



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 214 370 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.09.2017 Patentblatt 2017/36

(51) Int Cl.:
F23N 5/00 (2006.01) **F23N 3/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **17157320.7**

(22) Anmeldetag: **22.02.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **01.03.2016 DE 102016103609**

(71) Anmelder: **Hochschule Karlsruhe
Technik und Wirtschaft
76133 Karlsruhe (DE)**

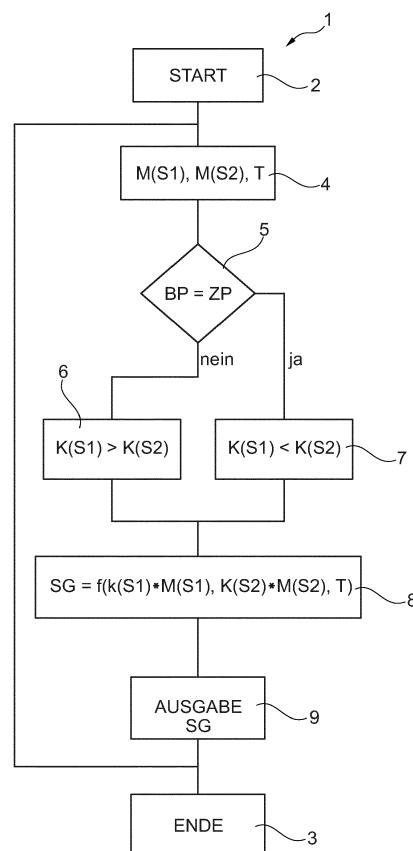
(72) Erfinder:

- **Kohler, Heinz**
77815 Bühl (DE)
- **Knoblauch, Jens**
77654 Offenburg (DE)
- **Brunner, Simon**
76137 Karlsruhe (DE)

(74) Vertreter: **Ege Lee & Partner
Patentanwälte PartGmbB
Schirmgasse 268
84028 Landshut (DE)**

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VERBRENNUNG VON FESTEN ORGANISCHEN BRENNSTOFFEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung zur Verbrennung von festen organischen Brennstoffen in einer Hausfeuerungsanlage, wobei der Verbrennungsvorgang während verschiedener Brennphasen (BP) mittels einer Steuerung zumindest einer Luftzufuhreinrichtung abhängig von einer chemischen Zusammensetzung des Abgases der Hausfeuerungsanlage mittels Sensoren geregelt wird. Um den Schadgasausstoß der Hausfeuerungsanlage weiter zu verringern, wird aus einer Kombination von Messsignalen (M(S1), M(S2)) zumindest zweier auf Abgaskomponenten unterschiedlich querempfindlicher Sensoren eine Stellgröße (SG) für die zumindest eine Luftzufuhreinrichtung gebildet, wobei die Messsignale (M(S1), M(S2)) der einzelnen Sensoren abhängig von der Brennphase (BP) unterschiedlich gewichtet werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung zur Verbrennung von festen organischen Brennstoffen in einer Hausfeuerungsanlage, wobei der Verbrennungsvorgang während verschiedener Brennphasen mittels einer Steuerung zumindest einer Luftzufuhreinrichtung abhängig von einer Zusammensetzung des Abgases der Hausfeuerungsanlage mittels Sensoren geregelt wird.

[0002] Feuerungsanlagen, insbesondere Hausfeuerungsanlagen dienen der Wärmegewinnung für Heizung, Warmwasserzubereitung und dergleichen in Gebäuden mittels organischer fester Brennstoffe wie beispielsweise Stückholz, Pellets, Hackschnitzeln und dergleichen. Zu Beginn des Verbrennungsprozesses erfolgt die Entzündung wie Anzünden des Brennstoffs bei beginnender Zufuhr von Luft mittels einer Luftzufuhreinrichtung. Nach dem Zünden des Brennstoffs erhöht sich die Verbrennungstemperatur innerhalb der Zündphase. Bei oder kurz vor Erreichen einer Maximaltemperatur geht die Zündphase in eine Hochtemperaturphase über, die bei diskontinuierlicher Beschickung einer Hausfeuerungsanlage, beispielsweise bei einem Stückholzofen nach Abbrand des Brennguts in eine Ausbrandphase übergeht. In den einzelnen Brennphasen liegen unterschiedliche Verbrennungsbedingungen für den Brennstoff vor, die jeweils zu einer unterschiedlichen Energieausbeute und Abgaszusammensetzung führen.

