



(11) **EP 2 368 071 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.01.2015 Patentblatt 2015/05

(51) Int Cl.:
F23N 1/02^(2006.01) F23N 5/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09799346.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/067627

(22) Anmeldetag: **21.12.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/072708 (01.07.2010 Gazette 2010/26)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM OPTIMIEREN DER VERBRENNUNG IN EINEM KRAFTWERK**

METHOD AND DEVICE FOR OPTIMIZING COMBUSTION IN A POWER PLANT

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'OPTIMISATION DE LA COMBUSTION DANS UNE CENTRALE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(72) Erfinder:
• **MEERBECK, Bernhard**
60316 Frankfurt (DE)
• **SPEH, Rainer**
64331 Weiterstadt (DE)

(30) Priorität: **22.12.2008 EP 08172545**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.09.2011 Patentblatt 2011/39

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-99/39137 DE-A1- 4 305 645
DE-A1- 19 509 412 US-A1- 2006 176 486
US-B1- 7 058 617

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

EP 2 368 071 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 betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Optimieren der Verbrennung von Brennstoffmaterial in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks bei dem eine reale Konzentrationsverteilung eines Stoffes und/oder eine reale Temperaturverteilung im Verbrennungsraum gemessen wird.

[0002] Bei Kraftwerken ist es das grundlegende Ziel, die in einem Verbrennungsraum des Kraftwerks, beispielsweise einem Kessel mit einer quadratischen Grundfläche von 10 Meter mal 10 Meter, stattfindende Verbrennung möglichst großflächig zu überwachen, um daraus die notwendigen Größen für die Optimierung des Verbrennungsprozesses ableiten zu können.

[0003] Aus der WO 99/39137 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Verbrennungsanlage bekannt. Innerhalb des Verbrennungsraums einer Verbrennungsanlage mit einer Anzahl von Brennern wird die Zusammensetzung des Brennstoffgemischs eines jeden Brenners anhand von charakteristischen Kenngrößen ermittelt und derart zur Steuerung der Brenner verwendet, dass eine Homogenisierung des Verbrennungsprozesses im Brennraum erreicht wird. Die Strahlungsdaten der von den Brennern ausgesandten Flammen werden hier mittels Emissionsspektroskopie und Spezialkameras aufgenommen.

[0004] Ferner ist als Verfahren die Absorptionsspektroskopie bekannt. Als alternative Messtechnik ist die Schall-Pyrometrie bekannt. Mit Absorptionsspektroskopie oder Schall-Pyrometrie können nur Mittelwerte einer Linie im Kesselraum bzw. Verbrennungsraum gemessen werden.

[0005] Zum Berechnen der Temperatur- und -Konzentrationsverteilung in einer Ebene eines Verbrennungsraums aus gemessenen Mittelwerten an verschiedenen Stellen des Verbrennungsraumes eines Kraftwerks ist die CAT-Messtechnik, die Computer Aided Tomographie, bekannt.

[0006] Es ist eine Aufgabe der Erfindung eine weitergehende Optimierung der Verbrennung in einem Kraftwerk zu schaffen.

[0007] Die Aufgabe ist erfindungsgemäß mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1, einem Verfahren gemäß Anspruch 4, einer Vorrichtung gemäß Anspruch 7 und einer Vorrichtung gemäß Anspruch 8 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Optimieren der Verbrennung von Brennstoffmaterial in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks umfasst die Schritte: Messen einer realen Konzentrationsverteilung eines Stoffes im Verbrennungsraum in mindestens einer Dimension, Auswerten der realen Konzentrationsverteilung und Steuern der Verbrennung des Brennstoffmaterials derart, dass eine symmetrische Konzentrationsverteilung des Stoffes in der mindestens einen Dimension entsteht und beim Auswerten mindestens eine Kennzahl für

die Symmetrie der realen Konzentrationsverteilung ermittelt und beim Steuern mindestens ein Steuerparameter in Abhängigkeit der mindestens einen Kennzahl verändert wird.

