



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 114 280 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.12.2003 Patentblatt 2003/51

(51) Int Cl.7: **F23N 5/00**, F23N 5/08,
F23M 11/04

(21) Anmeldenummer: **99955673.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/02839

(22) Anmeldetag: **08.09.1999**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/016010 (23.03.2000 Gazette 2000/12)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERMITTLUNG DER RUSSBELADUNG EINES
VERBRENNUNGSRAUMS**

METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE SOOT CHARGE IN A COMBUSTION CHAMBER

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR DETERMINER LA CHARGE EN SUIE D'UNE CHAMBRE DE
COMBUSTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 950 690 DE-A- 19 532 539
DE-A- 19 605 287 US-A- 4 620 491
US-A- 5 794 549 US-A- 5 797 736

(30) Priorität: **11.09.1998 DE 19841877**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.07.2001 Patentblatt 2001/28

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **FASTNACHT, Felix
D-91056 Erlangen (DE)**
• **MERKLEIN, Thomas
D-91056 Erlangen (DE)**

- **SHIMODA ET AL.: "Prediction method of
unburnt carbon for coal fired utility boiler using
image processing technique of combustion
flame" IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY
CONVERSION., Bd. 5, Nr. 4, Dezember 1990
(1990-12), Seiten 640-645, XP000172403 IEEE
INC. NEW YORK., US ISSN: 0885-8969**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no.
157 (M-696), 13. Mai 1988 (1988-05-13) & JP 62
276326 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND
CO LTD), 1. Dezember 1987 (1987-12-01)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 114 280 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Ermittlung der Rußbelastung eines Verbrennungsraums in laufendem Betrieb.

[0002] Bei der Verbrennung eines fossilen Brennstoffs in einem Verbrennungsraum steht die ständige Verbesserung des Verbrennungsprozesses im Vordergrund der Bemühungen. Dies gilt nicht nur für gasförmige Schadstoffe, wie Kohlenmonoxid und Stickoxide, sondern auch für die Beladung des Abgases mit Feststoffen, wie Ruß. Zum Erreichen eines möglichst guten Verbrennungsprozesses muß die Feuerung mittels einer geeigneten Feuerungsregelung optimiert werden. Bei der Verwendung von fossilem Brennstoff oder Müll treten nämlich auf Grund der unterschiedlichen Herkunft des Brennstoffs oder der heterogenen Zusammensetzung des Mülls Schwankungen des Heizwertes des Brennstoffs oder der Müllmischung auf. Bei Brennstoffmischungen kann darüber hinaus das Verhältnis der einzelnen Brennstoffe zueinander schwanken.

[0003] Eine Möglichkeit der Optimierung stellt die Ermittlung der Rußbelastung im laufenden Betrieb dar, wobei die ermittelte Rußbelastung anschließend für die Regelung der Flamme verwendet wird. Ein bekanntes Vorgehen besteht in einer punktuellen Absaugung von Abgasen mit Rußanteilen mit Hilfe einer Absaugsonde. Die Absaugung kann entweder im Verbrennungsraum oder in einem nachgeschalteten Abgassystem erfolgen. Anschließend wird die abgesaugte Luftmenge überprüft und hierdurch die Rußbelastung ermittelt. Eine vollständige Erfassung der Rußbelastung ist mit diesem Vorgehen nicht möglich, da lediglich ein punktuell Absaugen erfolgt. Lokale Schwankungen der Rußbelastung in dem Verbrennungsraum oder im Abgassystem führen daher zu einer Verzerrung. Darüber hinaus wird die bei der Verbrennung entstehende Rußbelastung erst mit einer gewissen Verzögerungszeit erfaßt. Die vorgesehene Feuerungsregelung arbeitet somit stets mit einer vergleichsweise großen Totzeit, die bei größeren Kraftwerksanlagen bis zu einigen Minuten betragen kann.

[0004] Ein anderer Ansatz sieht die Ermittlung der Rußbelastung von Flammen mit Hilfe von Laserabsorptionsmessungen über die Mie-Theorie vor. Dieses Meßverfahren ist allerdings nur zu Forschungszwecken im Labor geeignet, da die Messung der Rußbelastung einer Flamme sehr aufwendig ist. Ein Einsatz im täglichen Dauerbetrieb ist derzeit nicht möglich.

[0005] In der US 5,797,736 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung beschrieben, mittels derer eine Flammenbildung in einem Verbrennungsprozeß geregelt wird. Dabei werden Sensoren eingesetzt, welche in und nahe der Flamme charakteristische Parameter der Verbrennung, wie z.B. die Temperatur, die Verteilung von Partikeln usw., detektieren.

