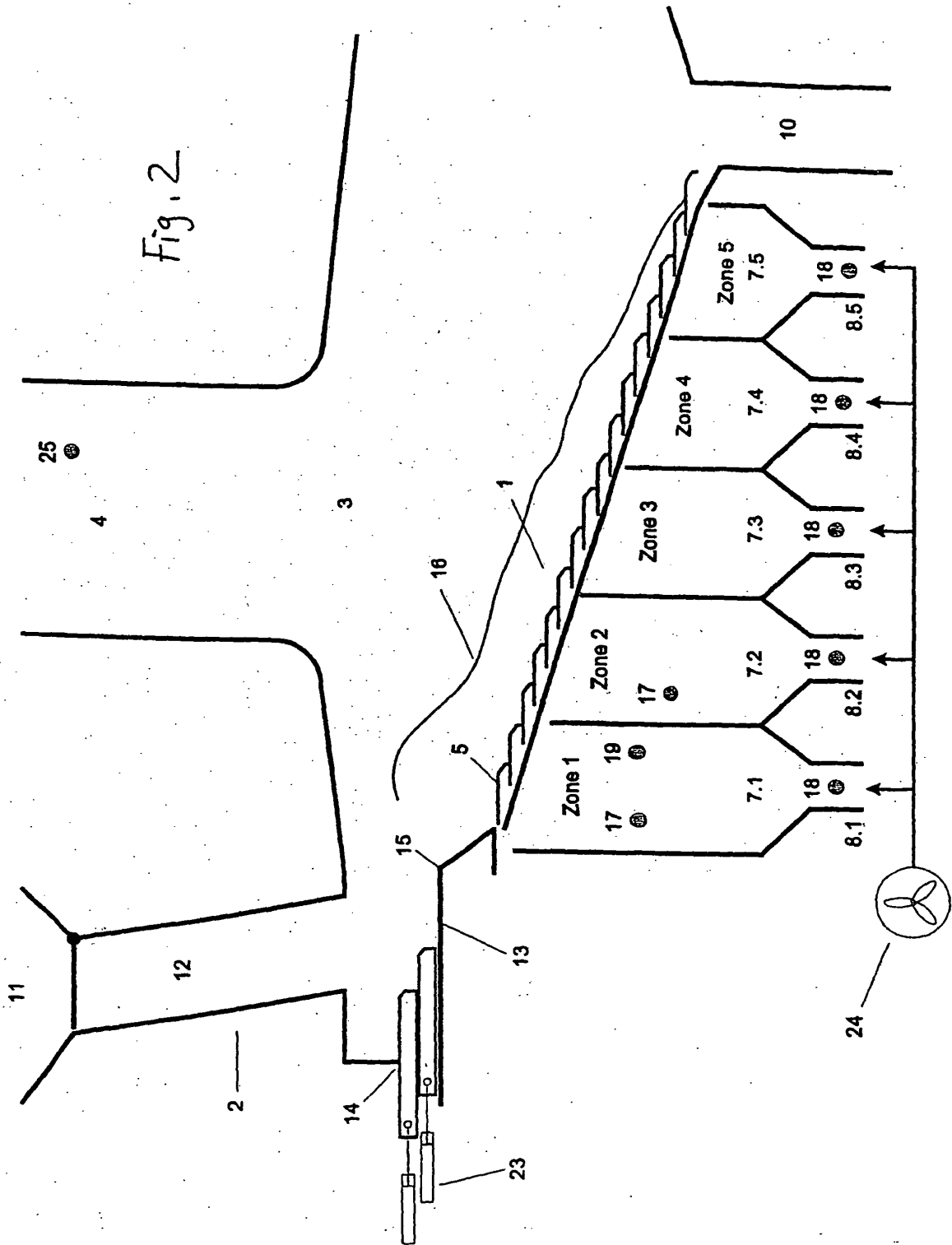
	Vitesse d'alimentation	Vitesse de transport	Vitesse d'attisement	Répartition de la quantité d'air	Température de l'air primaire
Quantité de vapeur m_D	9 - 10	9 - 10	0	9 - 10	0
Oxygène O_2	7-9	7-9	9-10	5-7	0
Position de feu T_{Bu}	0	2 - 4	0	4 - 6	9 - 10
Longueur de feu TI	0	7 - 9	0	3 - 5	0