[0003] Zur Verminderung der Abgasbelastung und Steuerung einer Energieausbeute erfolgt daher eine Steuerung der Zufuhr von Luft mittels Regelgrößen, beispielsweise der Verbrennungstemperatur und der zugeführten Luftmenge. Zusätzlich kann die Schadstoffemission als Regelparameter für die Steuerung der Hausfeuerungsanlage dienen. Beispielsweise ist aus der WO 2008/037413 A2 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verbrennung von Brennstoffen in einem Ofen mit einer Primärbrennkammer und einer Sekundärbrennkammer mit jeweils einer Luftzufuhreinrichtung bekannt. Um eine verbesserte Verbrennung abhängig von den einzelnen Brennphasen zu erzielen, wird die erste Zufuhreinrichtung in der Zündphase abhängig von der Verbrennungstemperatur und in der Hochtemperaturphase abhängig von der Temperatur und einem Gehalt an Sauerstoff im Abgas geregelt. Die zweite Luftzufuhreinrichtung wird anhand der Temperatur und des Gehalts an nachverbrennbaren Reaktionsprodukten im Abgas geregelt. Hierbei wird ein einziger Sensor eingesetzt, der ein Summensignal für alle nachverbrennbaren Gase, also Kohlenmonoxid, oxidierbare Kohlenwasserstoffe und dergleichen bildet.

[0004] Des Weiteren ist aus Henrick Petersson, Martin Holberg: "Initial studies on the possibility to use chemical sensors to monitor and control boilers", Sensors & Actuators B 111-112 (2005), 487-493 bekannt, mittels eines Sensorarrays mit Sensoren unterschiedlicher Querempfindlichkeit für unterschiedliche Komponenten eine

Zusammensetzung eines Abgases aus Holzverbrennungsprozessen zu bestimmen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist die vorteilhafte Weiterbildung eines Verfahrens und einer Vorrichtung zur Verbrennung von festen organischen Brennstoffen. Insbesondere ist Aufgabe der Erfindung, den Schadstoffausstoß einer Feuerungsanlage, insbesondere einer Hausfeuerungsanlage zu verringern.

[0006] Die Aufgabe wird durch das Verfahren des Anspruchs 1 und die Vorrichtung des Anspruchs 7 gelöst. Die von dem Anspruch 1 beziehungsweise dem Anspruch 7 abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens beziehungsweise der Vorrichtung wieder.

[0007] Das vorgeschlagene Verfahren dient der Verbrennung von festen organischen Brennstoffen in einer Feuerungsanlage, insbesondere einer Hausfeuerungsanlage. Feuerungsanlagen können Brennkessel oder Öfen wie beispielsweise Kachelöfen, sogenannte Schwedenöfen oder dergleichen sein. Der Brennstoff kann vereinzelt als Stückholz, beispielsweise zur diskontinuierlichen Beschickung oder als Pellets, Hackschnitzel oder dergleichen zur kontinuierlichen Beschickung vorgesehen sein. Der Verbrennungsvorgang kann mittels der Steuereinrichtung während verschiedener Brennphasen mittels einer von einer Zusammensetzung des Abgases und der Feuerungsanlage und gegebenenfalls der Verbrennungstemperatur geregelter Luftzufuhr geregelt werden. Hierzu sind zumindest zwei Abgaskomponenten erfassende Sensoren zur Ermittlung von Komponenten des Abgases im Abgasstrom und zumindest ein Temperaturfühler vorgesehen, wobei der im Abgas vorhandene Restsauerstoff mittels eines Sauerstoffsensors ermittelt werden kann. Weiterhin kann ein Temperaturfühler zur Erfassung der Verbrennungstemperatur vorgesehen sein. Dieser kann direkt am Brennbett oder im Abgasraum, beispielsweise in einer Sekundärbrennkammer einer Hausfeuerungsanlage mit Nachverbrennung der Abgase angeordnet sein. Alternativ kann aus beispielsweise empirisch ermittelten Eigenschaften des Brennraums die Verbrennungstemperatur aus Messwerten eines entfernt, beispielsweise im Abgasraum angeordneten Temperaturfühlers rückgeschlossen werden.

