

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 489 355 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

22.12.2004 Patentblatt 2004/52

(51) Int Cl.7: F23G 5/50, F23N 1/08

(21) Anmeldenummer: 04013325.8

(22) Anmeldetag: 05.06.2004

(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 HR LT LV MK

(30) Priorität: 18.06.2003 DE 10327471

(71) Anmelder: SAR Elektronik GmbH
84130 Dingolfing (DE)

(72) Erfinder:

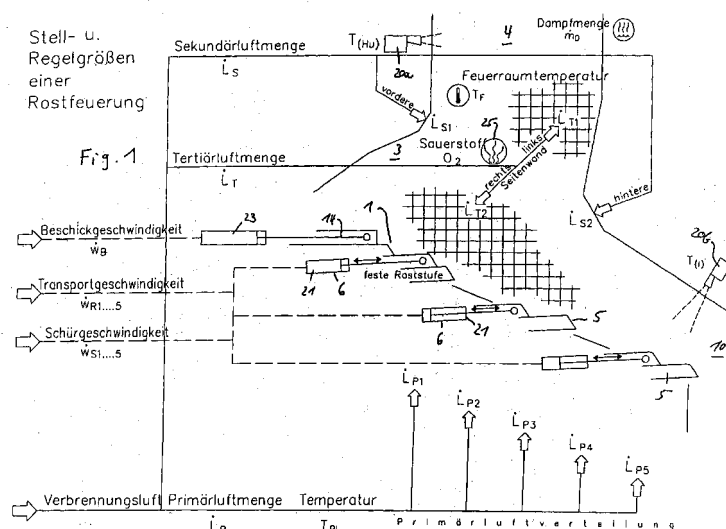
- Maurer, Michael, Dr.
84180 Loiching (DE)
- Zwiellehner, Martin H. Dipl.-Ing.
4614 Marchtrenk (DE)
- Kern, Lothar
84051 Essenbach (DE)

(74) Vertreter: Pausch, Thomas, Dipl.-Phys.
Patentanwalt
Olchinger Strasse 56
82194 Gröbenzell (DE)

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

(57) Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Regeln der Feuerleistung 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 abgetragen wird, wobei die Regelung der Feuerleistung im Hinblick auf eine möglichst 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 Be-

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



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln der Feuerleistung von Verbrennungsanlagen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie eine Vorrichtung zum Regeln der Feuerleistung von Verbrennungsanlagen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

[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 Stalleinrichtungen 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 Rostzonentemperaturen.

[0004] Aus der DE OS 42 20 149 A1 ist schließlich bekannt, den Verbrennungsvorgang vermittels 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] 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.

[0006] Diese Aufgabe wird durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren und die im Anspruch 11 angegebene Vorrichtung gelöst.

[0007] 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 Konstanzhaltung 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.

[0008] 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 vermittels einem an einer geeigneten Stelle vorzugsweise im Gaszug der Verbrennungsanlage installierten Gasdetektor, 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 Sauerstoffgehalt 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.

[0009] 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.

[0010] 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 Feuerungsrosts 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 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_l für die Feuerlänge l verwendet werden. Es ist nun in Weiterbildung der Erfindung vorteilhaft, durch eine Variation der Transportgeschwindigkeiten des Rostes auf die 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 .

[0011] Die zu regelnden Stellgrößen der Verbrennungsanlage umfassen folgende Größen:

die Beschickungsgeschwindigkeit, d.h. Geschwindigkeit, mit welcher der Brennstoff von der Beschickeinrichtung auf den Feuerungsrost aufgegeben wird,
 die Rost-Transportgeschwindigkeit, d.h. Geschwindigkeit, mit welcher das Brenngut über den Verbrennungsrost gefördert wird,
 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.

[0012] 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.

[0013] 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_l	0	7 - 9	0	3 - 5	0						

[0014] Die angegebenen Zahlenwerte sind ungefähre Anhaltswerte und können insbesondere in Abhängigkeit des verwendeten Anlagentyps variieren.

[0015] 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. 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.

[0016] Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] Die Beschickeinrichtung 2 umfasst einen Aufgabetrichter 11, eine Aufgabeschurre 12, einen Aufgabetisch 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 Aufgabetisches 13 in den Feuerraum 3 auf den Feuerungsrost 1 schieben.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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 Stalleinrichtungen für die Beeinflussung der Transport- und SchürGESchwindigkeiten w_n 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.

