(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 802 372 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.10.1997 Patentblatt 1997/43

(51) Int Cl.[6]: **F23N 5/08**

(21) Anmeldenummer: **97710009.8**

(22) Anmeldetag: **15.04.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE DK ES FR GB GR IE IT NL SE

(30) Priorität: **17.04.1996 DE 19615141**

(71) Anmelder: **BFI Automation Dipl.-Ing. Kurt-Henry Mindermann GmbH**
40883 Ratingen (DE)

(72) Erfinder: **Wintrich, Franz, Dipl.-Ing.**
45309 Essen (DE)

(54) Verfahren und Einrichtung zur Steuerung eines Verbrennungsprozesses in einem Kessel

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Steuerung eines Verbrennungsprozesses in einem Kessel mit einem Brenner, über den Brennstoff in den Kessel eingetragen und unter Bildung einer Flamme verbrannt wird, das bzw. die eine direkte Erfassung und Steuerung der Verbrennung dadurch erlaubt, daß die Ausbildung der Flamme durch einen Detektor erfaßt wird und die Flamme in Abhängigkeit der in einer Recheneinrichtung verarbeiteten Ausgangssignale des Detektors durch Stellgrößeneingriffe auf den Brenner und/oder eine dem Brenner vorgeschaltete Vorrichtung geregelt wird.

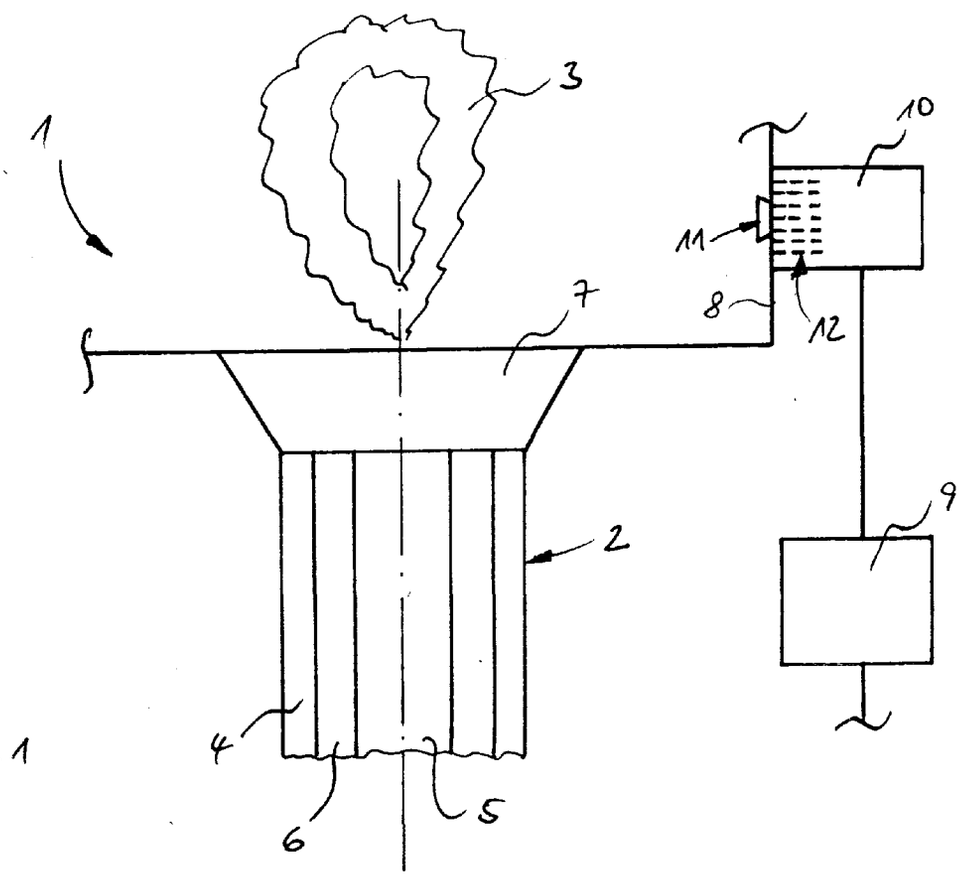

Fig. 1

EP 0 802 372 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Steuerung eines Verbrennungsprozesses in einem Kessel nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. Anspruchs 10.

Bei bekannten Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsprozesses in einem Kessel mit Brennern werden Daten über verschiedene Prozeßparameter erfaßt und zum Ableiten von Eingriffen auf Stellgrößen verarbeitet. So werden zum Beispiel Temperatur und Zusammensetzung von Verbrennungsgasen am Kesselaustritt, Dampfparameter wie Temperatur und Dampfmassenstrom und Temperaturen im Kessel gemessen.