[0008] Als Sensoren zur Ermittlung von Gehalten unterschiedlicher Komponenten der Abgaszusammensetzung können beispielsweise Halbleitersensoren, beispielsweise Zinndioxidssensoren, Hochtemperaturgas-sensoren wie beispielsweise nach dem Mischpotential-prinzip arbeitende Mischpotentialsensoren, kalorimetrische Sensoren und/oder dergleichen vorgesehen sein. Die Sensoren können kontinuierlich oder getaktet messend betrieben werden. Beispielsweise können ein oder mehrere Sensoren während einzelnen Messvorgängen mit einem Temperaturprofil betrieben werden. Derartige Sensoren weisen in der Regel Querempfindlichkeiten zwischen den im Abgas der Feuerungsanlage vorkommenden Abgasen wie beispielsweise Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoff, beispielsweise gesättigte Koh-

lenwasserstoffe wie beispielsweise Methan, ungesättigte Kohlenwasserstoffe wie beispielsweise Ethen sowie weitere teiloxidierte Kohlenwasserstoffe mit funktionellen Gruppen wie beispielsweise Alkohole, Aldehyde, Ketone und dergleichen auf. Wird dabei ein einziger Sensor eingesetzt, ergibt sich ein Summensignal über alle Komponenten in jeder Brennphase, so dass eine Regelung zur Abgasminimierung relativ ungenau ist. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass die Abgaszusammensetzung über die Brennphasen in charakteristischer Art und Weise variiert. Es wird daher vorgeschlagen, mehrere, bevorzugt zwei Sensoren einzusetzen und deren Messsignale zu einer Stellgröße der zumindest einen Luftzufuhreinrichtung zu kombinieren. Unter Kombination ist hierbei jede mathematische Verknüpfung wie beispielsweise Addition, Produktbildung und dergleichen zu verstehen. In besonders vorteilhafter Weise wird dabei die Querempfindlichkeit der Sensoren in der Weise ausgenutzt, dass Sensoren verwendet werden, die eine unterschiedliche Querempfindlichkeit gegenüber Kohlenmonoxid und den im Abgas auftretenden Kohlenwasserstoffen aufweisen.

[0009] Gleichzeitig wird zur besseren Steuerung der Verbrennung in den einzelnen Brennphasen jeweils ein Sensor gegenüber dem oder den anderen Sensoren bei der Bildung der Stellgröße gewichtet, der in der entsprechenden Brennphase die größere Sensitivität, also die größere Empfindlichkeit gegenüber den in dieser Brennphase gehäuft auftretenden Gaskomponenten aufweist. Dies bedeutet, dass aus einer Kombination von Messsignalen zumindest zweier beispielsweise auf Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe oder zwei oder mehrere unterschiedliche Kohlenwasserstoffe unterschiedlich quерempfindlicher Sensoren eine Stellgröße für die zumindest eine Luftzufuhreinrichtung gebildet wird, wobei die Messsignale der einzelnen Sensoren abhängig von der Brennphase unterschiedlich gewichtet werden. Zur Festlegung kann beispielsweise einmalig vor einer Erstinbetriebnahme der Feuerungsanlage bei festgelegtem Brennstoff beziehungsweise bei der Auslegung einer Feuerungsanlage brennphasenspezifisch eine Abgasanalyse vorgenommen werden. Hieraus kann einerseits eine Auswahl geeigneter Sensoren und andererseits die Festlegung der phasenselektiven Wichtungsfaktoren über die vorgesehenen Brennphasen erfolgen. Beispielsweise hat sich gezeigt, dass in der Zündphase bevorzugt leicht flüchtige, bevorzugt nachverbrennbare, beispielsweise ungesättigte Kohlenwasserstoffe wie Ethen und dergleichen, Aldehyde, Alkohole und dergleichen bei der Verbrennung entstehen, während in der Hochtemperaturphase vorwiegend Kohlenmonoxid und Methan entstehen. Es wird daher vorgeschlagen, zumindest einen für Kohlenmonoxid höher sensitiven, das heißt gegenüber den anderen Komponenten weniger quерempfindlichen ersten Sensor und zumindest einen insbesondere für nicht gesättigte Kohlenwasserstoffe und/oder Alkohole, Aldehyde und/oder dergleichen höher sensitiven, das heißt, gegenüber Kohlenmonoxid we-