[0024] 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.

[0025] 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 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.

[0026] 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 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 eingestellten Sollwertes.

[0027] 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 Gasetektor 25 installiert, mit welchem unter anderem der Sauerstoffanteil O_2 des Rauchgases gemessen und als Regelgröße weiterverarbeitet werden kann.

[0028] 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.

[0029] 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 hohen bzw. steigenden 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.

[0030] 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 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.

[0031] 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 somit als Ersatzmessgröße T_{Hu} einen Rückschluss auf den Brennstoffheizwert H_u .

[0032] 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.

[0033] 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 .

[0034] 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.

[0035] 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".

[0036] 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 L (Fig. 5) bzw. der Beschickungs-, Schür- und Transportgeschwindigkeiten \dot{w} (Fig. 6).

[0037] 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_l	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.

[0038] 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 parametrierbare Einfluss von Stell- und Regelgrößen zueinander dargestellt.

[0039] Die Fig.4 soll eine Matrix mit zonen- und reglerabhängigen Einzelgewichtungsfaktoren für die Festlast (GF), den Sauerstoffgehalt (GO_2), den Heizwert (GH_u) 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 Schürgegeschwindigkeit lediglich über den Sauerstoffgehalt verändert wird. Die Beschickungsgeschwindigkeit wird primär über die Dampfmenge gesteuert bzw. geregelt, sekundär über den Sauerstoffgehalt im Rauchgas.

[0040] 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 Schürgegeschwindigkeit. 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.

[0041] 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).

[0042] 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

[0043]

55	1	Feuerungsrost
	2	Beschiekeinrichtung
	3	Feuerraum
	4	Gaszug

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

Formelzeichen

[0044]

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 Schürund Fortbewegung unterworfen und am Ende des Feuerungsrostes (1) die anfallende Schlacke ausgetragen wird,
- 50
- dadurch gekennzeichnet,**
- 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 $\dot{m}_{D,ist}$ 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 der wenigstens drei gemessenen bzw. aus Messungen abgeleiteten Regelgrößen in einer vorbestimmten, variabel ein-
- 55

stellbaren Gewichtung dieser Regelgrößen erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelgröße B den Sauerstoffanteil der emittierten Stoffe direkt oder indirekt wiedergibt.
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 Feuerungsrosts (1) abgeleitet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Regelgröße C entsprechenden Temperaturmesswerte mittels Strahlungspyrometer gemessen werden.
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 Beschickeinrichtung (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-Schürgegeschwindigkeit \dot{w}_{SN} , d.h. Geschwindigkeit, mit welcher das Brenngut (16) in den einzelnen Rostzonen geschürt wird, die an der jeweiligen Rostzone beaufschlagte Primärluftmenge \dot{L}_{Pn} , die in den vorderen und hinteren Übergang des Feuerraums (3) zur Nachbrennzzone (4) eingebrachte Sekundärluftmenge \dot{L}_{Sn} , die in der linken und rechten Seitenwand des Feuerraumes (3) eingebrachte Tertiärluftmenge \dot{L}_T , und die Primärlufttemperatur TPL aufweist.
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.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtungsfaktoren der Gewichtungsmatrix folgende auf einen Normwert von 10 bezogene Werte besitzen:

	Beschickungsgeschwindigkeit	Transportgeschwindigkeit	Schürgeschwindigkeit	Luftmengenu. -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 Beschickungs- 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 befindlichen 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, **gekennzeichnet durch**
- 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 möglichst Konstanthaltung 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.