In Abhängigkeit der gemessenen Größen werden Eingriffe auf Stellglieder des Verbrennungsprozesses abgeleitet, so daß beispielsweise bei einer hohen NOX-Konzentration im Verbrennungsgas Stellglieder des Brenners betätigt werden, um global höhere Mengen an Verbrennungsluft zuzuführen. In einem anderen Fall kann bei einer Messung eines relativ niedrigen Dampfmassenstroms die Brennstoffzufuhr durch entsprechende Ansteuerung von Stellgliedern erhöht werden. Eine stabile Steuerung des Verbrennungsprozesses mit den bekannten Verfahren ist aufgrund mehrerer gleichzeitig einzuhaltender Parameter relativ schwierig.

Die bekannten Verfahren haben den Nachteil, daß sie den eigentlichen Verbrennungsvorgang des Brennstoffs nicht erfassen und nur indirekt steuern.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Steuerung eines Verbrennungsprozesses in einem Kessel nach dem Oberbegriff des Anspruch 1 bzw. Anspruch 10 anzugeben, das bzw. die eine direkte Erfassung und Steuerung der Verbrennung erlaubt.

Diese Aufgabe wird durch den kennzeichnenden Teil des Anspruch 1 bzw. Anspruch 10 gelöst.

Durch die Beobachtung und Analyse des Flammenbildungsverhaltens bei dem eigentlichen Verbrennungsvorgang des Brennstoffs in einem Brennernahfeld können Daten zu einer direkten Steuerung bereitgestellt werden. Mit einer Regelung der Flamme werden andere Prozeßparameter gewissermaßen bereits zwangsläufig mitgeregelt. Wird die Flamme mit einer optimalen Ausbildung gehalten, kann praktisch davon ausgegangen werden, daß die üblichen Prozeßparameter zumindest in der Nähe eines optimalen Betriebspunktes liegen. Anhand der verarbeiteten Ausgangssignale des Detektors können die Zufuhr von Primär-Sekundär-und/oder Tertiärluft, die Zufuhr von Brennstoff und strömungstechnische Einstellvorrichtungen des Brenners eingestellt werden. Beispielsweise kann der Drall beim Eintrag des Brennstoffs eingestellt werden. Ferner kann das Brennstoff/Luftverhältnis lokal optimal eingestellt werden. Hierbei wird es ermöglicht, entweder die Menge an Brennstoff oder an Luft gezielt auf einen optimalen Wert einzustellen, um das gewünschte Brennstoff/Luftverhältnis zu erreichen.

Der Detektor erfaßt die Flamme vorteilhaft mittels eines hochorts- und geringspektralauflösenden Sensors sowie eines geringorts-und hochspektralauflösenden Sensors.

Der hochorts- und geringspektralauflösende Sensor ist bevorzugt als CCD-Kamera ausgebildet. Mit der CCD-Kamera kann auf einfache Weise die Form und das Umfeld der Flamme erfaßt werden. Dieser Sensor erfaßt bevorzugt das Strömungsfeld der Flamme. Er kann auch eine relativ genaue örtliche Verteilung der Temperatur erfassen.

Der geringorts- und hochspektralauflösende Sensor ist bevorzugt durch Glasfaserkabel mit zugeordneten Spektralzerlegungsvorrichtungen ausgebildet. Eine Spektralzerlegungsvorrichtung kann in besonders einfacher Weise als Gitter, Spalt oder Prisma ausgebildet sein. Mit dem geringorts- und hochspektralauflösenden Sensor wird bevorzugt das Radikalen- und/oder Temperaturfeld der Flamme erfaßt. Hierbei ist die Erfassung einzelner Radikale von besonderer und deren genaue örtliche Zuordnung eher von geringerer Bedeutung.

Um eine relativ stabile Steuerung des Verbrennungsprozesses zu ermöglichen, werden bevorzugt zeitliche Veränderungen des Temperatur-, Strömungs- und/oder Radikalenfelds der Flamme erfaßt.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels zu entnehmen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den Abbildungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Ausschnitt eines Kessels zur Kohleverfeuerung.

Fig. 2 zeigt eine Ansicht des Detektors aus Fig. 1.

Der in Fig. 1 schematisch dargestellte Kessel 1 zur Kohleverfeuerung weist einen Brenner 2 auf. Über den Brenner 2 wird Brennstoff und Luft in den Kessel 1 eingetragen und unter Bildung einer Flamme 3 verbrannt.

Der im wesentlichen zylinderförmig ausgebildete Brenner 2 umfaßt einen äußeren Luftkanal 4, einen inneren Luftkanal 5 und einen Eintragskanal 6 zum Brennstoffeintrag. An dem dem Kessel 1 zugewandten Ende des Brenners 2 ist ein Eintragstrichter 7 vorgesehen.

