

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Mai 2010 (20.05.2010)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/055046 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G05B 23/02 (2006.01) *F23N 5/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/064959

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. November 2009 (11.11.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 056 672.1
11. November 2008 (11.11.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/
DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MEERBECK, Bern-
hard** [DE/DE]; Heidestraße 33, 60316 Frankfurt (DE).

SPEH, Rainer [DE/DE]; Brühlstr. 14, 64331 Weiterstadt
(DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

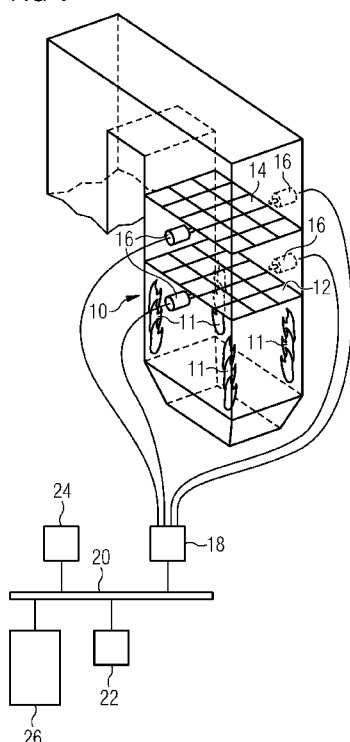
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MONITORING THE COMBUSTION PROCESS IN A POWER STATION ON THE
BASIS OF TWO ACTUAL CONCENTRATION DISTRIBUTIONS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ÜBERWACHEN DER VERBRENNUNG EINES KRAFT-
WERKS AUF DER GRUNDLAGE ZWEIER REALER KONZENTRATIONSVERTEILUNGEN

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for monitoring the
combustion process in a power station, according to which an actual concentrati-
on distribution of a material is measured on at least two planes in the combustion
chamber and the concentration of the material is determined with the aid of a
computer at least at one point lying between the two planes on the basis of the ac-
tual concentration distribution that has been measured.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Über-
wachen der Verbrennung eines Kraftwerks wird eine reale Konzentrationsvertei-
lung eines Stoffes in mindestens zwei Ebenen im Verbrennungsraum gemessen
und die Konzentration des Stoffes an mindestens einer zwischen den beiden Ebe-
nen liegenden Stelle auf der Grundlage der gemessenen realen Konzentrationsver-
teilungen rechnerisch ermittelt.



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen der Verbrennung eines Kraftwerks auf der Grundlage zweier realer Konzentrationsverteilungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen der Verbrennung in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks bei denen eine reale Konzentrationsverteilung und/oder eine reale Temperaturverteilung eines Stoffes in mindestens zwei Ebenen im Verbrennungsraum gemessen wird.

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.

So 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.

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.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung eine weitergehende Überwachung der Verbrennung in einem Kraftwerk zu ermöglichen, um damit die Grundlage für die Optimierung des Verbrennungsprozesses zu liefern.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung eine weitergehende Überwachung der Verbrennung in einem Kraftwerk zu ermöglichen, um

damit die Grundlage für die Optimierung des Verbrennungsprozesses zu liefern.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1, einem Verfahren gemäß Anspruch 3, einer Vorrichtung gemäß Anspruch 6 und einer Vorrichtung gemäß Anspruch 7 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren zum Überwachen der Verbrennung in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks umfasst in einer ersten Ausführungsform die Schritte: Messen einer realen Konzentrationsverteilung eines Stoffes in mindestens zwei Ebenen im Verbrennungsraum und rechnerisches Ermitteln der Konzen-
15 tration des Stoffes an mindestens einer, zwischen den beiden Ebenen liegenden, Stelle auf der Grundlage der gemessenen realen Konzentrationsverteilungen. In einer zweiten, alternativen oder zusätzlichen Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren zum Überwachen der Verbrennung in einem
20 Verbrennungsraum eines Kraftwerks die Schritte: Messen einer realen Temperaturverteilung in mindestens zwei Ebenen im Verbrennungsraum und rechnerisches Ermitteln der Temperatur an mindestens einer zwischen den beiden Ebenen liegenden Stelle auf der Grundlage der gemessenen realen Temperaturver-
25 teilungen.