[0009] Alternativ umfasst das erfindungsgemäße Verfahren zum Optimieren der Verbrennung von Brennstoffmaterial in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks die Schritte: Messen einer realen Temperaturverteilung im Verbrennungsraum in mindestens einer Dimension, Auswerten der realen Temperaturverteilung und Steuern der Verbrennung des Brennstoffmaterials derart, dass eine symmetrische Temperaturverteilung in der mindestens einen Dimension entsteht und beim Auswerten mindestens eine Kennzahl für die Symmetrie der realen Konzentrationsverteilung ermittelt und beim Steuern mindestens ein Steuerparameter in Abhängigkeit der mindestens einen Kennzahl verändert wird.

[0010] Entsprechend umfasst eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Optimieren der Verbrennung von Brennstoffmaterial in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks eine Einrichtung zum Messen einer realen Konzentrationsverteilung eines Stoffes im Verbrennungsraum in mindestens einer Dimension, eine Einrichtung zum Auswerten der realen Konzentrationsverteilung derart, dass mindestens eine Kennzahl für die Symmetrie der realen Konzentrationsverteilung ermittelbar ist und eine Einrichtung zum Steuern der Verbrennung des Brennstoffmaterials derart, dass mindestens ein Steuerparameter in Abhängigkeit der mindestens einen Kennzahl veränderbar ist, so dass eine symmetrische Konzentrationsverteilung des Stoffes in der mindestens einen Dimension entsteht.

[0011] Alternativ umfasst eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Optimieren der Verbrennung von Brennstoffmaterial in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks eine Einrichtung zum Messen einer realen Temperaturverteilung im Verbrennungsraum in mindestens einer Dimension, eine Einrichtung zum Auswerten der realen Temperaturverteilung derart, dass mindestens eine Kennzahl für die Symmetrie der realen Temperaturverteilung ermittelbar ist und eine Einrichtung zum Steuern der Verbrennung des Brennstoffmaterials derart, dass mindestens ein Steuerparameter in Abhängigkeit der mindestens einen Kennzahl veränderbar ist, so dass eine symmetrische Temperaturverteilung in der mindestens einen Dimension entsteht.

[0012] Bei einer ersten vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden beim Messen zweidimensionale Konzentrationsverteilungen oder Temperaturverteilungen gemessen und daraus beim Auswerten mindestens eine eindimensionale Konzentrationsverteilung bzw. Temperaturverteilung errechnet.

[0013] Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird beim Auswerten die reale Konzentrationsverteilung oder Temperaturverteilung in mehrere Abschnitte zerlegt und die Verbrennung derart gesteuert, dass eine symmetrische Konzentrationsverteilung bzw. Temperaturverteilung in jedem

der Abschnitte entsteht.

[0014] Mit anderen Worten wird erfindungsgemäß auf der Grundlage bekannter Messtechniken eine mindestens eindimensionale, bevorzugt aber zweidimensionale Verteilung für die Temperatur oder Konzentration mindestens eines Stoffes erzeugt. Aus der derart gemessenen Verteilung werden eindimensionale bzw. mathematische Verteilungen oder Kurven entlang einer Achse bzw. entlang eines Achsenabschnitts berechnet. Zu den Verteilungen werden bevorzugt Kennzahlen ermittelt, die die Symmetrie bzw. Asymmetrie (Schiefe) der mathematischen Verteilung erfassen oder beschreiben. In Abhängigkeit der Kennzahlen werden geeignete Stellorgane, wie z.B. Zuteiler für Kohle oder Luftregelklappen derart vertrimmt, dass eine symmetrische Verteilung in jeder Achse entsteht. Wenn entlang einer Achse mehrere mathematische Verteilungen existieren, werden die betrachteten Achsen in geeignete Achsenabschnitte aufgeteilt und es wird dann für jeden der Abschnitte die oben genannte Optimierung vorgenommen.

[0015] Mit der beschriebenen erfindungsgemäßen Vorgehensweise und der zugehörigen Vorrichtung wird eine weitergehend homogene und damit schadstoffarme Verbrennung unter automatischer Anpassung der Regelungsparameter möglich.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 3 graphische Darstellungen mittels Graustufen der Verteilungen von CO und O₂ in einer Messebene der Vorrichtung gemäß Fig. 1 vor und nach einer erfindungsgemäßen Optimierung.