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage de la puissance thermique est adapté aux différents types de combustibles, sachant que pour chaque type de combustible un groupe de paramètres propre est prévu pour le réglage de la puissance thermique, sachant que le procédé de réglage de la puissance thermique commute ou peut être commuté pendant le fonctionnement de l'unité d'incinération sur d'autres types de combustibles.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage de la quantité d'air et de la répartition d'air dans l'unité d'incinération se fait entièrement séparément du réglage de la vitesse d'alimentation et de transport de la matière à brûler.
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au-delà des trois valeurs contrôle A, B et C, sont aussi prévues d'autres valeurs contrôle D, E, F..., sachant que toutes les valeurs contrôle peuvent être combinées librement et de façon quelconque, sachant qu'en particulier une quatrième valeur contrôle D est prévue, laquelle est dérivée de l'épaisseur de la couche et/ou de la perméabilité à l'air de la matière à brûler se trouvant sur la grille de combustion, sachant que la quatrième valeur contrôle D permet de déduire le type et/ou l'épaisseur de la couche de matière se trouvant sur la grille.
11. Dispositif de réglage de la puissance thermique d'unité d'incinération, en particulier d'unité d'incinération de substances solides, dans lequel une matière à brûler (16) est amenée au début d'une grille de combustion (1), attisée et transportée sur celle-ci et où au bout de la grille de combustion (1), la crasse est évacuée, le dispositif présentant un dispositif de mesure de la vapeur servant à mesurer la quantité de vapeur produite \dot{m}_{Dist} , sachant que de la quantité de vapeur mesurée \dot{m}_{Dist} est dérivée une valeur contrôle A, un dispositif de détection des gaz servant à déterminer le type de gaz des substances émises, sachant qu'à partir de la définition du type de gaz est dérivée une valeur contrôle B, laquelle restitue directement ou indirectement au moins un type de gaz des substances émises, un dispositif de mesure de la température livrant une valeur contrôle C, laquelle est dérivée d'au moins une température et/ou valeur thermique de la matière à brûler (16) affectée au lit de combustion ou à la chambre de combustion, et un dispositif de réglage affecté au dispositif de mesure de la vapeur, au dispositif de détection des gaz et au dispositif de mesure de la température, lequel commande le réglage de la puissance thermique en vue de maintenir aussi constante que possible la quantité de vapeur produite \dot{m}_{Dist} d'une part et en vue d'une émission aussi faible que possible de substances toxiques d'autre part, ainsi que d'un fonctionnement préservant autant que possible la chaudière ou prévenant la corrosion des tuyaux de chaudière, en fonction d'au moins les trois valeurs contrôles A, B et C mesurées ou dérivées de valeurs de mesure, sachant que la commande des valeurs de réglage se fait en fonction d'au moins les trois valeurs contrôle mesurées ou dérivées de mesures, dans une pondération prédéterminée, réglable et variable de ces valeurs contrôle.