Entsprechend umfasst eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Überwachen der Verbrennung in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks in einer ersten Ausführungsform eine Einrichtung
30 zum Messen einer realen Konzentrationsverteilung eines Stoffes in mindestens zwei Ebenen im Verbrennungsraum und eine Einrichtung zum rechnerischen Ermitteln der Konzentration des Stoffes an mindestens einer zwischen den beiden Ebenen liegenden Stelle auf der Grundlage der gemessenen realen Kon-
35 zentrationsverteilungen. In einer zweiten, alternativen oder zusätzlichen Ausführungsform umfasst eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Überwachen der Verbrennung in einem Verbrennungsraum eines Kraftwerks eine Einrichtung zum Messen einer

realen Temperaturverteilung in mindestens zwei Ebenen im Verbrennungsraum und eine Einrichtung zum rechnerischen Ermitteln der Temperatur an mindestens einer zwischen den beiden Ebenen liegenden Stelle auf der Grundlage der gemessenen
5 realen Temperaturverteilungen.

Der Grundgedanke der Erfindung liegt mit anderen Worten darin, dass während der Verbrennung in einem Kraftwerk eine Konzentrationsverteilung und/oder eine Temperaturverteilung eines vorgegebenen Stoffes in zwei Ebenen gemessen wird. Basierend auf den damit festgelegten Randbedingungen wird ferner, insbesondere mittels CAT-Technik, die Konzentration und/oder die Temperatur an mindestens einer Stelle im Zwischenraum zwischen den beiden Ebenen rechnerisch ermittelt. Auf diese
10 Weise ist es mit der erfindungsgemäßen Lösung möglich, ein vollständiges Bild der Verbrennung zu erzeugen. Mit diesem Bild ist eine bessere Regelung der Verbrennung möglich, als bisher.

20 Bei der obigen Definition der Erfindung wird unter "Stoff" allgemein jede Art von Verbrennungsedukt und/oder -produkt verstanden, insbesondere in Form von Gas als Bestandteil des Abgases.

25 Bei einer ersten vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung wird beim rechnerischen Ermitteln die Konzentrationsverteilung des Stoffes bzw. die Temperaturverteilung in mindestens einer zwischen den beiden Ebenen liegenden Ebene ermittelt. Es kann auf diese Weise eine weitere zweidimensionale Verteilung der Konzentration und/oder der Temperatur für eine beliebig liegende Ebene in dem Zwischenraum zwischen den beiden vorgesehenen Ebenen erzeugt werden. Ferner ist es
30 möglich insgesamt ein dreidimensionales Gitter für die Verteilung von Konzentration/en (auch für mehrere Stoffe) und/oder die Temperatur zu erstellen.

Bei einer zweiten vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung erfolgt das rechnerische Ermitteln zeitgleich

mit dem Messen. Es ist also nicht zwingend ein sequentielles Vorgehen beim Messen und weiteren Ermitteln von Konzentration/en und der Temperatur erforderlich, sondern es können diese Schritte auch simultan erfolgen, so dass besonders schnell und besonders aussagekräftige Ermittlungsergebnisse erzeugt werden können. Insgesamt kann so auf einfache Weise ein zwar teilweise nur genähertes, dafür aber vollständiges Bild der Verbrennung auf kostengünstige, einfache und zugleich prozesssichere Art erzeugt werden.

Die genannten vorteilhaften Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind bevorzugt in Gestalt entsprechend angepasster Einrichtungen auch in den erfindungsgemäßen Vorrichtungen realisiert.

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

Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens.

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, mehreren Flammen 11 sowie Abgase.

Im Verbrennungsraum 10 sind zwei Messebenen 12 und 14 vorgesehen, an deren Rand sich jeweils 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 die Konzentration der Stoffe O_2 (Sauerstoff) und CO (Kohlenmonoxid) gemessen werden können.

5 Ferner kann mit den Messinstrumenten 16 und der Auswerteeinrichtung 18 die Temperaturverteilung in der zugehörigen Messebene 12 bzw. 14 ermittelt werden. Die Messung beruht dabei auf einer Kombination der Absorptionsspektroskopie und der CAT-Technik.