[0006] Es wird in oben genannter Schrift jedoch nicht näher ausgeführt, wie z.B. quantitativ eine Rußbelastung eines Verbrennungsraums ermittelt wird. Es geht

hauptsächlich darum, qualitative Unregelmäßigkeiten - wie z.B. Fluktuationen in der Temperaturverteilung der Flamme ("cooler spots"), welche u.a. von einer unregelmäßigen Verteilung von Verbrennungspartikeln verursacht sein können - in der Flamme zu detektieren, um eine Anordnung aus Strahlreflektoren so auszurichten, daß Strahlungsenergie der Flamme gezielt auf "cooler spots" innerhalb der Flamme reflektiert wird. Dadurch wird die Verbrennung gleichmäßiger.

[0007] Eine quantitative Ermittlung der Rußbelastung eines Verbrennungsraumes ist mit letztgenanntem Verfahren und Vorrichtung nicht möglich.

[0008] Aus der DE 2 950 690 A1 ist die Messung einer Rußbelastung zur Regelung eines Verbrennungsvorgangs bekannt.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren, bei dem mindestens ein für die Verbrennung charakteristischer Parameter, der einen Rückschluß auf die Rußbelastung erlaubt, durch Überwachung einer Flamme eines Verbrennungsraumes gemessen und die Rußbelastung basierend auf der Messung ermittelt wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bereitzustellen, welche eine rasche und einfache Ermittlung der Rußbelastung eines Verbrennungsraums im laufenden Betrieb ermöglichen.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die räumliche Verteilung der Temperatur und/oder der Gehalt an Kohlenmonoxid als für die Verbrennung charakteristischer Parameter gemessen werden, eine Rußbildungsrate durch einen Vergleich mit vorgegebenen Umrechnungskurven ermittelt wird und die Rußbelastung mittels einer Integration über die Rußbildungsrate ermittelt wird.

[0011] Derartige Umrechnungskurven sind für verschiedene Brennstoffe beispielsweise in dem "VDI-Wärmeatlas" und in "Technische Verbrennung", Warnatz, Springer Verlag, abgedruckt. Alternativ oder zusätzliche können diese Umrechnungskurven durch Versuche für verschiedene Brennstoffe oder Brennstoffzusammensetzungen ermittelt und in Form eines Kennfelds abgelegt werden.

[0012] Die räumliche Verteilung der Temperatur läßt sich durch einen oder mehrere geeignete Sensoren erfassen. Die Messung ist genau, berührungsfrei, erfordert keine beweglichen Bauteile und erfolgt ohne Verzögerung. Die Messung des Gehalts an Kohlenmonoxid erfolgt beispielsweise über eine Erfassung der Strahlung in dem für Kohlenmonoxid charakteristischen Strahlungsbereich. Dieser Strahlungsbereich wird z.B. durch einen Strahlteiler aus dem Gesamtspektrum der Flamme isoliert und anschließend erfaßt; eine geeignete Auswerteeinheit für die räumliche Verteilung des Kohlenmonoxids ist z.B. eine CCD-Kamera.

[0013] Die Erfindung schlägt vor, die bisher bekannten direkten Verfahren zur Ermittlung der Rußbelastung durch ein indirektes Verfahren zu ersetzen. Ein Absaugen von rußbeladenen Abgasen oder eine aufwendige

direkte Bestimmung der Rußbelastung in der Flamme können vermieden werden. Es wird vielmehr durch einfache Messung ein für die Verbrennung charakteristischer Parameter erfaßt und anschließend die Rußbelastung basierend auf dieser Messung und Vergleich mit vorgegebenen Umrechnungskurven ermittelt. Aufwendige Absaug- und Analyseeinrichtungen sind nicht erforderlich. Weiter erfolgt die Ermittlung der Rußbelastung erfindungsgemäß ohne Zeitverzögerung, so daß eine optimale Feuerungsregelung erreicht werden kann.

[0014] Durch die Messung der räumlichen Verteilung der Temperatur und/oder des Gehalts an Kohlenmonoxid ist eine im Vergleich zu einer eindimensionalen Messung genauere Ermittlung der Rußbelastung möglich, da beide Größen im Regelfall im Bereich der Flamme nicht konstant sind.

[0015] Weiter ändert sich bei turbulenter Verbrennung, wie sie im Verbrennungsraum von Kraftwerken immer vorliegt, die Position der Flamme während der Verbrennung. Eine stationäre Messung an einzelnen ausgewählten Punkten könnte dazu führen, daß die Flamme bei Veränderung ihrer Position nicht durch die Meßeinrichtung erfaßt wird. Bei der Erfassung der räumlichen Verteilung kann dies durch die Vorgabe eines räumlichen Meßbereichs verhindert werden.