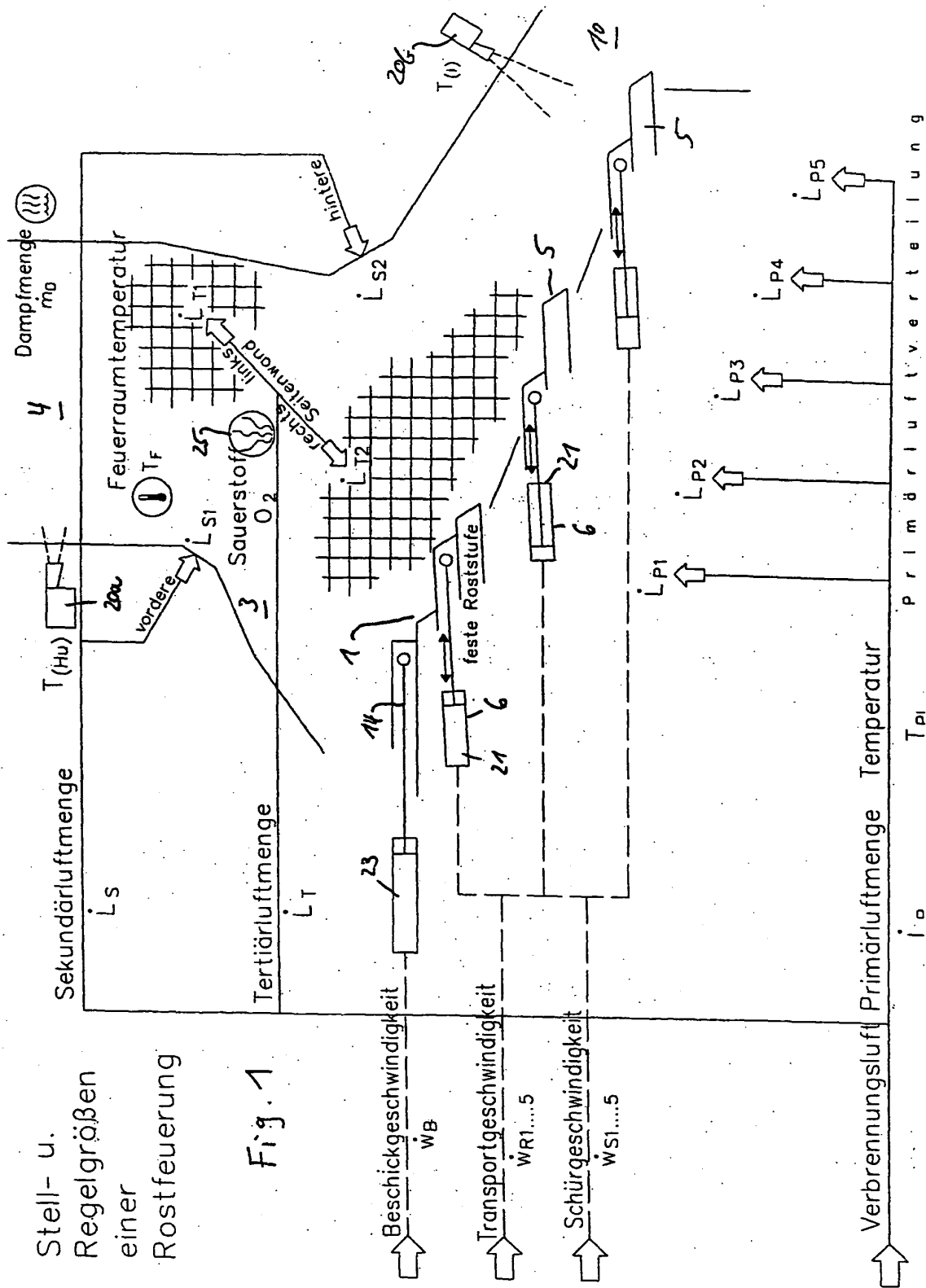