[0016] In Fig. 1 ist ein Verbrennungsraum 10 eines weiter nicht veranschaulichten Kohlekraftwerks dargestellt, in dem beim Betrieb des Kohlekraftwerks ein Kohlefeuer brennt. In dem Verbrennungsraum 10 befinden sich dabei das Brennmaterial Kohle mit zugehörigen Brenngasen, Flammen 11 sowie Abgase.

[0017] Im Verbrennungsraum 10 sind zwei Messebenen 12 und 14 vorgesehen, an deren Rand sich jeweils beabstandet von einander Messinstrumente 16 befinden. Jeweils zwei der Messinstrumente 16 ermöglichen eine linienförmige Messung in der zugehörigen Messebene 12 bzw. 14, wobei mit Hilfe der Messinstrumente 16 und einer zugehörigen Auswerteeinrichtung 18 z. B. die Konzentration der Stoffe O₂ (Sauerstoff) und CO (Kohlenmonoxid) gemessen werden können.

[0018] Ferner kann mit den Messinstrumenten 16 und der Auswerteeinrichtung 18 die Temperaturverteilung in der zugehörigen Messebene 12 bzw. 14 ermittelt wer-

den. Die Messung beruht dabei auf einer Kombination von Messtechnik und CAT-Berechnung.

[0019] Die Auswerteeinrichtung 18 ist über einen Datenbus 20 mit einer Optimierungseinrichtung 22, einer Bedieneinrichtung 24 und einer Leiteinrichtung bzw. Leittechnik 26 betrieblich gekoppelt. Über die Bedieneinrichtung 24 werden die von der Auswerteeinrichtung 18 ermittelten realen Konzentrationsverteilungen sowie Temperaturverteilungen derart genutzt, dass mit der Optimierungseinrichtung 22 Vorschläge für eine Optimierung der Verbrennung erstellt und diese in der Leiteinrichtung 26 verwandt werden können. Dadurch werden die in dem Verbrennungsraum 10 brennenden Flammen 11 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Ausstoß von NO_x (Stickoxid) optimiert.

[0020] Zur Optimierung wertet die Optimierungseinrichtung 22 die gemessenen realen Konzentrationsverteilungen aus und steuert die Verbrennung derart, dass eine symmetrische Konzentrationsverteilung der Stoffe Sauerstoff und Kohlenmonoxid in mindestens einer Achse bzw. Dimension entsteht.

[0021] Das zugehörige Verfahren ist in Fig. 2 veranschaulicht. Es umfasst den Schritt 28 des Messens der Konzentrationsverteilung zumindest der Stoffe O₂ und CO in den oben genannten Messebenen 12 und 14. Im Schritt 30 wird die Temperaturverteilung in diesen Ebenen ermittelt.

[0022] Diese Eingangsdaten werden im Schritt 32 verwendet, um aus den Konzentrationsverteilungen eindimensionale bzw. mathematische Verteilungen bzw. Kurven sowie zugehörige Kennzahlen für die Symmetrie bzw. Asymmetrie der Verteilungen auszuwerten. Ferner werden die Verteilungen bzw. Kurven im Schritt 32 in mehrere Abschnitte mit eigenen, zugehörigen Verteilungen zerlegt.

[0023] Nachfolgend wird in einem Schritt 34 auf der Grundlage dieser Ermittlungen eine Optimierung der Verbrennung dahingehend vorgenommen, dass symmetrische Konzentrations- und Temperaturverteilungen entstehen. Diese können in den Messebenen 14 und 16 überwacht werden, so dass insgesamt ein geschlossener Regelkreis zum Schritt 28 entsteht.

[0024] Obwohl aus der Messung gemäß den Schritten 28 und 30 tausende von Merkmalen bzw. Informationen der Verbrennung ausgewertet werden könnten, wird bei der beschriebenen Vorgehensweise bewusst nur ein sehr kleiner Ausschnitt bzw. Teil dieser Informationen verarbeitet. Anders wäre ein sinnvolles Verhältnis von Kosten zu Nutzen nicht zu erreichen.