[0016] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0017] In vorteilhafter Ausgestaltung kann für die Meßwerte ein zulässiger Bereich mit einer Untergrenze und/oder Obergrenze vorgegeben werden. Liegt ein Meßwert außerhalb des vorgegebenen Bereichs, so kann dieser bei der Ermittlung der Rußbelastung unberücksichtigt bleiben. Beispielsweise kann bei der Messung der Temperatur eine Untergrenze von z.B. 800 °C festgelegt werden. Bereiche, in denen die Temperatur unter dieser Grenze liegt, können dann als außerhalb der Flamme liegend angesehen werden und bei der Ermittlung der Rußbelastung unberücksichtigt bleiben.

[0018] In vorteilhafter Weiterbildung wird aus der gemessenen räumlichen Verteilung der Temperatur und/oder des Gehalts an Kohlenmonoxid die örtliche Rußbildungsrate ermittelt. Dies bedeutet, daß die zu einem oder mehreren diskreten Orten innerhalb des räumlichen Meßbereichs zugehörige örtliche Bildungsrate aus den zu dem diskreten Ort zugehörigen diskreten Meßwerten der Temperatur und/oder des Gehalts an Kohlenmonoxid ermittelt wird, wobei die zum diskreten Ort zugehörigen diskreten Meßwerte der Temperatur und/oder des Gehalts an Kohlenmonoxid aus der räumlichen Verteilung der Meßwerte entnommen werden. Hierdurch wird die Meßgenauigkeit verbessert.

[0019] Vorteilhaft wird die örtliche Rußbildungsrate nach physikalischen und/oder chemischen Zusammenhängen errechnet. Hierdurch kann durch Vorgabe des Brennstoffs oder der Brennstoffmischung ohne vorherige Tests und Erfahrungswerte die örtliche Rußbildungs-

rate bestimmt werden.

[0020] Vorteilhaft wird die ermittelte Rußbildungsrate über den Meßbereich aufsummiert. Hierdurch wird die zu bearbeitende Datenmenge verringert. Gleichzeitig ergibt sich ein Gesamtwert der Rußbildungsrate, der bereits für Kontroll- und Regelungszwecke verwendet werden kann.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wird die ermittelte Rußbildungsrate über einen vorgebbaren Zeitraum aufsummiert. Schwankungen der Flamme, insbesondere auf Grund turbulenter Verbrennung, können zuverlässig erfaßt werden. Gleichzeitig werden Spitzenwerte oder Minimalwerte geglättet. Durch das Aufsummieren kann darüber hinaus eine Kontrolle der Flamme erfolgen. Erlischt die Flamme, so fällt die Rußbildungsrate über einen längeren Zeitraum drastisch ab: Kurzzeitiges Flackern wird durch das Aufsummieren über den vorgebbaren Zeitraum geglättet, während ein Erlöschen der Flamme zu einem dauerhaften Abfall der Rußbildungsrate führt, der durch das erfindungsgemäße Verfahren erkennbar ist. Es ist somit neben der Ermittlung der Rußbelastung auch eine Überwachung der Flamme möglich.

[0022] In vorteilhafter Weiterbildung ist der vorgebbare Zeitraum veränderlich. Insbesondere kann dieser Zeitraum in Abhängigkeit von vorangegangenen Messungen verändert werden. Weiter kann beim Anfahren oder bei Lastschwankungen der vorgebbare Zeitraum anders als im gleichbleibenden Dauerbetrieb gewählt werden.

[0023] Vorteilhaft wird die ermittelte Rußbildungsrate nach dem Aufsummieren gemittelt. Diese Mittelung erlaubt eine Darstellung der Rußbildungsrate bezogen auf die Größe des Meßbereichs, so daß mehrere Flammen oder Verbrennungsräume unterschiedlicher Größe miteinander verglichen werden können.

[0024] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung wird die ermittelte Rußbelastungsrate vor oder nach dem Aufsummieren mit einem Eichfaktor zur Ermittlung der Rußbelastung verknüpft. Dieser Eichfaktor ermöglicht den Schluß von der Rußbildungsrate auf die Rußbelastung und wird anlagenspezifisch ermittelt.

[0025] Vorteilhaft ist der Eichfaktor veränderbar, insbesondere in Abhängigkeit von dem Meßwert, der der Flamme zugeführten Verbrennungsluft und/oder weiteren Parametern. Hierdurch wird eine Anpassung an unterschiedliche Randbedingungen erreicht.

[0026] Vorteilhaft werden sowohl die Temperatur als auch der Kohlenmonoxidgehalt gemessen und miteinander verknüpft. Dieses Vorgehen ermöglicht eine Ermittlung der Rußbelastung auf Grund zweier unterschiedlicher Meßwerte und somit eine Kontrolle. Gleichzeitig wird die Genauigkeit erhöht.