10 Die Auswerteeinrichtung 18 ist über einen Datenbus 20 mit einer Optimierungseinrichtung 22, einer Bedieneinrichtung 24 und einer Leiteinrichtung bzw. Leittechnik 26 betrieblich derart gekoppelt. Über die Bedieneinrichtung 24 können die von der Auswerteeinrichtung 18 gemessenen realen Konzentra-
15 tionsverteilungen sowie Temperaturverteilungen in den Ebenen 12 und 14 dazu genutzt werden, um an mindestens einer Stelle und insbesondere mehreren Ebenen zwischen den beiden Ebenen 12 und 14 mit Hilfe der aus den Verteilungen ermittelten Randbedingungen in der Optimierungseinrichtung 22 die Kon-
20 zentration der genannten Stoffe und auch die Temperatur rechnerisch zu ermitteln. Die Ebenen, in denen die Konzentrationen und die Temperaturen ermittelt werden, liegen dabei insbesondere parallel zu den ebenfalls parallel zu einander verlaufenden Ebenen 12 und 14. Die rechnerische Ermittlung kann
25 auch weiterer Konzentrations- und Temperaturwerte anderer Stoffe umfassen, etwa um die in dem Verbrennungsraum 10 brennenden Flammen insbesondere im Hinblick auf einen geringen Ausstoß von NO_x (Stickoxid) zu optimieren.

30 Zur rechnerischen Ermittlung verwendet die Optimierungseinrichtung 22 Interpolationsgleichungen sowie insbesondere auch physikalische Modellgleichungen der Diffusion und der Kinematik im Verbrennungsraum, die zuvor anhand eines Modells des Verbrennungsraums 10 erstellt und in der Optimierungseinrich-
35 tung 22 gespeichert worden sind.

Das zugehörige Verfahren ist in Fig. 2 veranschaulicht. Es umfasst den Schritt 28 des Messens der Konzentrationsvertei-

lung z. B. der Stoffe O_2 und CO und der Temperaturverteilung in der Ebene 12. In einem Schritt 30 wird zeitgleich die Konzentrationsverteilung z. B. der Stoffe O_2 und CO in der Ebene 14 sowie die dortige Temperaturverteilung gemessen. Ferner
5 wird in einem Schritt 32, wie oben erläutert, die Konzentrationsverteilung sowie die Temperaturverteilung in mehreren Ebenen zwischen den Ebenen 12 und 14 rechnerisch ermittelt.

Auf der Grundlage dieser Ermittlung erfolgt dann in einem
10 Schritt 34 eine Optimierung der Verbrennung, beispielsweise durch eine Änderung der Luftschichtung und/oder ein abschnittsweises Ändern des Luftüberschusses.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen der Verbrennung in einem Verbrennungsraum (10) eines Kraftwerks mit den Schritten:

- 5 - Messen (28, 30) einer realen Konzentrationsverteilung eines Stoffes in mindestens zwei Ebenen (12, 14) im Verbrennungsraum (10) und
- rechnerisches Ermitteln (32) der Konzentration des Stoffes an mindestens einer zwischen den beiden Ebenen (12, 14) liegenden Stelle auf der Grundlage der gemessenen realen Konzentrationsverteilungen.
10

2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem beim rechnerischen Ermitteln (32) die Konzentrationsverteilung des Stoffes in mindestens einer zwischen den beiden Ebenen (12, 14) liegenden Ebene ermittelt wird.
15

3. Verfahren zum Überwachen der Verbrennung in einem Verbrennungsraum (10) eines Kraftwerks, insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, mit den Schritten:
20 - Messen (28, 30) einer realen Temperaturverteilung in mindestens zwei Ebenen (12, 14) im Verbrennungsraum und
- rechnerisches Ermitteln (32) der Temperatur an mindestens einer zwischen den beiden Ebenen (12, 14) liegenden Stelle auf der Grundlage der gemessenen realen Temperaturverteilungen.
25

4. Verfahren nach Anspruch 3,
bei dem beim rechnerischen Ermitteln (32) die Temperaturverteilung in mindestens einer zwischen den beiden Ebenen (12, 14) liegenden Ebene ermittelt wird.
30

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem das rechnerische Ermitteln (32) zeitgleich mit dem Messen (28, 30) erfolgt.
35

6. Vorrichtung zum Überwachen der Verbrennung in einem Verbrennungsraum (10) eines Kraftwerks mit

- einer Einrichtung (16, 18) zum Messen einer realen Konzentrationsverteilung eines Stoffes in mindestens zwei Ebenen (12, 14) im Verbrennungsraum (10) und
- einer Einrichtung (22) zum rechnerischen Ermitteln der Konzentration des Stoffes an mindestens einer zwischen den beiden Ebenen (12, 14) liegenden Stelle auf der Grundlage der gemessenen realen Konzentrationsverteilungen.