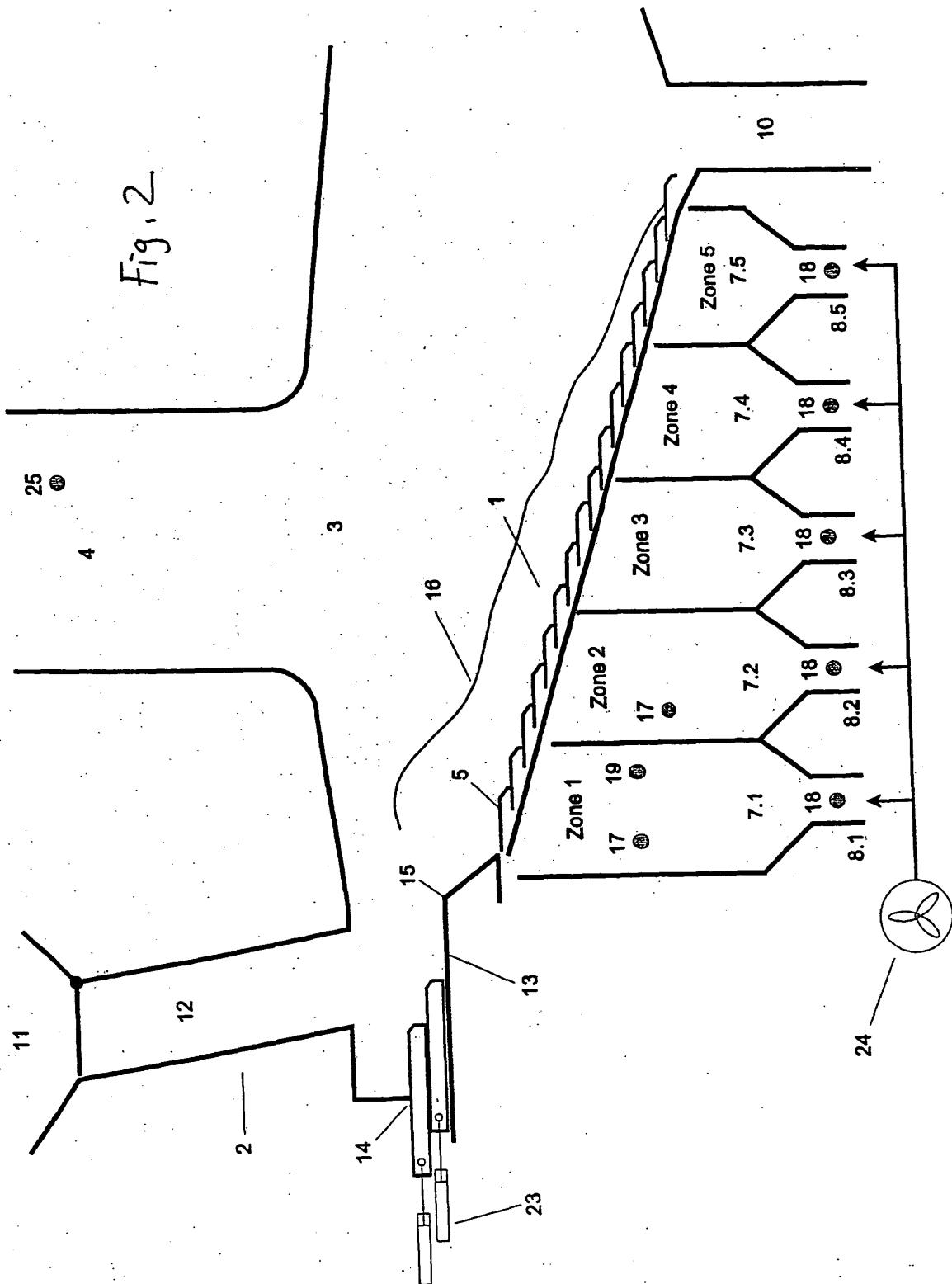