Stell- u.
 Regelgrößen
 einer
 Rostfeuerung

Fig. 1





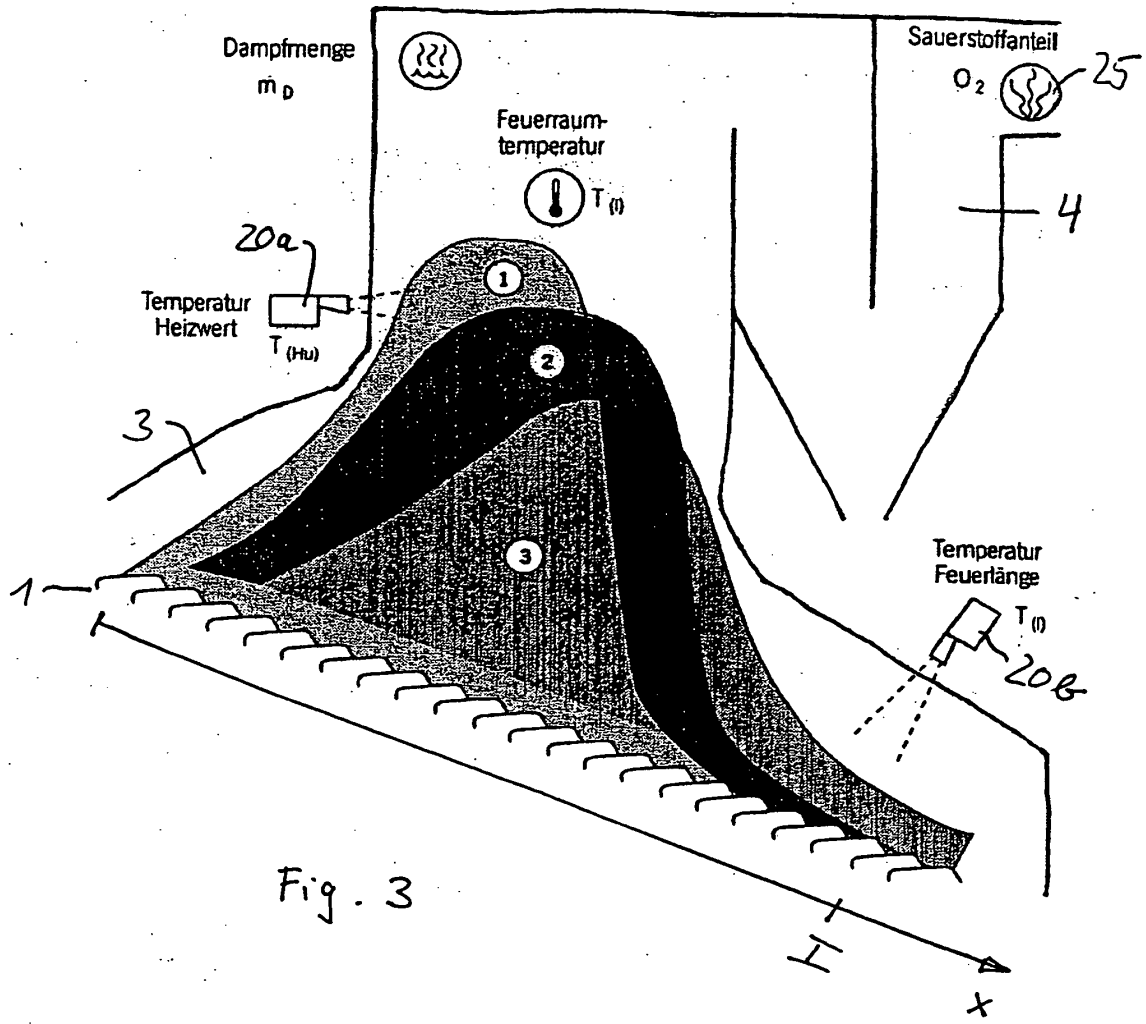
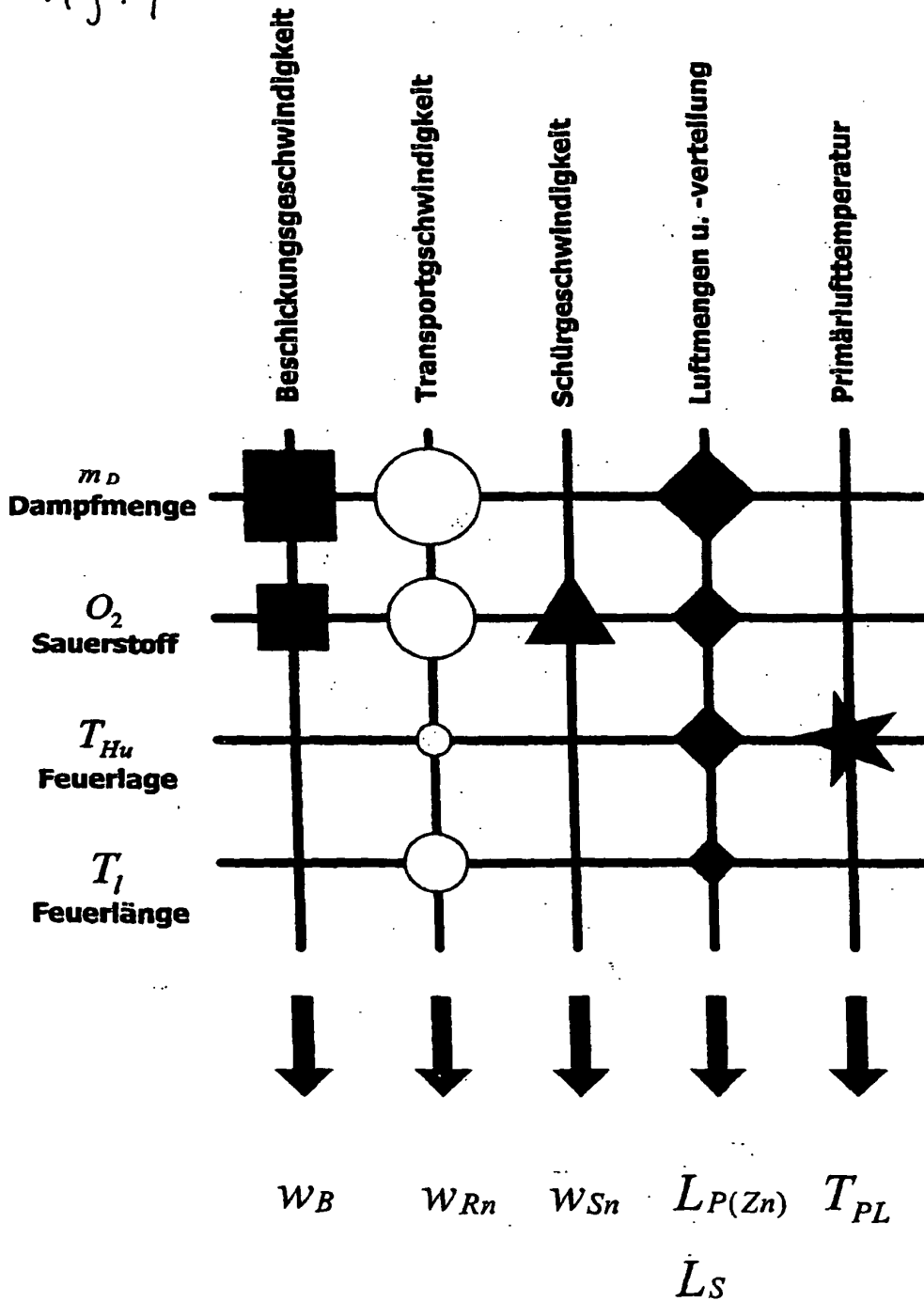