Von einer Wandung 8 des Kessels 1 ist ein mit einer Recheneinrichtung 9 verbundener Detektor 10 aufgenommen. Der Detektor 10 ist auf die Flamme 3 gerichtet und umfaßt einen als CCD-Kamera 11 ausgebildeten hochorts- und geringspektralauflösenden Sensor und einen durch Glasfaserkabel 12 mit zugeordneten Spektralzerlegungsvorrichtungen ausgebildeten geringorts- und hochspektralauflösenden Sensor.

Wie in der in Fig. 2 schematisch dargestellten Frontansicht des Detektors 10 gezeigt, sind die Glasfaserkabel 12 des Sensors unterhalb des Objektivs der CCD-Kamera 11 angeordnet.

Die Recheneinrichtung 9 ist über weiter nicht dargestellte Signalleitungen mit Stellgliedern des Brenners

2 und einer nichtdargestellten Brennstoffmühle verbunden.

Um einen im wesentlichen gleichgroßen Blickwinkel wie die CCD-Kamera 11 zu ermöglichen, sind die Glasfaserkabel 12 fächerartig angeordnet.

Zur Steuerung des Verbrennungsprozesses in dem Kessel 1 wird die bei der Kohleverbrennung gebildete Flamme 3 durch den Detektor 10 beobachtet und deren Ausbildung erfaßt. Hierbei werden über den Sensor 11 die Form und das Strömungsfeld und über den Sensor 12 das Radikalen- und Temperaturfeld der Flamme 3 erfaßt.

Die Ausgangssignale des Detektors 10 werden an die Recheneinrichtung 9 weitergeleitet und dort zu Steuersignalen für die Stellglieder des Brenners 2 und der Brennstoffmühle zur Regelung der Flamme 3 verarbeitet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsprozesses in einem Kessel mit einem Brenner, über den Brennstoff in den Kessel eingetragen und unter Bildung einer Flamme verbrannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbildung der Flamme durch einen Detektor erfaßt wird und die Flamme in Abhängigkeit der in einer Recheneinrichtung verarbeiteten Ausgangssignale des Detektors durch Stellgrößeneingriffe auf den Brenner und/oder eine dem Brenner vorgeschaltete Vorrichtung geregelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektor die Flamme mittels eines hochorts- und geringspektralauflösenden Sensors sowie eines geringorts-und hochspektralauflösenden Sensors erfaßt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der hochorts- und geringspektralauflösende Sensor als CCD-Kamera ausgebildet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der geringorts- und hochspektralauflösende Sensor durch Glasfaserkabel mit zugeordneten Spektralzerlegungsvorrichtungen ausgebildet ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Temperaturfeld der Flamme erfaßt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Strömungsfeld der Flamme erfaßt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Radikalenfeld der Flamme erfaßt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zeitliche Veränderungen des Temperatur-, Strömungs- und/oder Radikalenfelds der Flamme erfaßt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Stellgrößeneingriffe auf eine dem Brenner vorgeschaltete Brennstoffmühle vorgenommen werden.

10. Einrichtung zur Steuerung eines Verbrennungsprozesses in einem Kessel (1) mit einem Brenner (2), über den Brennstoff in den Kessel (2) eingetragen und unter Bildung einer Flamme (3) verbrannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß von einer Wandung (8) des Kessels (1) ein mit einer Recheneinrichtung (9) verbundener Detektor (10) aufgenommen wird, der auf die Flamme (3) gerichtet ist und die Recheneinrichtung (9) mit Stellvorrichtungen des Brenners (2) und/oder einer dem Brenner (2) vorgeschaltete Vorrichtung zur Regelung der Flamme verbunden ist.

11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektor (10) einen hochorts- und geringspektralauflösenden Sensor (11) sowie einen geringorts-und hochspektralauflösenden Sensor (12) umfaßt.

12. Einrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der hochorts- und geringspektralauflösende Sensor (11) als CCD-Kamera ausgebildet ist.

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der geringorts- und hochspektralauflösende Sensor (12) durch Glasfaserkabel mit zugeordneten Spektralzerlegungsvorrichtungen ausgebildet ist.

14. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Glasfaserkabel fächerartig angeordnet sind.