Fig. 1



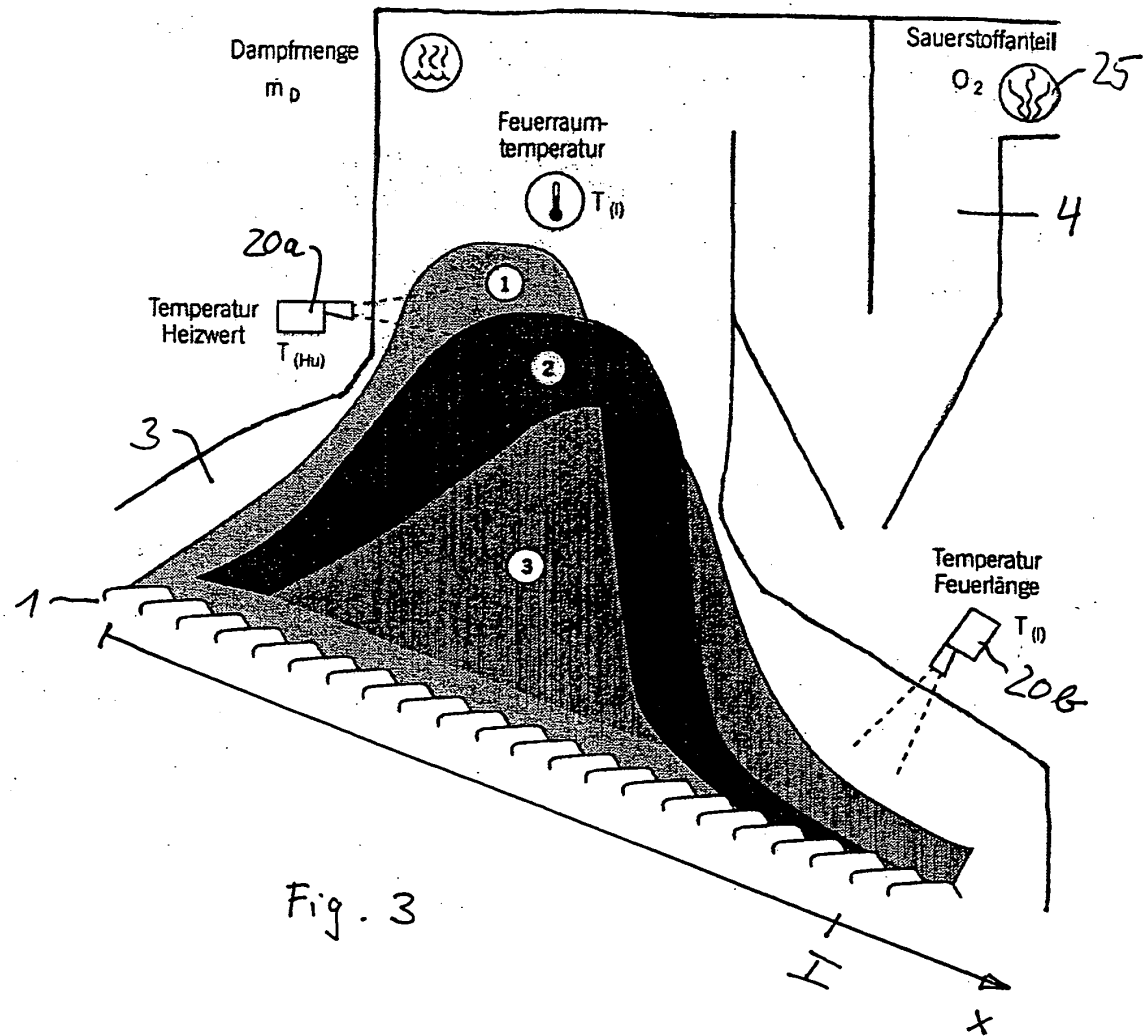