[0025] Die Auswertung erfolgt bezogen auf drei Grundannahmen bzw. drei Grundvereinfachungen: Es werden nur direkte Messwerte, Momente und Gradienten der Messungen verwendet. So wird insbesondere die Verteilungstomographie der gemessenen Konzentrationen und Temperaturen auf der Basis von insbesondere 20 bis 25 Kreuzungspunkten der Messungen rekonstruiert. Diese direkten Messwerte werden als Merkmalsvektoren beschrieben. Es werden ferner die grundlegenden

Differenzwerte zwischen diese direkten Messwerten verwendet und es können, wenn gewünscht, aufgrund von Interpolation Zwischenwerte ermittelt werden.

[0026] Um Verteilungen in jeder gewünschten Richtung zu erhalten, werden das erste bis vierte Moment entlang der Horizontalen, der Vertikalen und der beiden Diagonalen eines jeden Messfeldes, also jedes Feldes zwischen den Kreuzungspunkten ermittelt. Die Momente werden basierend auf den Profilen bzw. Verteilungen längs jeder Messrichtung bzw. Dimension ermittelt. Das erste und zweite Moment repräsentieren den Durchschnittswert und die Varianz bzw. Streuung einer Verteilung. Das dritte und vierte Moment repräsentieren die Schiefe und die Wölbung einer Verteilung. Die Schiefe ist ein Maß für die Symmetrie bzw. den Mangel an Symmetrie. Die Wölbung ist ein Maß, ob die Verteilung im Vergleich zu einer normalen Verteilung bzw. Normverteilung spitz oder flach ist.

[0027] In jedem Messfeld wird ferner der Gradient des Durchschnittswertes ermittelt. Die Magnitude bzw. der Wert des Gradienten gibt (z.B. dargestellt als ein Pfeil im jeweiligen Messfeld) Auskunft darüber, wo sich in der Verteilung Spitzen bzw. Konzentrationen befinden. Fig. 3 zeigt das Ergebnis der derart vorgenommenen Optimierung der Verbrennung. Es ist aus der Fig. 3 deutlich die weitestgehend symmetrische Verteilung von CO und O₂ in der Messebene 12 nach der Optimierung zu erkennen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Optimieren der Verbrennung von Brennstoffmaterial in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks mit den Schritten:
 - Messen (28) einer realen Konzentrationsverteilung eines Stoffes im Verbrennungsraum in mindestens einer Dimension,
 - Auswerten (32) der realen Konzentrationsverteilung,
 - Steuern (34) der Verbrennung des Brennstoffmaterials derart, dass eine symmetrische Konzentrationsverteilung des Stoffes in der mindestens einen Dimension entsteht und
 - beim Auswerten (32) mindestens eine Kennzahl für die Symmetrie der realen Konzentrationsverteilung ermittelt und beim Steuern (34) mindestens ein Steuerparameter in Abhängigkeit der mindestens einen Kennzahl verändert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem beim Messen (28) zweidimensionale Konzentrationsverteilungen gemessen und daraus beim Auswerten (32) mindestens eine eindimensionale Konzentrationsverteilung errechnet wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem beim Auswerten (32) die reale Konzentrationsverteilung in mehrere Abschnitte zerlegt und die Verbrennung derart gesteuert wird, dass eine symmetrische Konzentrationsverteilung in jedem der Abschnitte entsteht.
4. Verfahren zum Optimieren der Verbrennung von Brennstoffmaterial in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks mit den Schritten:
 - Messen (28) einer realen Temperaturverteilung im Verbrennungsraum in mindestens einer Dimension,
 - Auswerten (32) der realen Temperaturverteilung und
 - Steuern (34) der Verbrennung des Brennstoffmaterials derart, dass eine symmetrische Temperaturverteilung in der mindestens einen Dimension entsteht und
 - beim Auswerten (32) mindestens eine Kennzahl für die Symmetrie der realen Temperaturverteilung ermittelt und beim Steuern (34) mindestens ein Steuerparameter in Abhängigkeit der mindestens einen Kennzahl verändert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem beim Messen (30) zweidimensionale Temperaturverteilungen gemessen und daraus beim Auswerten (32) mindestens eine eindimensionale Temperaturverteilung errechnet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, bei dem beim Auswerten (32) die reale Temperaturverteilung in mehrere Abschnitte zerlegt und die Verbrennung derart gesteuert wird, dass eine symmetrische Temperaturverteilung in jedem der Abschnitte entsteht.
7. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, mit
 - einer Einrichtung (16) zum Messen einer realen Konzentrationsverteilung eines Stoffes im Verbrennungsraum in mindestens einer Dimension,
 - einer Einrichtung (18) zum Auswerten der realen Konzentrationsverteilung derart, dass mindestens eine Kennzahl für die Symmetrie der realen Konzentrationsverteilung ermittelbar ist und
 - einer Einrichtung (22, 26) zum Steuern der Verbrennung des Brennstoffmaterials derart, dass mindestens ein Steuerparameter in Abhängigkeit der mindestens einen Kennzahl veränderbar ist, so dass eine symmetrische Konzentrationsverteilung des Stoffes in der mindestens einen Dimension entsteht.

8. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, mit

- einer Einrichtung (16) zum Messen einer realen Temperaturverteilung im Verbrennungsraum in mindestens einer Dimension, 5
- einer Einrichtung (18) zum Auswerten der realen Temperaturverteilung derart, dass mindestens eine Kennzahl für die Symmetrie der realen Konzentrationsverteilung ermittelbar ist und 10
- einer Einrichtung (22, 26) zum Steuern der Verbrennung des Brennstoffes derart, dass mindestens ein Steuerparameter in Abhängigkeit der mindestens einen Kennzahl veränderbar ist, so dass eine symmetrische Temperaturverteilung in der mindestens einen Dimension entsteht. 15

Claims 20

1. Method for optimizing the combustion of fuel in a combustion chamber of a power plant, comprising the steps of:

- measuring (28) a real concentration distribution of a substance in the combustion chamber in at least one dimension, 25
- evaluating (32) the real concentration distribution, 30
- controlling (34) the combustion of the fuel such that a symmetric concentration distribution of the substance is created in the at least one dimension and 35
- at least one characteristic for the symmetry of the real concentration distribution is established during the evaluation process (32) and at least one control parameter is modified depending on the at least one characteristic during the control process (34). 40

2. Method according to Claim 1, wherein two-dimensional concentration distributions are measured during the measurement process (28) and at least one one-dimensional concentration distribution is calculated there from during the evaluation process (32). 45

3. Method according to one of Claims 1 or 2, wherein the real concentration distribution is decomposed into a number of sections during the evaluation process (32) and the combustion is controlled such that a symmetric concentration distribution is created in each section. 50

4. Method for optimizing the combustion of fuel in a combustion chamber of a power plant, comprising the steps of: 55

- measuring (28) a real temperature distribution in the combustion chamber in at least one dimension,
- evaluating (32) the real temperature distribution, and
- controlling (34) the combustion of the fuel such that a symmetric temperature distribution is created in the at least one dimension and
- at least one characteristic for the symmetry of the real temperature distribution is established during the evaluation process (32) and at least one control parameter is modified depending on the at least one characteristic during the control process (34).

5. Method according to Claim 4, wherein two-dimensional temperature distributions are measured during the measurement process (30) and at least one one-dimensional temperature distribution is calculated therefrom during the evaluation process (32).