niger quерempfindlichen zweiten Sensor einzusetzen, um die Gehalts- wie beispielsweise Konzentrationsbestimmung der gasförmigen Abgaskomponenten in den verschiedenen Brennphasen genauer bestimmen zu können.

[0010] Hierbei wird in vorteilhafter Weise in einer kontinuierlich mit Brennstoff beschickten Feuerungsanlage mit zwei in eine Zündphase und eine Hochtemperaturphase gegliederten Brennphasen in der Zündphase der zweite Sensor mit höherer Wichtung und in der Hochtemperaturphase mit geringerer Wichtung gegenüber dem ersten Sensor und der erste Sensor in der Hochtemperaturphase mit höherer und in der Zündphase mit geringerer Wichtung gegenüber dem zweiten Sensor versehen, um in Kombination die Stellgröße zu bilden.

[0011] Entsprechend können in einer diskontinuierlich mit Brennstoff beschickten Feuerungsanlage mit drei in eine Zündphase, eine Hochtemperaturphase und eine Ausbrandphase gegliederten Brennphasen die Signale der zumindest zwei Sensoren in jeder Brennphase unterschiedlich, das heißt phasenspezifisch zur Bildung der Stellgröße gewichtet sein.

[0012] Der Übergang der einzelnen Brennphasen ineinander, beispielsweise der Übergang von der Zündphase in die Hochtemperaturphase und der Übergang von der Hochtemperaturphase in die Ausbrandphase werden systemspezifisch beispielsweise anhand fester oder vom Verbrennungsverlauf abhängiger Messgrößen ermittelt. Beispielsweise kann zur Ermittlung des Übergangs zwischen Zündphase und Hochtemperaturphase der Ablauf eines bei Zündung gestarteten Zeitintervalls vorgesehen sein. Weiterhin kann eine Temperaturschwelle über- beziehungsweise unterschreitende Verbrennungstemperatur oder Abgastemperatur als Messgröße zur Festlegung eines Übergangs zwischen Zündphase und Hochtemperaturphase und/oder zwischen Hochtemperaturphase und/oder Ausbrandphase vorgesehen werden. Weiterhin kann als Messgröße eine Temperaturgradientenschwelle unterschreitender Temperaturgradient zur Festlegung eines Übergangs zwischen Zündphase und Hochtemperaturphase vorgesehen sein, während ein Übergang von der Hochtemperaturphase in die Ausbrandphase mittels einer Temperaturgradientenschwelle überschreitenden Temperaturgradienten erkannt werden kann. Alternativ oder zusätzlich kann ein Übergang zwischen den verschiedenen Brennphasen mittels der Messsignale der Sensoren selbst erkannt werden, indem beispielsweise Absolutwerte dieser ausgewertet werden. Unterschreitet beispielsweise ein Messsignal eines auf Kohlenmonoxid höher sensitiven Sensors eine vorgegebene Schwelle und/oder unterschreitet ein Messsignal eines auf ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Aldehyde oder dergleichen höher sensitiven Sensors eine vorgegebene Schwelle, kann ein Übergang von der Zündphase in die Hochtemperaturphase erkannt werden und eine Änderung der Wichtung der zu der Stellgröße der zumindest einen Luftzufuhreinrichtung kombinierten Messsignale

der einzelnen Sensoren vorgenommen werden.