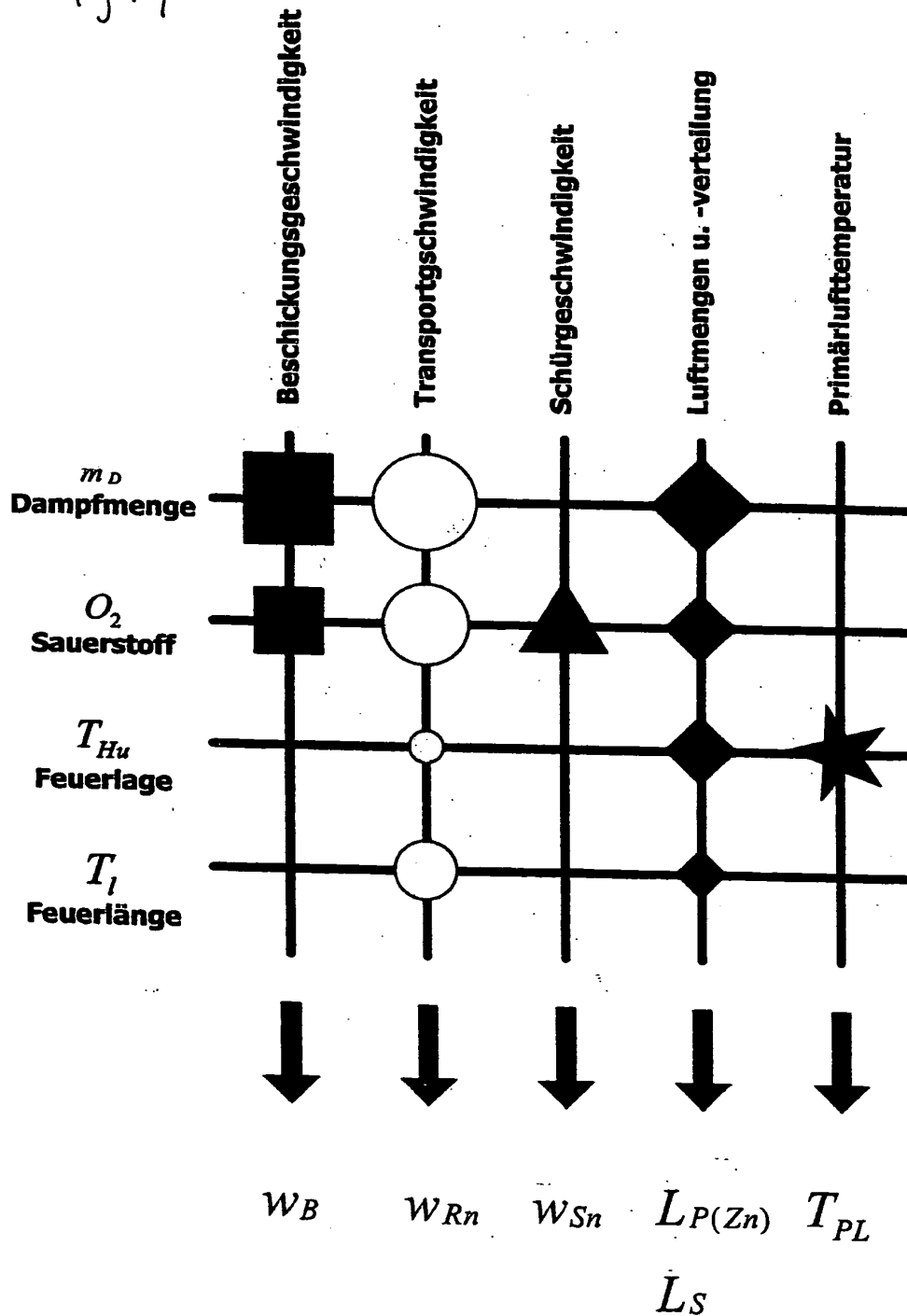