[0027] Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens weist erfindungsgemäß mindestens einen Sensor zur Messung der räumlichen Verteilung der Temperatur und/oder des Gehalts an Kohlenmonoxid eine Datenverarbeitungsanlage zur Ermittlung der Rußbil-

dungsrate und einen Integrator zur Ermittlung der Rußbelastung aus der Rußbildungsrate auf. Die Datenverarbeitungsanlage umfaßt insbesondere geeignete Baugruppen oder Module zum Aufsummieren und Mitteln der Rußbildungsrate sowie zur Verknüpfung mit dem Eichfaktor.

[0028] Vorteilhaft ist mindestens ein Sensor als CCD-Kamera ausgebildet. Derartige "charged-coupled-device"-Kameras erlauben eine Ortsauflösung des Meßbereichs und damit die Erfassung des mindestens einen für die Verbrennung charakteristischen Parameters in räumlicher Verteilung.

[0029] Die ermittelte Rußbildungsrate kann anschließend über eine geeignete Regelung weiterverarbeitet und an den Brenner der Flamme geführt werden.

[0030] Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben, die in schematischer Weise in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei zeigen:

Figuren 1 und 2 eine schematische Darstellung des Ablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Figur 3 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0031] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung des Ablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens. Eine Flamme 10 in einem Verbrennungsraum 23 wird über eine Erfassungseinrichtung I überwacht. Die Erfassungseinrichtung I mißt die räumliche Verteilung mindestens eines für die Verbrennung charakteristischen Parameters, der einen Rückschluß auf die Rußbelastung erlaubt. Es werden entweder die Temperatur oder der Gehalt an Kohlenmonoxid oder Temperatur und Kohlenmonoxidgehalt gemeinsam erfaßt. Anschließend erfolgt durch eine Berechnung oder einen Abgleich II eine Ermittlung der örtlichen Rußbildungsrate, die ein Rußbildungsfeld III liefert. Das Rußbildungsfeld III wird durch eine Integration IV aufsummiert und gegebenenfalls gemittelt. Anschließend erfolgt eine Verknüpfung V mit einem Eichfaktor. Hierdurch wird die Rußbelastung des Verbrennungsraums ermittelt, die über eine geeignete Ausgabe VI angezeigt, ausgedruckt oder abgespeichert wird. Zusätzlich kann die Rußbelastung auf eine Regelung VII gegeben werden, die auf die Flamme 10 und damit auf die Verbrennung einwirkt. Hierdurch wird eine Feuerungsregelung erreicht.

[0032] In Figur 2 sind die Verfahrensschritte I bis VI genauer dargestellt. Zunächst wird ein Temperaturfeld 11 der Flamme 10 erfaßt. Zur Ermittlung der örtlichen Rußbelastung basierend auf dem Temperaturfeld 11 dient eine Umrechnungskurve 12, die entweder durch Versuche ermittelt oder nach physikalischen und/oder chemischen Zusammenhängen errechnet worden ist. Derartige Umrechnungskurven 12 sind auch in dem VDI-Wärmeatlas und in "Technische Verbrennung",

Warnatz, Springer-Verlag abgedruckt. Das Temperaturfeld 11 und die Umrechnungskurve 12 werden in einem Vergleichsmodul 13 verknüpft und liefern ein Feld 14 der Rußbildungsrate. Dieses Feld 14 der Rußbildungsrate wird an einen Integrator 15 übermittelt, der eine räumliche und/oder zeitliche Aufsummierung vornimmt. Gegebenenfalls kann nach der Integration auch eine Mittelung erfolgen. Durch die Integration wird die gesamte Rußbildungsrate errechnet, die anschließend mit einem Eichfaktor 16 aus einem Speicherelement C in einem Verknüpfungsmodul 17 verknüpft wird. Hierdurch wird die Rußbelastung errechnet, die anschließend an ein Ausgabemodul 18 weitergegeben wird.

[0033] Alternativ kann aus einem anderen Speicherelement C' ein anderer Eichfaktor 16' verwendet werden, der nach der Ermittlung des Felds 14 der Rußbildungsrate mit diesem Feld 14 verknüpft wird. Dies ist gestrichelt gezeigt.