6. Method according to one of Claims 4 or 5, wherein the real temperature distribution is decomposed into a number of sections during the evaluation process (32) and the combustion is controlled such that a symmetric temperature distribution is created in each section. 25

7. Device for carrying out a method according to one of Claims 1 to 3, with 30

- an apparatus (16) for measuring a real concentration distribution of a substance in the combustion chamber in at least one dimension, 35
- an apparatus (18) for evaluating the real concentration distribution such that at least one characteristic for the symmetry of the real concentration distribution can be established, and
- an apparatus (22, 26) for controlling the combustion of the fuel such that at least one control parameter can be modified depending on the at least one characteristic, such that a symmetric concentration distribution of the substance is created in the at least one dimension. 40

8. Device for carrying out a method according to one of Claims 4 to 6, with 45

- an apparatus (16) for measuring a real temperature distribution in the combustion chamber in at least one dimension, 50
- an apparatus (18) for evaluating the real temperature distribution such that at least one characteristic for the symmetry of the real concentration distribution can be established, and
- an apparatus (22, 26) for controlling the combustion of the fuel such that at least one control 55

parameter can be modified depending on the at least one characteristic, such that a symmetric temperature distribution is created in the at least one dimension.

la commande (34), on modifie au moins un paramètre de commande, en fonction du au moins un nombre caractéristique.

Revendications

1. Procédé d'optimisation de la combustion de combustible dans une chambre de combustion d'une centrale électrique, comprenant les stades :
 - mesure (28) d'une répartition réelle de concentration d'une substance dans la chambre de combustion suivant au moins une dimension,
 - exploitation (32) de la répartition réelle de concentration,
 - commande (34) de la combustion du combustible, de manière à créer une répartition de concentration symétrique de la substance suivant la au moins une dimension et
 - lors de l'exploitation (32), on détermine au moins un nombre caractéristique de la symétrie de la répartition de concentration réelle et, lors de la commande (34), on modifie au moins un paramètre de commande, en fonction du au moins un nombre caractéristique.
2. Procédé suivant la revendication 1, dans lequel, lors de la mesure (28), on mesure des répartitions de concentration suivant deux dimensions et on en calcule, lors de l'évaluation (32), au moins une répartition de concentration monodimensionnelle.
3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel, lors de l'exploitation (32), on décompose la répartition de concentration réelle en plusieurs sections et on commande la combustion, de manière à créer une répartition de concentration symétrique dans chacune des sections.
4. Procédé d'optimisation de la combustion de combustible dans une chambre de combustion d'une centrale électrique comprenant les stades :
 - mesure (28) d'une répartition de température réelle dans la chambre de combustion suivant au moins une dimension,
 - exploitation (32) de la répartition de température réelle et
 - commande (34) de la combustion du combustible, de manière à créer une répartition de température symétrique suivant la au moins une dimension et
 - lors de l'exploitation (32), on détermine au moins un nombre caractéristique de la symétrie de la répartition de température réelle et, lors de
5. Procédé suivant la revendication 4, dans lequel, lors de la mesure (30), on mesure des répartitions de température suivant deux dimensions et on en calcule, lors de l'exploitation (32), au moins une répartition de température monodimensionnelle.
6. Procédé suivant l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel, lors de l'exploitation (32), on décompose la répartition de température réelle en plusieurs sections et on commande la combustion, de manière à créer une répartition de température symétrique dans chacune des sections.
7. Installation de mise en oeuvre d'un procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, comprenant
 - un dispositif (16) de mesure d'une répartition de concentration réelle d'une substance dans la chambre de combustion suivant au moins une dimension,
 - un dispositif (18) d'exploitation de la répartition de concentration réelle, de manière à pouvoir déterminer au moins un nombre caractéristique de la symétrie de la répartition de concentration réelle et
 - un dispositif (22, 26) de commande de la combustion du combustible, de manière à pouvoir modifier au moins un paramètre de commande, en fonction du au moins un nombre caractéristique, de manière à créer une répartition de concentration symétrique de la substance suivant la au moins une dimension.
8. Installation et mise en oeuvre d'un procédé suivant l'une des revendications 4 à 6, comprenant
 - un dispositif (16) de mesure d'une répartition de température réelle dans la chambre de combustion suivant au moins une dimension,
 - un dispositif (18) d'exploitation de la répartition de température réelle, de manière à pouvoir déterminer au moins un nombre caractéristique de la symétrie de la répartition de concentration réelle,
 - un dispositif (22, 26) de commande de la combustion du combustible, de manière à pouvoir modifier au moins un paramètre de commande, en fonction du au moins un nombre caractéristique, de manière à créer une répartition de température symétrique suivant la au moins une dimension.