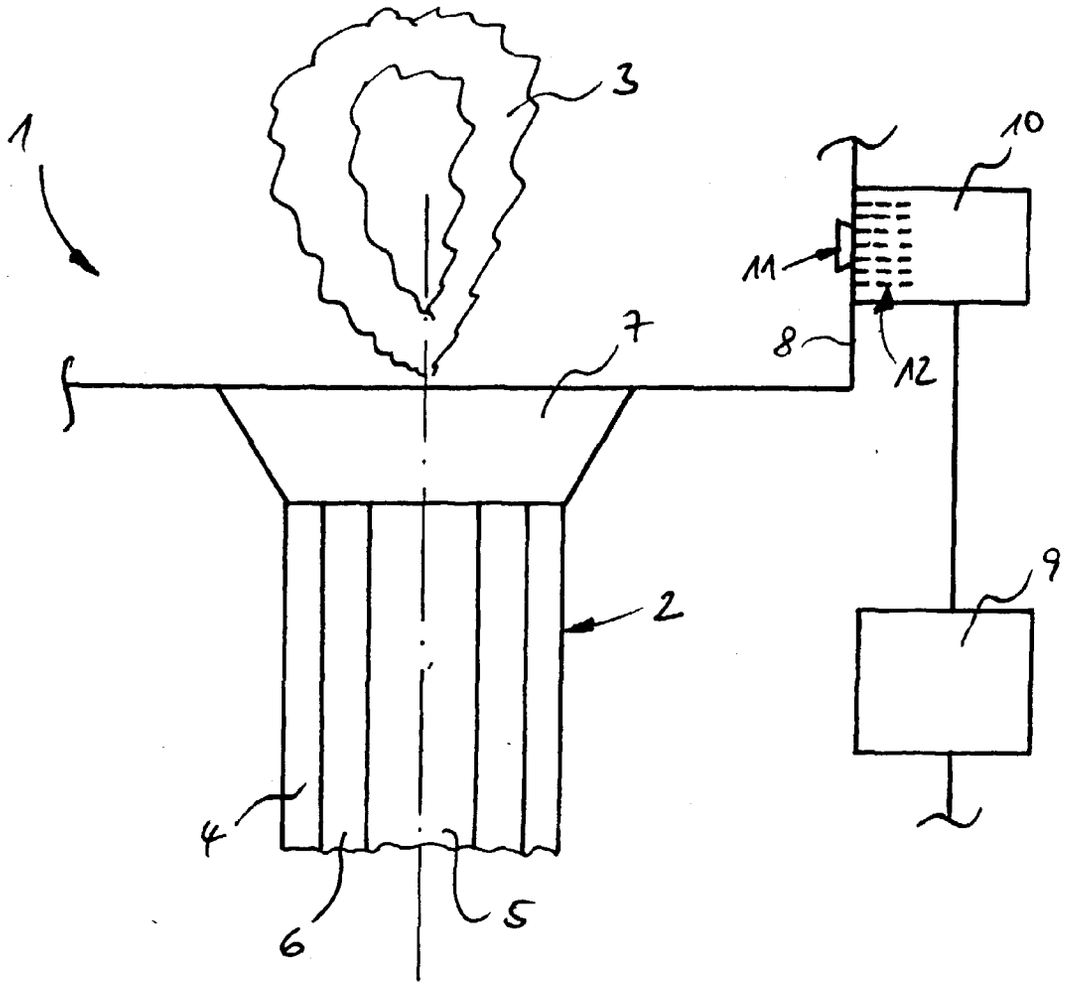

Fig. 1

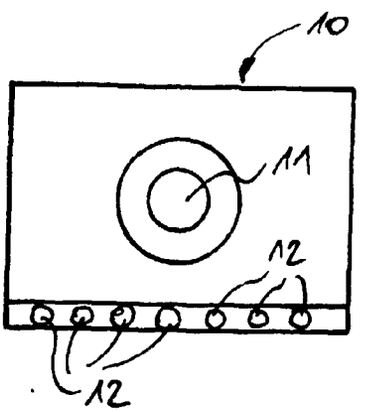

Fig. 2

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 71 0009

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP 0 352 620 A (MARTIN) * das ganze Dokument * ---	1,5,10	F23N5/08
X	EP 0 581 451 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI) * Zusammenfassung; Abbildungen * ---	1,5	
X	EP 0 616 200 A (HITACHI)	1,7,10, 12	
A	* das ganze Dokument * ---	2-4,13	
A	VGB KRAFTWERKSTECHNIK, Bd. 76, Nr. 1, 1.Januar 1996, Seiten 37-45, XP000547457 WALTER M ET AL: "BESTIMMUNG UND AUSWERTUNG DER TEMPERATURVERTEILUNG VON VERBRENNUNGSGUT AUF DEM VERBRENNUNGSROST VON MUELLVERBRENNUNGSANLAGEN" ---	1,10	
A	DE 43 05 645 A (RWE ENTSORGUNG) * das ganze Dokument * ---	1-3,5,7, 10-12	
A	DE 44 16 270 A (ANDRESEN) * das ganze Dokument * ---	1,10	
A	US 4 701 624 A (KERN ET AL) * das ganze Dokument * ---	1,10	
A	US 4 983 853 A (DAVALL ET AL.) * Zusammenfassung * ---	1,2,10, 11	
A	DE 35 08 253 A (MINDERMANN) * das ganze Dokument * -----	1,2,10, 11	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
F23N

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	25.Juli 1997	Kooijman, F

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

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

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 andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)