Fig. 3

Gewichtungsmatrix

Fig. 4



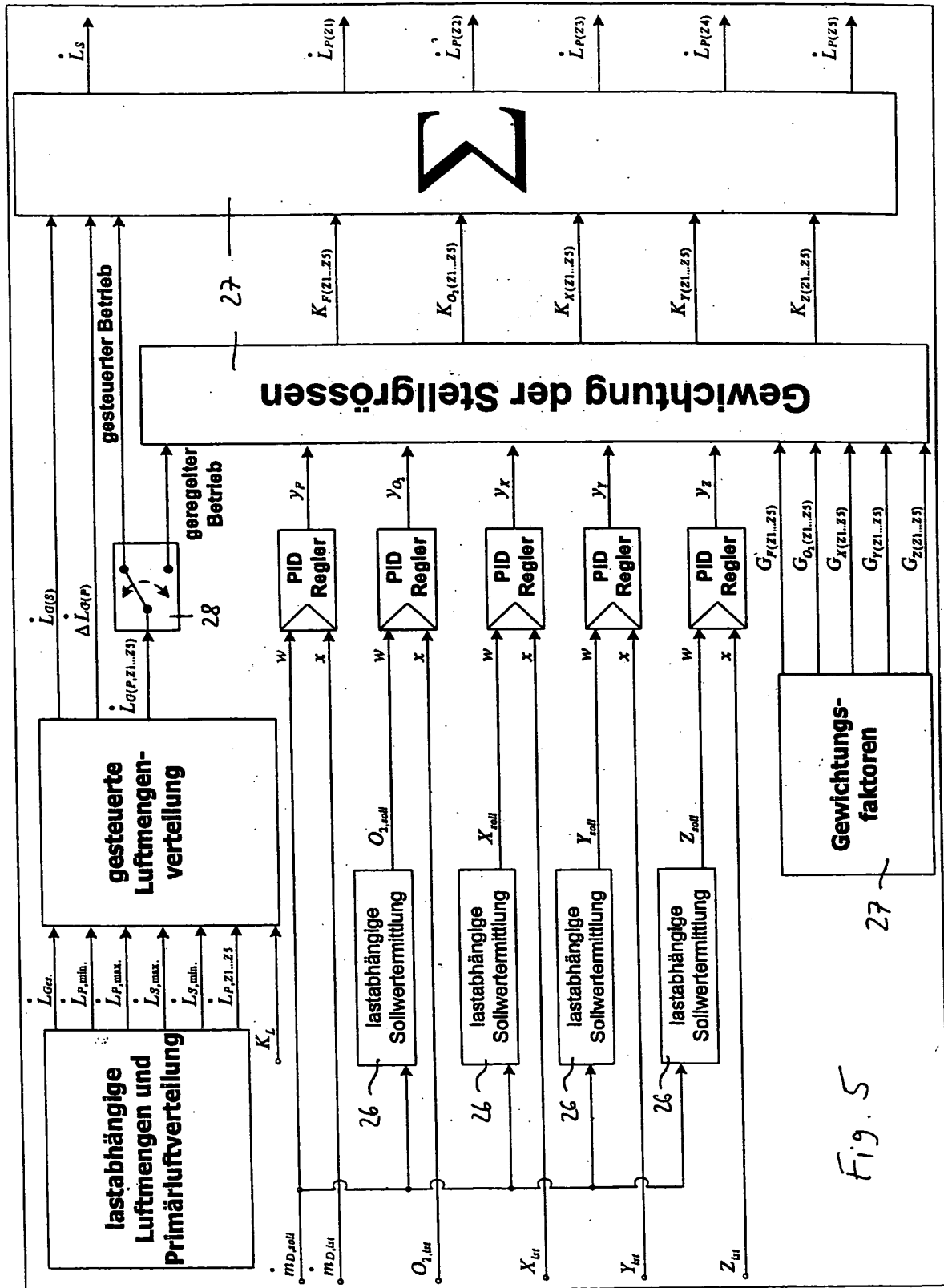


Fig. 5

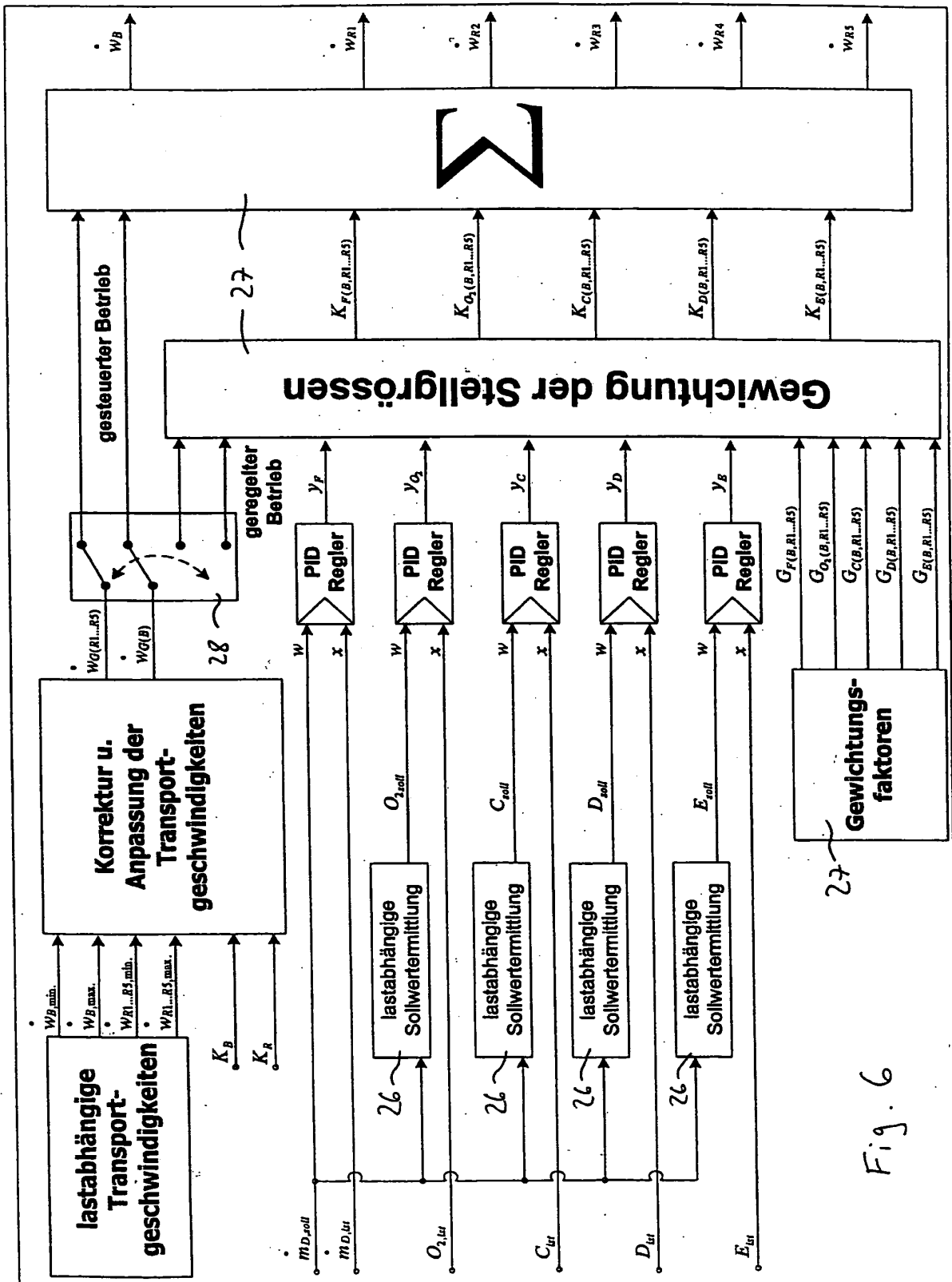


Fig. 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 01 3325

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 661 500 A (MARTIN UMWELT & ENERGIE TECH) 5. Juli 1995 (1995-07-05)	11	F23G5/50
A	* Spalte 1, Zeile 30 - Spalte 9, Zeile 46; Abbildungen 1,2,4,5 *	1	F23N1/08
X	EP 0 718 553 A (ABB MANAGEMENT AG) 26. Juni 1996 (1996-06-26)	11	
A	* Spalte 4, Zeile 16 - Spalte 7, Zeile 40; Abbildung 1 *	1	
X	US 4 838 183 A (MAIDHOF JOHN T ET AL) 13. Juni 1989 (1989-06-13)	11	
A	* Spalte 4, Zeile 57 - Spalte 9, Zeile 40; Abbildungen 1,3 *	1	
A,D	DE 42 20 149 A (STEINMUELLER GMBH L & C) 23. Dezember 1993 (1993-12-23)	1,11	
	* Spalte 3, Zeile 68 - Spalte 5, Zeile 49; Abbildung *		
A	EP 0 696 708 A (MARTIN UMWELT & ENERGIE TECH) 14. Februar 1996 (1996-02-14)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F23N F23G
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
München	3. August 2004	Theis, G	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 01 3325

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-08-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0661500 A	05-07-1995	DE 4344906 A1	06-07-1995
		AT 154114 T	15-06-1997
		BR 9405286 A	19-09-1995
		CA 2139043 A1	30-06-1995
		CZ 9403303 A3	16-08-1995