FIG 1

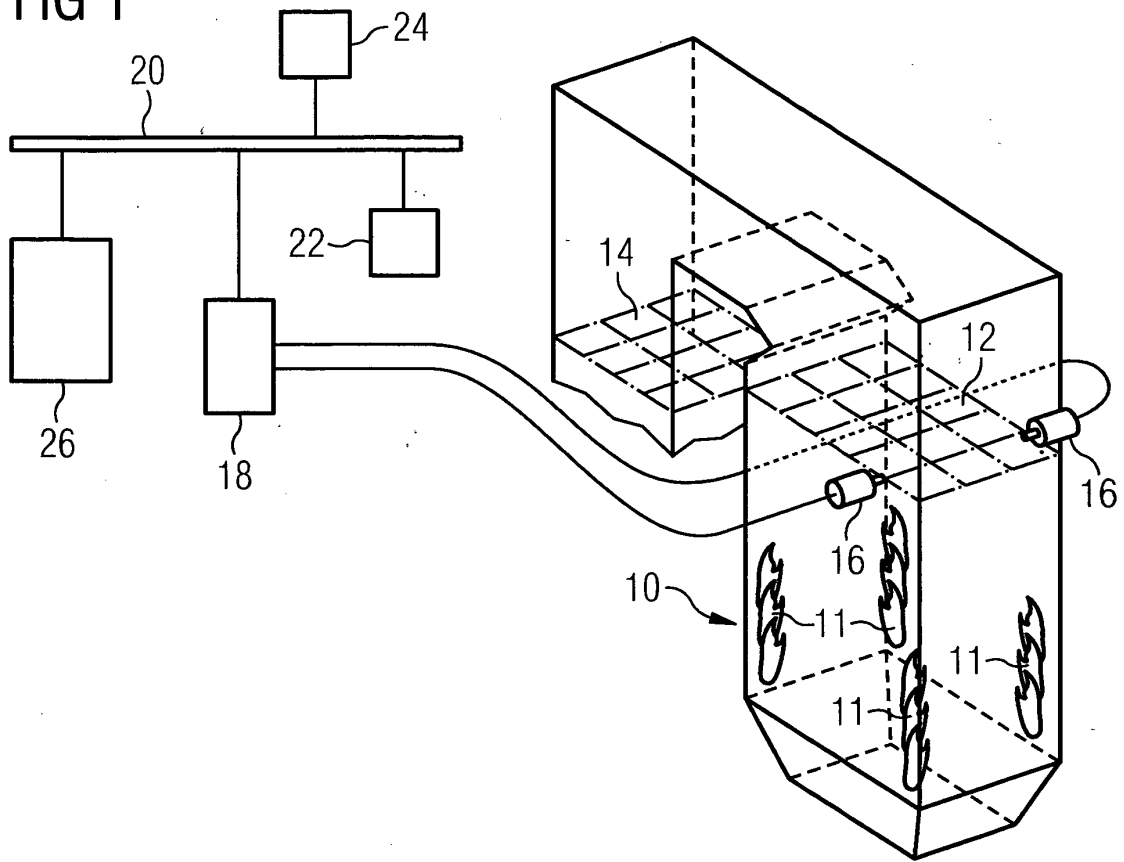


FIG 2

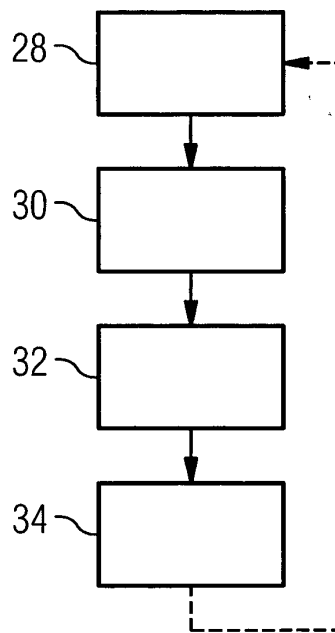