[0013] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens und einer zugehörigen Feuerungsanlage kann diese eine Primärbrennkammer mit einer ersten Luftzufuhreinrichtung und eine mit dieser verbundene Sekundärbrennkammer mit einer zweiten Luftzufuhreinrichtung aufweisen, wobei die erste Luftzufuhreinrichtung zumindest in der Zündphase abhängig von der Verbrennungstemperatur und die zweite Luftzufuhreinrichtung mittels der vorgeschlagenen Stellgröße aus den zumindest zwei Sensoren mit abhängig von der Brennphase gewichteten Messsignalen geregelt wird. In vorteilhafter Weise kann die erste Luftzufuhreinrichtung in der Hochtemperaturphase und in der Ausbrandphase abhängig von der Verbrennungstemperatur und abhängig von dem Sauerstoffgehalt des Abgases geregelt werden. Hierzu kann zusätzlich zu den zumindest zwei Sensoren ein Sauerstoffsensor, beispielsweise ein potentiometrisch betriebener Sensor, beispielsweise eine Lambdasonde, ein amperometrisch betriebener elektrochemischer Sensor, ein paramagnetisch messender Sensor oder ein optischer, eine Fluoreszenzlösung oder eine Absorption messender Sauerstoffsensor vorgesehen sein. Des Weiteren kann die Stellgröße zusätzlich zu den Messsignalen der beiden Sensoren abhängig von weiteren Parametern, beispielsweise einem Sauerstoffgehalt im Abgas, der Verbrennungstemperatur, der Temperatur in der Sekundärbrennkammer und/oder dergleichen abhängig gebildet sein. Es versteht sich, dass auch weitere, in anderer Weise technisch ausgebildete Feuerungsanlagen beispielsweise mit drei oder mehr Verbrennungsluftströmen von der Erfindung umfasst sind.

[0014] Die vorgeschlagene Vorrichtung dient der Durchführung des vorgeschlagenen Verfahrens und enthält eine Feuerungsanlage, insbesondere eine Hausfeuerungsanlage mit zumindest einer Beschickungsöffnung zur Zufuhr von festem, vereinzeltem organischem Brennstoff auf ein Brennbett wie beispielsweise einem Brennrost, zumindest einer Luftzufuhreinrichtung, einem Abgasbereich zur Abfuhr von Verbrennungsgas sowie zumindest zwei gegenüber verschiedenen Abgaskomponenten, beispielsweise gegenüber Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoff querempfindlichen Sensoren. Die Sensoren können einzeln, das heißt jeweils in einem eigenen Gehäuse konfektioniert in dem Abgasraum untergebracht sein. Alternativ können zumindest die zumindest zwei Sensoren zu einem Sensorarray zusammengefasst sein. Dies bedeutet, dass die einzelnen sensorisch aktiven Oberflächenschichten in einem einzigen gemeinsamen Gehäuse untergebracht sein können oder jeweils ein Sensor mit Oberflächenschicht in einem eigenen Gehäuse untergebracht ist und die Gehäuse zusammengefasst in einem diese umgebenden Gehäuse untergebracht sind. Das Sensorarray ist dabei im Abgasraum untergebracht. Alternativ können beispielsweise zum Schutz der Sensoren vor hohen Temperaturen und aggressiven Bedingungen im Abgasstrom im Bypass-Verfahren betrieben werden, wobei die Sensoren parallel

oder seriell in ein Leitungssystem eingebunden sind, über welches Leitungssystem Abgas transportiert, beispielsweise angesaugt oder durchgepumpt, die Sensoren passiert und anschließend ins Freie oder in den Abgasstrom abgegeben wird.

[0015] Die vorgeschlagene Vorrichtung enthält zumindest einen Sensor mit einer höheren Querempfindlichkeit gegenüber Kohlenmonoxid als gegenüber den übrigen Verbrennungsgasen und einen weiteren Sensor mit einer höheren Querempfindlichkeit gegenüber Kohlenwasserstoffen als gegenüber Kohlenmonoxid.

[0016] Die Regelung der Luftzufuhreinrichtung für eine Zufuhr von Luft beispielsweise in eine Primärbrennkammer und/oder Sekundärbrennkammer kann beispielsweise mittels einer Regelung einer Stellklappe zur Zufuhr von Luft, eine Volumenstromregelung der Zuluft oder dergleichen vorgesehen sein.