[0034] Figur 3 zeigt schematisch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Flamme 10 in dem Verbrennungsraum 23 wird von einem Brenner 21 gespeist. Zur Überwachung dienen ein oder mehrere Sensoren 22, die mindestens einen für die Verbrennung charakteristischen Parameter messen. Hierbei kann es sich um eine CCD-Kamera handeln. Vorteilhaft erfolgt eine Messung der räumlichen Verteilung von Temperatur und/oder Kohlenmonoxidgehalt. Der Meßwert wird an das Vergleichsmodul 13 weitergegeben, in dem das Feld 14 der Rußbildungsrate ermittelt wird. Das Vergleichsmodul 13 übermittelt das Feld 14 der Rußbildungsrate an den Integrator 15, in dem die Aufsummierung und gegebenenfalls Mittelung erfolgt. In dem Verknüpfungsmodul 17 wird anschließend über den Eichfaktor 16 die Rußbelastung ermittelt. Diese Rußbelastung wird an das Ausgabemodul 18 abgegeben. Das Ausgabemodul 18 übermittelt die Rußbelastung an einen Drucker oder Speicher 20. Vorteilhaft erfolgt gleichzeitig eine Rückkopplung zu dem Brenner 21 der Flamme 10. Hierdurch wird eine Feuerungsregelung mit direkter, unmittelbarer Überwachung der Flamme 10 und daher sehr geringen Totzeiten erreicht. Das Vergleichsmodul 13, der Integrator 15, das Verknüpfungsmodul 17 sowie das Ausgabemodul 18 sind in einer Datenverarbeitungsanlage 19 zusammengefaßt.

[0035] Insgesamt ermöglichen das erfindungsgemäße Verfahren und die zugehörige Vorrichtung eine rasche, einfache und hochgenaue Ermittlung der Rußbelastung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Rußbelastung eines Verbrennungsraums (23) im laufenden Betrieb, wobei mindestens ein für die Verbrennung charakteristischer Parameter, der einen Rückschluß auf die Rußbelastung erlaubt, durch Überwachung einer

Flamme (10) des Verbrennungsraumes (23) gemessen und die Rußbelastung basierend auf der Messung ermittelt wird,

dadurch gekennzeichnet, daß die räumliche Verteilung der Temperatur und/oder der Gehalt an Kohlenmonoxid als für die Verbrennung charakteristische Parameter gemessen werden, eine Rußbildungsrate durch einen Vergleich mit vorgegebenen Umrechnungskurven ermittelt wird und die Rußbelastung mittels einer Integration über die Rußbildungsrate ermittelt wird

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß für die Meßwerte des mindestens einen für die Verbrennung charakteristischen Parameters ein zulässiger Bereich mit einer Untergrenze und/oder einer Obergrenze vorgegeben wird und außerhalb des vorgegebenen Bereichs liegende Meßwerte bei der Ermittlung der Rußbelastung unberücksichtigt bleiben.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß aus der gemessenen räumlichen Verteilung der Temperatur und/oder des Gehalts an Kohlenmonoxid die örtliche Rußbildungsrate ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß die örtliche Rußbildungsrate nach physikalischen und/oder chemischen Zusammenhängen errechnet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelte Rußbildungsrate über den Meßbereich aufsummiert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelte Rußbildungsrate über einen vorgebbaren Zeitraum aufsummiert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, daß der vorgebbare Zeitraum veränderlich ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelte Rußbildungsrate nach dem Aufsummieren gemittelt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelte Rußbildungsrate vor oder nach dem Aufsummieren mit einem Eichfaktor zur Ermittlung der Rußbelastung verknüpft wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, daß der Eichfaktor veränderbar ist, insbesondere in Abhängigkeit von dem Meßwert, der der Flamme (10) zugeführten Verbrennungsluft und/oder weiteren Parametern.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur und der Kohlenmonoxidgehalt gemessen und miteinander verknüpft werden.
12. Vorrichtung zur Ermittlung der Rußbelastung eines Verbrennungsraums (23) im laufenden Betrieb, wobei mindestens ein für die Verbrennung charakteristischer Parameter der einen Rückschluss auf die Rußbelastung erlaubt, durch Überwachung einer Flamme (10) des Verbrennungsraums (23) gemessen und die Rußbelastung basierend auf der Messung ermittelt ist, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Sensor (22) zur Messung der räumlichen Verteilung der Temperatur und/oder des Gehalts an Kohlenmonoxid, eine Datenverarbeitungsanlage (19) zur Ermittlung der Rußbildungsrate und einen Integrator (15) zur Ermittlung der Rußbelastung aus der Rußbildungsrate.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Sensor (22) als CCD-Kamera ausgebildet ist.