7. Vorrichtung zum Überwachen der Verbrennung in einem Verbrennungsraum (10) eines Kraftwerks, insbesondere nach Anspruch 6, mit
- einer Einrichtung (16, 18) zum Messen einer realen Temperaturverteilung in mindestens zwei Ebenen (12, 14) im Verbrennungsraum und
 - einer Einrichtung (22) zum rechnerischen Ermitteln der Temperatur an mindestens einer zwischen den beiden Ebenen (12, 14) liegenden Stelle auf der Grundlage der gemessenen realen Temperaturverteilungen.

FIG 1

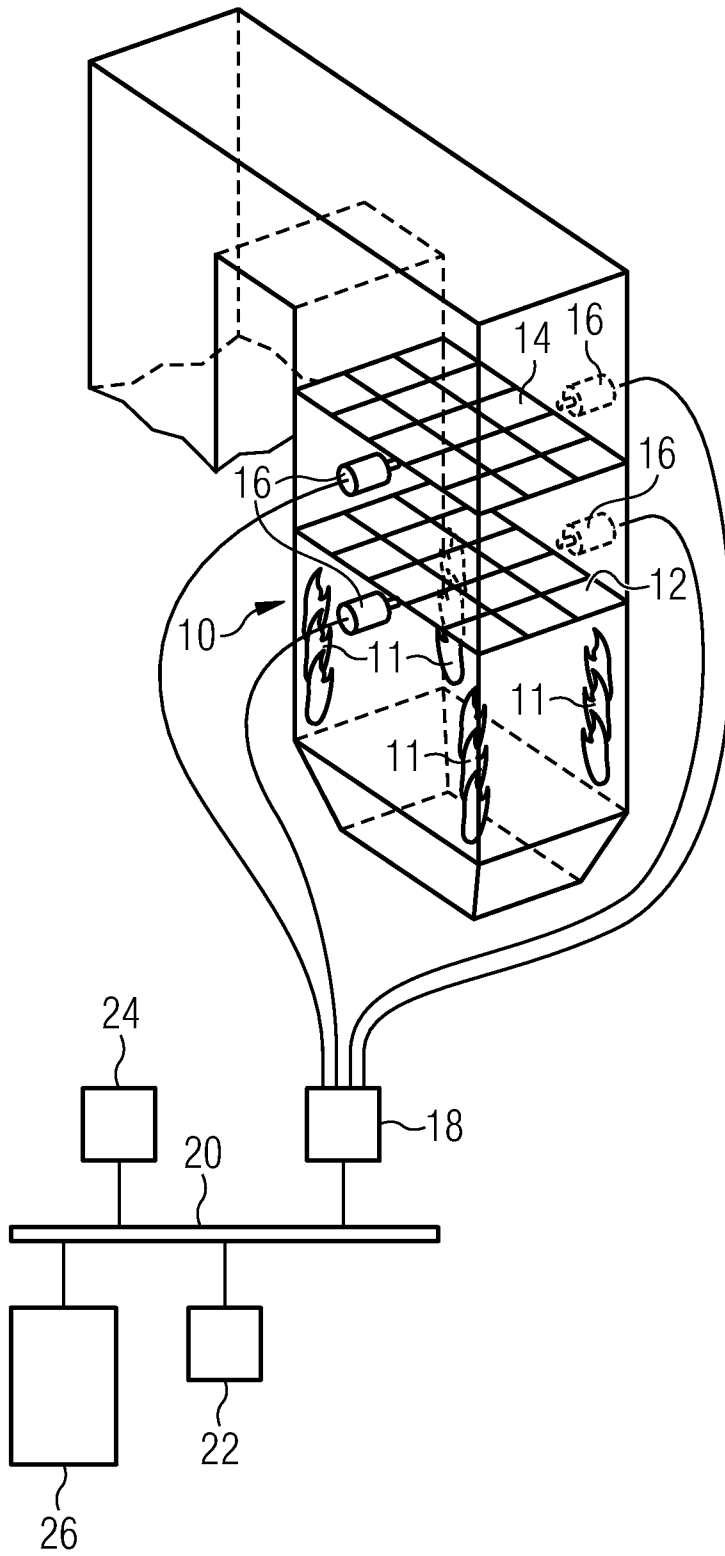


FIG 2