[0017] Die Erfindung wird anhand des in der einzigen Figur darstellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Diese zeigt eine Ablaufroutine zur Ermittlung der Stellgröße für eine Feuerungsanlage anhand einer Hausfeuerungsanlage.

[0018] Die Ablaufroutine 1 dient der Ermittlung der Stellgröße SG aus zwei Messsignalen M(S1), M(S2) abhängig von zwei Brennphasen einer Hausfeuerungsanlage anhand der Temperatur T, beispielsweise der Verbrennungstemperatur oder der Abgastemperatur in einem Sekundärbrennraum. Die Stellgröße SG dient in dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Regelung der Luftzufuhr in den Sekundärbrennraum der Hausfeuerungsanlage. Die Ablaufroutine 1 wird mit dem Block 2 gestartet und mit dem Block 3 nach einem entsprechenden Interrupt beendet.

[0019] In Block 4 werden die Messsignale M(S1), M(S2) zweier zueinander bezüglich der zu erfassenden Abgaskomponenten der Hausfeuerungsanlage querempfindlicher Sensoren, beispielsweise eines Kohlenmonoidsensors mit dem Messsignal M(S1) und eines Kohlenwasserstoffsensors mit dem Messsignal M(S2) sowie die Temperatur T, beispielsweise die Verbrennungstemperatur erfasst.

[0020] In der Verzweigung 5 wird beispielsweise anhand von unter- oder überschrittenen Temperaturschwellen der Temperatur T, beispielsweise der Verbrennungstemperatur oder der Temperatur im Sekundärbrennraum abgefragt, ob die Brennphase BP die Zündphase ZP ist. Ist dies nicht der Fall, handelt es sich um die Hochtemperaturphase und Block 6 wird angewählt. Aus dem beispielsweise empirisch ermittelten Verhalten der Hausfeuerungsanlage ist vorab bekannt, dass in der Hochtemperaturphase der Gehalt an Kohlenmonoxid eine übergeordnete Bedeutung aufweist und der Gehalt an Kohlenwasserstoffen unbedeutend ist. Der Wichtungsfaktor K(S1) für das Messignal M(S1) wird

deshalb größer gewählt als der Wichtungsfaktor K(S2) für das Messignal M(S2).

[0021] Wird in der Verzweigung 5 erkannt, dass die Brennphase BP gleich der Zündphase ZP ist, wird in

Block 7 der Wichtungsfaktor K(S1) kleiner als der Wichtungsfaktor K(S2) ausgebildet, da für die Zusammensetzung des Abgases der Gehalt an Kohlenwasserstoffen in der Zündphase ZP die größere Bedeutung aufweist. Es wird dabei darauf hingewiesen, dass in der Zündphase bereits Gehalte an Kohlenmonoxid auftreten können, die größer als die Gehalte an Kohlenwasserstoffen sind, so dass eine entsprechende Wichtung des Messsignals M(S2) des Kohlenwasserstoffsensors von besonderem Vorteil für die Bestimmung der Abgasqualität ist.

[0022] In Block 8 werden die ermittelten Messsignale M(S1), M(S2), die ermittelten Wichtungsfaktoren K(S1), K(S2) und die Temperatur T zu dem Stellsignal SG in einer mathematischen Verknüpfung kombiniert.