Claims

1. Method for determining the soot charge in a combustion chamber (23) during operation, in which at least one parameter which is characteristic of combustion and permits a conclusion concerning the soot charge is measured by monitoring a flame (10) in the combustion chamber (23), and the soot charge is determined on the basis of the measurement, **characterized in that** the spatial distribution of the temperature and/or the content of carbon monoxide is measured as parameter characteristic of combustion, a soot formation rate is determined by comparison with prescribed conversion curves and the soot charge is determined by integration via the soot formation rate.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** a permissible range with a lower bound and/or upper bound is prescribed for the measured values of the at least one parameter characteristic of combustion, and measured values lying outside the prescribed range are not taken into account when determining the soot charge.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the local soot formation rate is determined from the measured spatial distribution of the tem-

perature and/or the content of carbon monoxide.

4. Method according to Claim 3, **characterized in that** the local soot formation rate is calculated using physical and/or chemical relationships. 5
5. Method according to either of Claims 3 and 4, **characterized in that** the determined soot formation rate is summed over the measuring zone. 10
6. Method according to one of Claims 3 to 5, **characterized in that** the determined soot formation rate is summed over a prescribeable time interval. 15
7. Method according to Claim 6, **characterized in that** the prescribeable time interval is variable. 15
8. Method according to one of Claims 5 to 7, **characterized in that** the determined soot formation rate is averaged after the summing. 20
9. Method according to one of Claims 5 to 8, **characterized in that** the determined soot formation rate before or after the summing is linked to a calibration factor determining the soot charge. 25
10. Method according to Claim 9, **characterized in that** the calibration factor is variable, in particular as a function of the measured value, the combustion air fed to the flame (10) and/or other parameters. 30
11. Method according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the temperature and the carbon monoxide content are measured and linked to one another. 35
12. Device for determining the soot charge in a combustion chamber (23) during operation, in which at least one parameter which is characteristic of combustion and permits a conclusion concerning the soot charge is measured by monitoring a flame (10) in the combustion chamber (23), and the soot charge is determined on the basis of the measurement, **characterized by** at least one sensor (22) for measuring the spatial distribution of the temperature and/or the content of carbon monoxide, by a computer (19) for determining the soot formation rate and by an integrator (15) for determining the soot charge from the soot formation rate. 40 45 50
13. Device according to Claim 12, **characterized in that** at least one sensor (22) is designed as a CCD camera. 55

Revendications

1. Procédé de détermination de la charge en suie

d'une chambre (23) de combustion en fonctionnement continu, dans lequel on mesure au moins un paramètre caractéristique de la combustion et permettant de tirer une conclusion sur la charge en suie en contrôlant une flamme (10) de la chambre (23) de combustion et on détermine la charge en suie sur la base de la mesure,

caractérisé en ce l'on mesure la répartition dans l'espace de la température et/ou de la teneur en monoxyde de carbone en tant que paramètre caractéristique de la combustion, on détermine un taux de formation de suie par une comparaison avec des courbes de conversion données à l'avance et l'on détermine la charge en suie au moyen d'une intégration sur le taux de formation de suie.

2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on prescrit pour les valeurs de mesure du au moins un paramètre caractéristique de la combustion une plage admissible ayant une limite inférieure et/ou une limite supérieure et on ne prend pas en considération des valeurs de mesure en dehors de la plage prescrite lors de la détermination de la charge en suie.
3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'on détermine le taux local de formation de suie à partir de la répartition mesurée dans l'espace de la température et/ou de la teneur en monoxyde de carbone.
4. Procédé suivant la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'on calcule le taux local de formation de suie suivant des relations physiques et/ou chimiques.
5. Procédé suivant l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'on somme les taux de formation de suie déterminés sur la plage de mesure.
6. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** l'on somme les taux de formation de suie déterminés sur un laps de temps qui peut être prescrit.
7. Procédé suivant la revendication 6, **caractérisé en ce que** le laps de temps, qui peut être prescrit, peut être modifié.
8. Procédé suivant l'une des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** l'on fait la moyenne des taux de formation de suie déterminés après en avoir fait la somme.
9. Procédé suivant l'une des revendications 5 à 8, **caractérisé en ce que** l'on combine les taux de formation de suie déterminés avant ou après en avoir fait la somme à un facteur d'étalonnage pour déterminer la charge en suie.