Fig. 3

Gewichtungsmatrix

Fig. 4



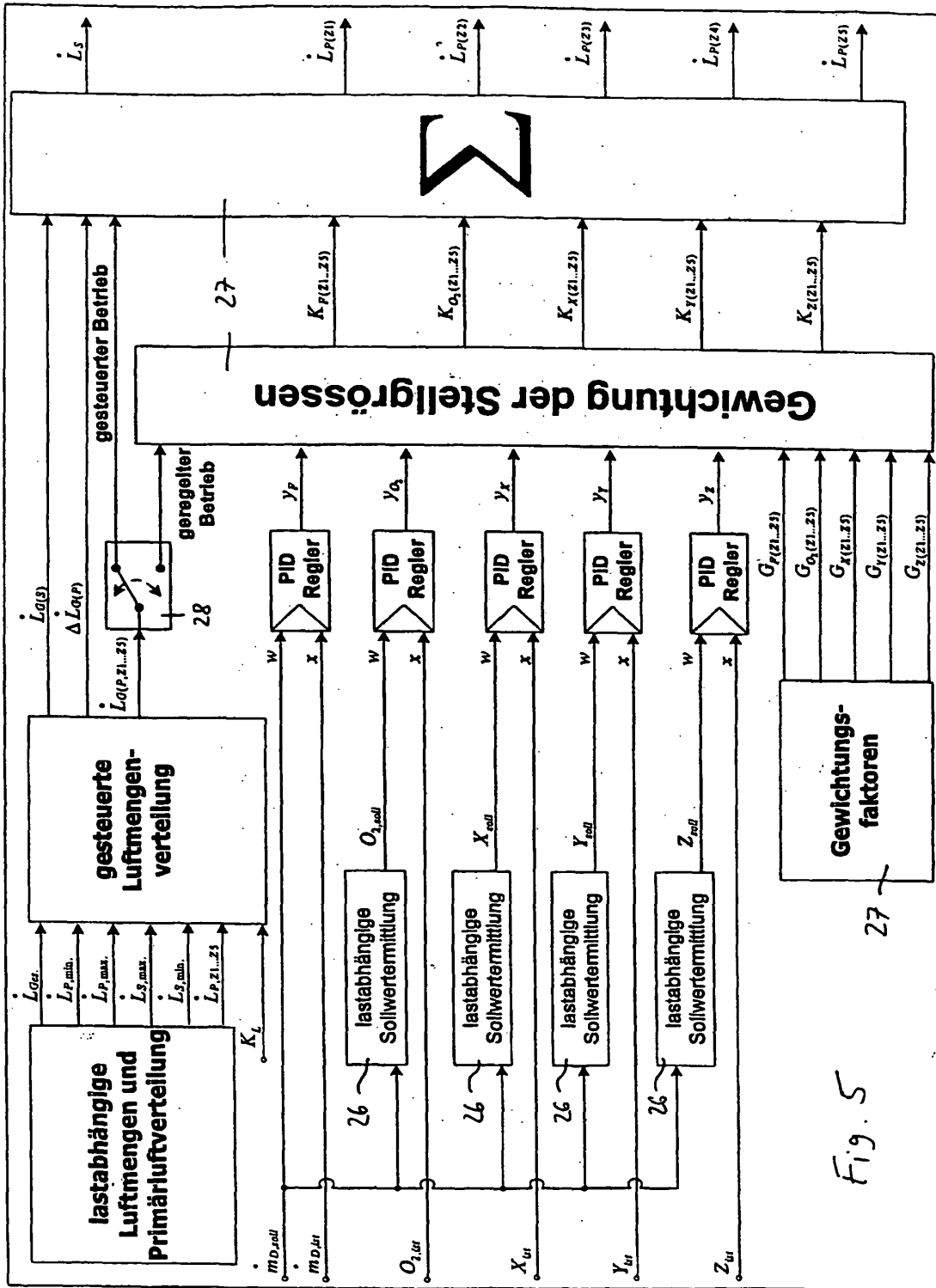


Fig. 5

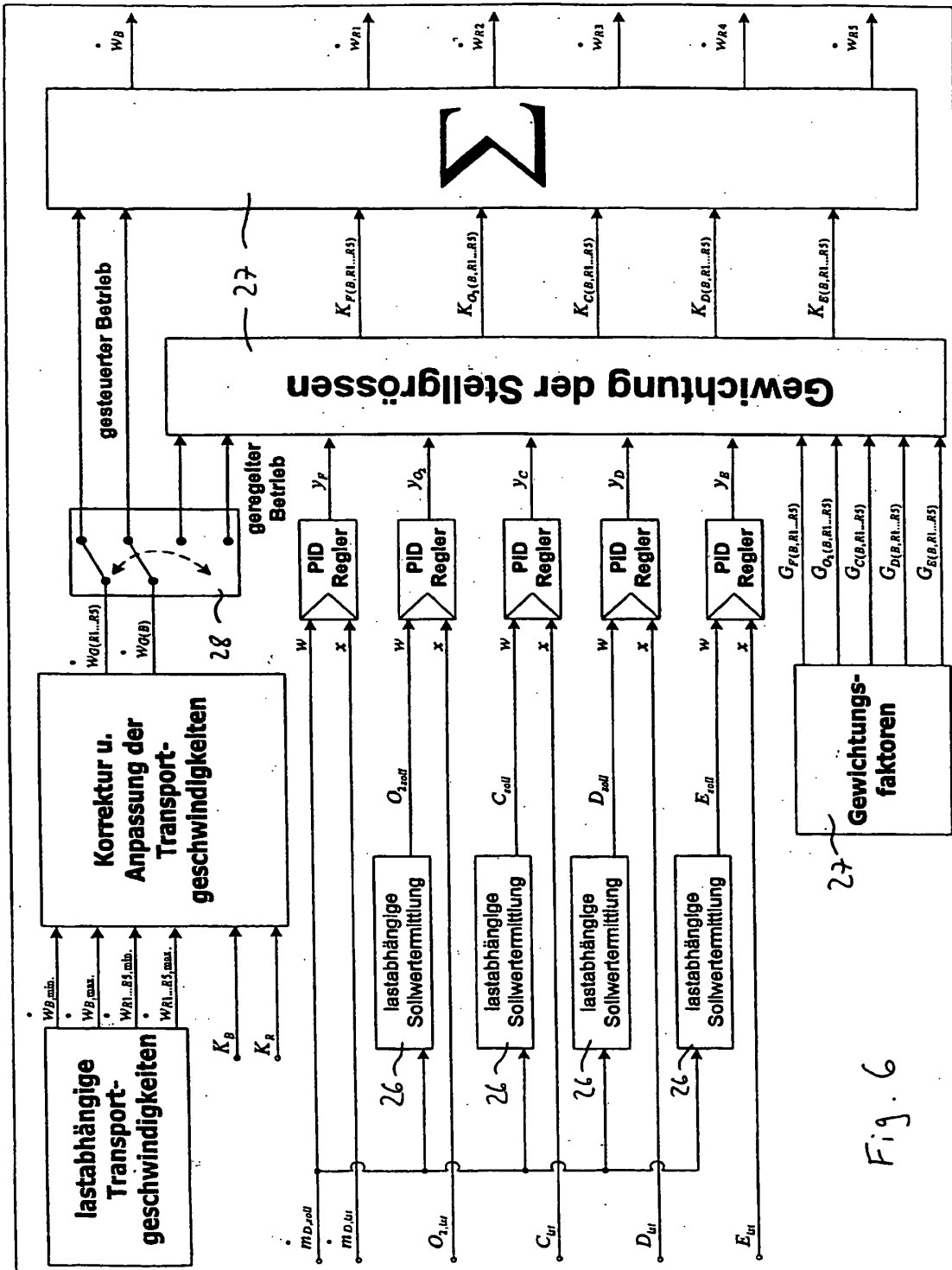


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19820038 A1 [0002]
- DE 3904272 A1 [0003]
- DE 4220149 A1 [0004]
- EP 0661500 A [0005]