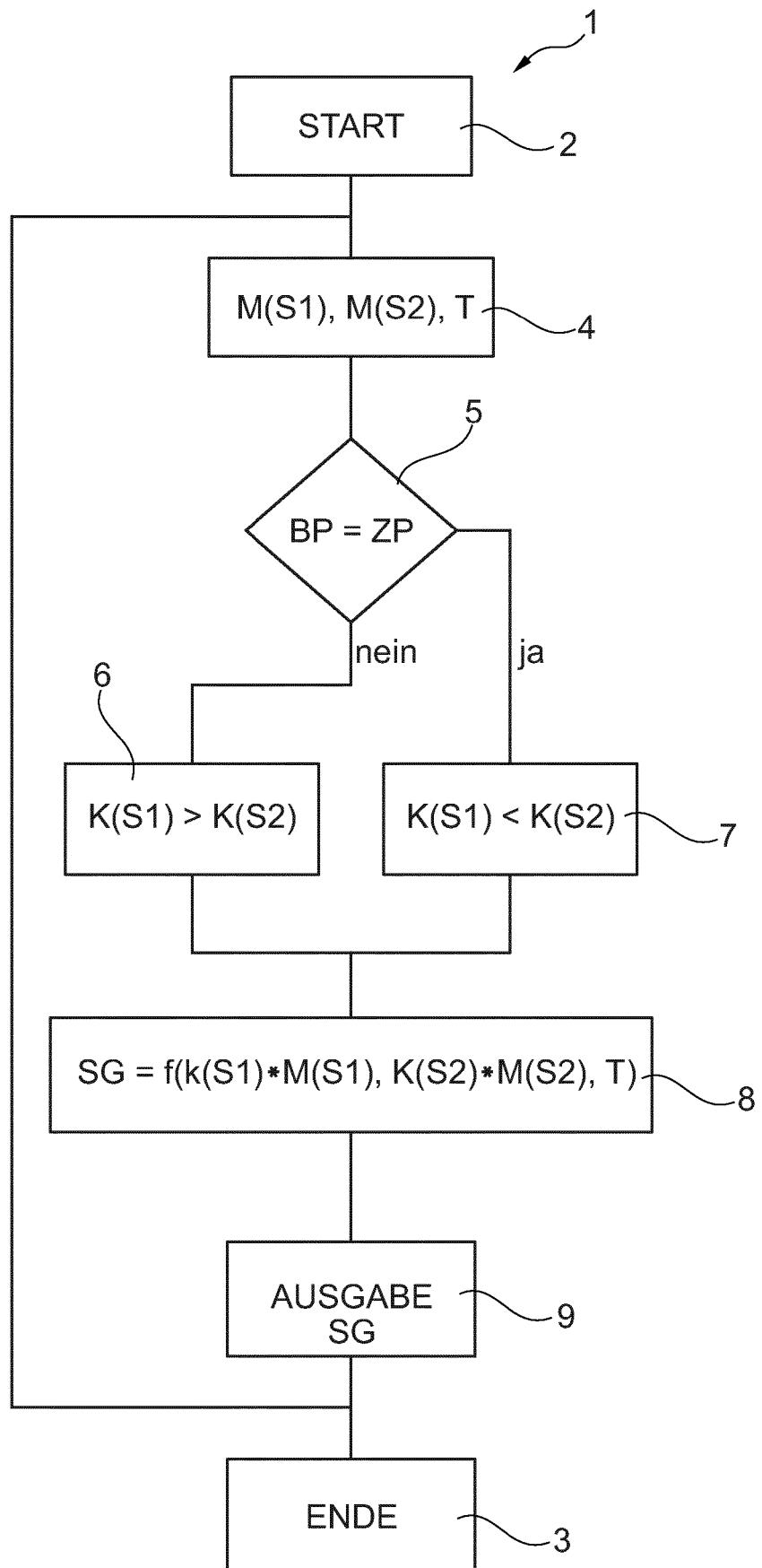
[0023] In Block 9 wird die Stellgröße SG an die Einrichtung zur Regelung der Hausfeuerungsanlage ausgegeben und die Ablaufroutine 1 wird bei fehlendem Interrupt mit Block 4 neu gestartet. Die Stellgröße SG kann mittels weiterer Parameter, beispielsweise Kalibrationsparametern, Formparametern und/oder dergleichen sowie anwendungsspezifischen Parametern an den Verbrennungsprozess und an die Hausfeuerungsanlage angepasst werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbrennung von festen organischen Brennstoffen in einer Hausfeuerungsanlage, wobei der Verbrennungsvorgang während verschiedener Brennphasen (BP) mittels einer Steuerung zumindest einer Luftzufuhreinrichtung abhängig von einer chemischen Zusammensetzung des Abgases der Hausfeuerungsanlage mittels Sensoren geregelt wird, wobei der Verbrennungsprozess in zumindest zwei Brennphasen (BP), nämlich zumindest in eine Zündphase (ZP) und eine Hochtemperaturphase unterteilt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus einer Kombination von Messsignalen (M(S1), M(S2)) zumindest zweier auf Abgaskomponenten unterschiedlich querempfindlicher Sensoren eine Stellgröße (SG) für die zumindest eine Luftzufuhreinrichtung gebildet wird, wobei die Messsignale (M(S1), M(S2)) der einzelnen Sensoren abhängig von der Brennphase (BP) unterschiedlich gewichtet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor einer Erstinbetriebnahme der Hausfeuerungsanlage die Gehalte der mittels der Sensoren zu erfassenden Abgaskomponenten abhängig von den Brennphasen (BP) ermittelt werden und abhängig davon phasenspezifische Wichtungsfaktoren (k(S1), k(S2)) für die Messsignale (M(S1), M(S2)) der einzelnen Brennphasen (BP) vorgegeben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mittels eines Sensors er-