		DE 59403016 D1	10-07-1997
		DK 661500 T3	22-12-1997
		EP 0661500 A1	05-07-1995
		ES 2102130 T3	16-07-1997
		JP 3069016 B2	24-07-2000
		JP 8035630 A	06-02-1996
		NO 945047 A	30-06-1995
		PL 306532 A1	10-07-1995
		RU 2099638 C1	20-12-1997
		SG 47040 A1	20-03-1998
		US 5606924 A	04-03-1997
EP 0718553 A	26-06-1996	DE 4445954 A1	27-06-1996
		AT 185187 T	15-10-1999
		DE 59506948 D1	04-11-1999
		DK 718553 T3	10-04-2000
		EP 0718553 A1	26-06-1996
		ES 2139873 T3	16-02-2000
		JP 8219428 A	30-08-1996
		NO 955178 A	24-06-1996
US 4838183 A	13-06-1989	KEINE	
DE 4220149 A	23-12-1993	DE 4220149 A1	23-12-1993
		DE 59310232 D1	06-12-2001
		EP 0576955 A2	05-01-1994
EP 0696708 A	14-02-1996	DE 4428159 A1	15-02-1996
		AT 166954 T	15-06-1998
		BR 9503556 A	28-05-1996
		CA 2155618 A1	10-02-1996
		CZ 9502014 A3	14-02-1996
		DE 59502395 D1	09-07-1998
		DK 696708 T3	30-11-1998
		EP 0696708 A1	14-02-1996
		ES 2116659 T3	16-07-1998
		JP 2648135 B2	27-08-1997
		JP 8100917 A	16-04-1996
		NO 953083 A	12-02-1996
		PL 309924 A1	19-02-1996
		RU 2102657 C1	20-01-1998

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 04 01 3325

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-08-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0696708 A		SG 47063 A1	20-03-1998
		TR 960125 A2	21-06-1996
		US 5634412 A	03-06-1997

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82