10. Procédé suivant la revendication 9, **caractérisé en ce que** le facteur d'étalonnage peut être modifié, notamment en fonction de la valeur de mesure de l'air de combustion envoyé à la flamme (10) et/ou d'autres paramètres. 5
11. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'on mesure la température et la teneur en monoxyde de carbone et on les combine entre eux. 10
12. Dispositif de détermination de la charge en suie d'une chambre (23) de combustion en fonctionnement continu, dans lequel au moins un paramètre caractéristique de la combustion et permettant de tirer une conclusion sur la charge en suie est mesuré en contrôlant une flamme (10) de la chambre (23) de combustion et la charge en suie est déterminée sur la base de la mesure, **caractérisé par** au moins un capteur (22) de mesure de la répartition dans l'espace de la température et/ou de la teneur en monoxyde de carbone, une installation (19) informatique de détermination du taux de formation de suie et un intégrateur (15) de détermination de la charge en suie à partir du taux de formation de suie. 15 20 25
13. Dispositif suivant la revendication 12, **caractérisé en ce qu'**au moins un capteur (22) est constitué en caméra CCD. 30

35

40

45

50

55

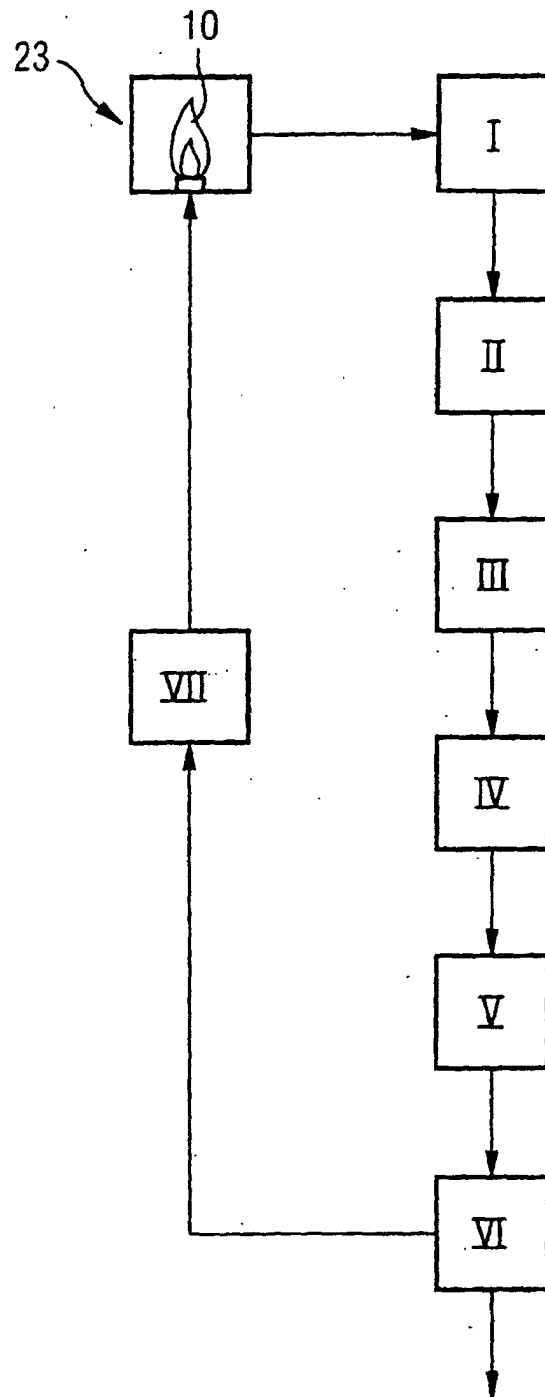


FIG 1

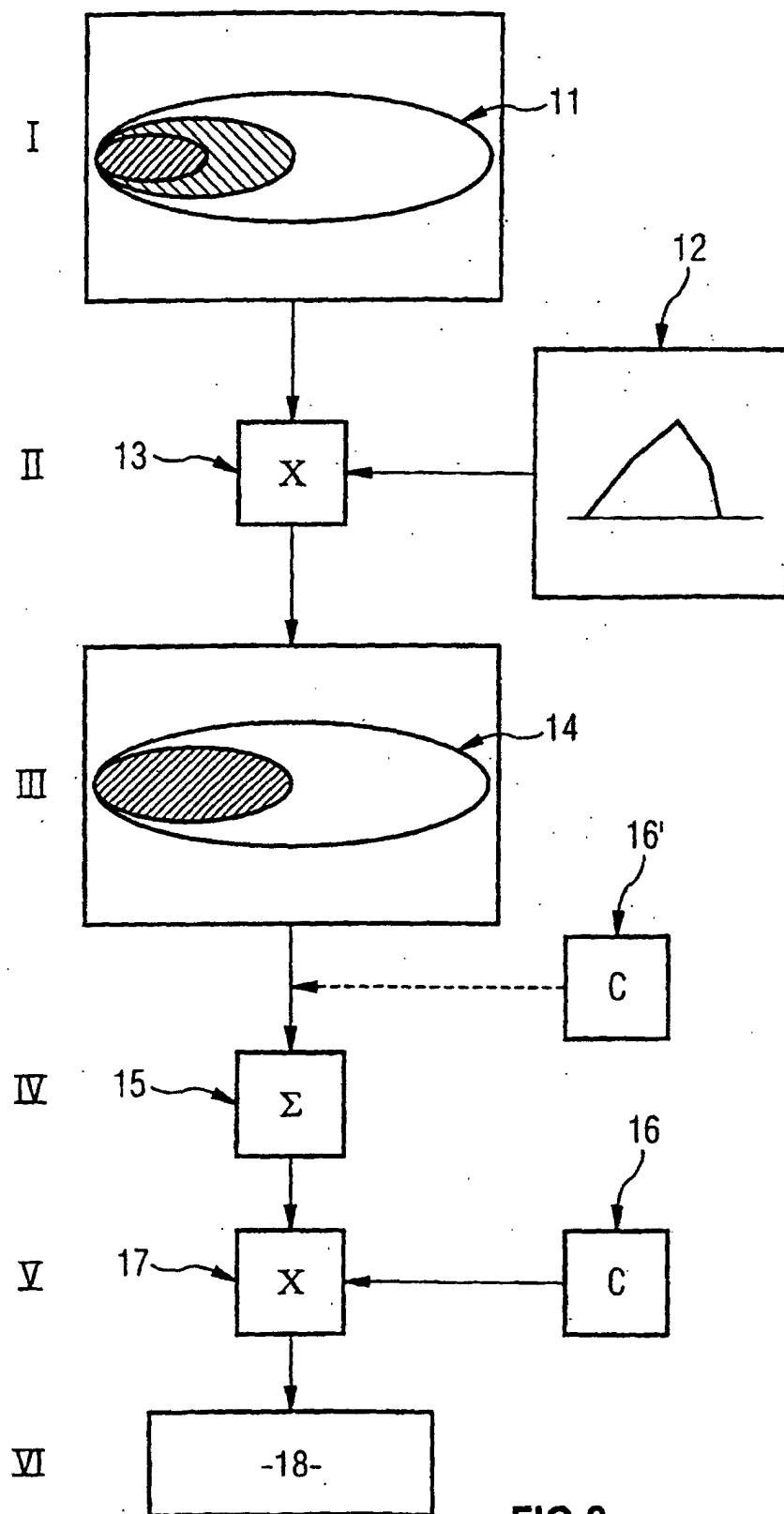


FIG 2

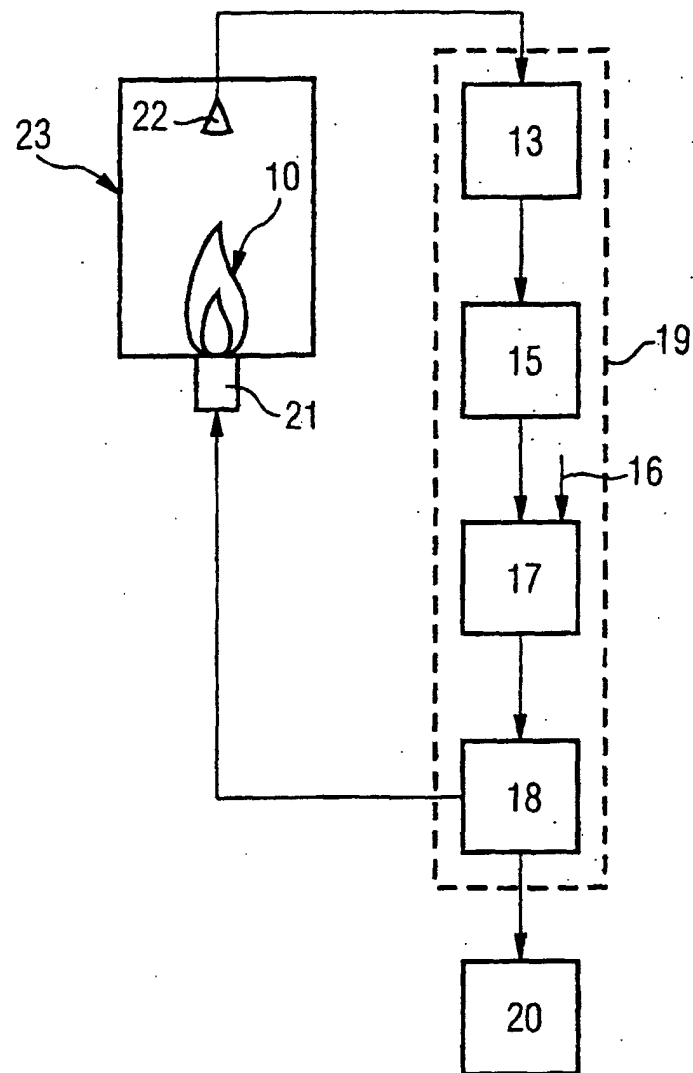


FIG 3