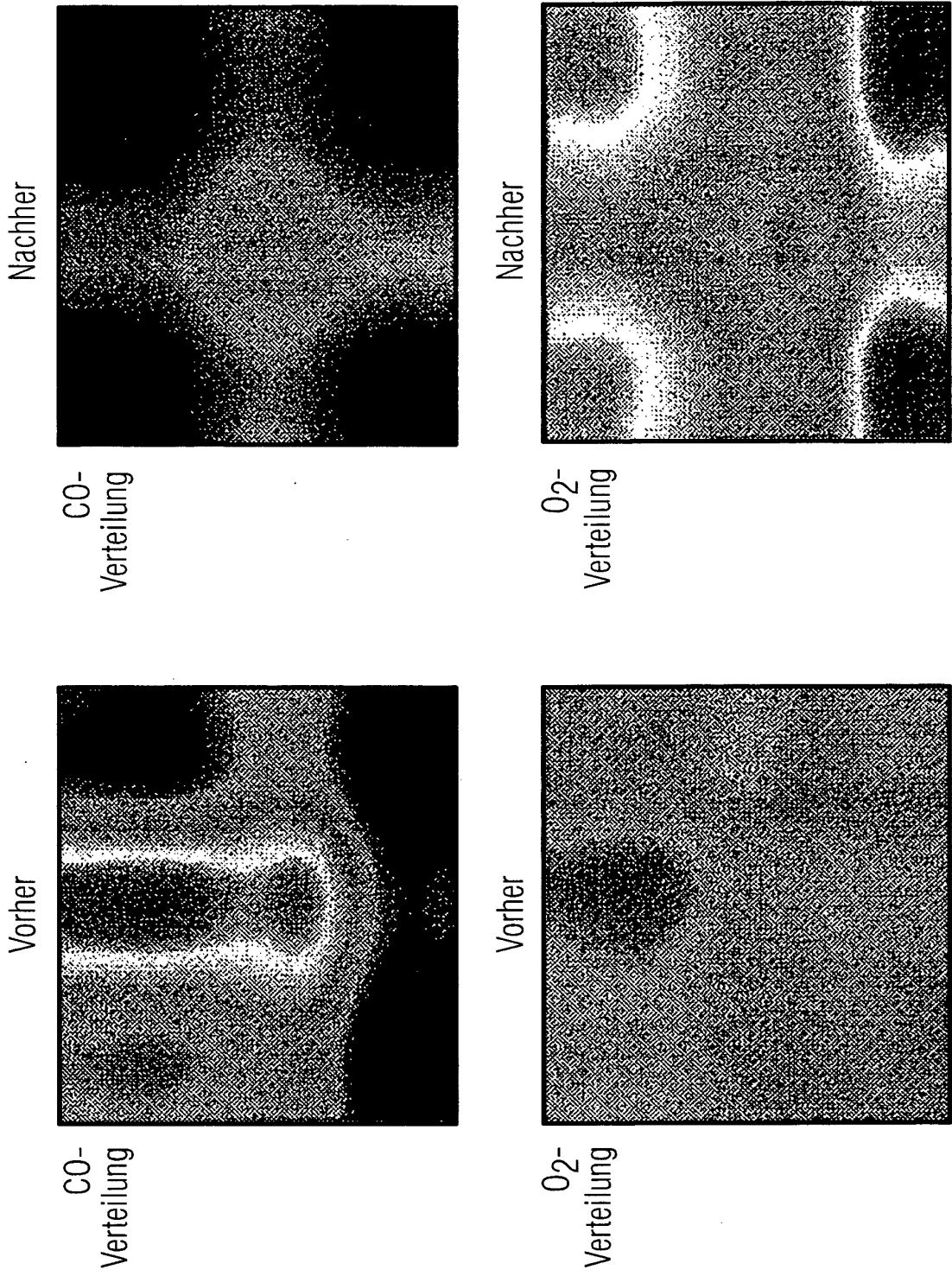


FIG 3



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

- WO 9939137 A1 [0003]