fasse Abgaskomponente Kohlenmonoxid und zumindest eine weitere Abgaskomponente ein Kohlenwasserstoff ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellgröße (SG) zusätzlich abhängig von dem Gehalt an Sauerstoff im Abgas und/oder der Temperatur (T), insbesondere der Verbrennungstemperatur geregelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Übergang der Brennphasen (BP) anhand von Betriebszeiten, Temperaturschwellen und/oder Temperaturgradientenschwellen festgelegt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feuerungsanlage eine Primärbrennkammer mit einer ersten Luftzufuhreinrichtung und eine mit dieser verbundene Sekundärbrennkammer mit einer zweiten Luftzufuhreinrichtung enthält, wobei die erste Luftzufuhreinrichtung zumindest in der Zündphase (ZP) abhängig von der Verbrennungstemperatur und gegebenenfalls von dem Gehalt an Sauerstoff und die zweite Luftzufuhreinrichtung mittels der Stellgröße (SG) und gegebenenfalls zusätzlich abhängig von der Temperatur im Abgas, insbesondere in der Sekundärbrennkammer geregelt wird.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 mit einer Feuerungsanlage mit zumindest einer Beschickungsöffnung zur Zufuhr von festem, vereinzeltem organischem Brennstoff auf ein Brennbett, zumindest einer Luftzufuhreinrichtung, einem Abgasbereich zur Abfuhr von Verbrennungsgas sowie zumindest zwei gegenüber auf Abgaskomponenten querempfindlichen Sensoren sowie gegebenenfalls einem Temperatursensor, insbesondere Verbrennungstemperatursensor und/oder einem im Abgas angeordneten Sauerstoffsensor, wobei die Sensoren in einem Sensorsarray zusammengefasst sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gegenüber den vorgesehenen Abgaskomponenten querempfindlichen Sensoren als Halbleitersensoren, kalorimetrische Sensoren und/oder Mischpotentialsensoren ausgebildet sind.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 15 7320

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrikt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X	DE 44 36 085 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 11. April 1996 (1996-04-11) * Spalte 2, Zeile 5 - Spalte 5, Zeile 58; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1-5,7,8	INV. F23N5/00 F23N3/00
15	Y	EP 2 246 624 A2 (KOHLER HEINZ [DE]; BUTSCHBACH PAUL [DE]; GLEISING DOMINIK [DE]) 3. November 2010 (2010-11-03) * Absatz [0001] - Absatz [0014]; Beispiel 1 *	1-8	
20	Y	EP 0 697 565 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 21. Februar 1996 (1996-02-21) * Zusammenfassung *	1-8	
25	Y	DE 10 2011 005525 B3 (UNTHA RECYCLINGTECHNIK GMBH [DE]) 5. April 2012 (2012-04-05) * Zusammenfassung *	1-8	
30	Y	DE 10 2008 028099 A1 (SCHLOTTMANN DIETHER [DE]) 17. Dezember 2009 (2009-12-17) * Zusammenfassung *	1-8	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35	A	EP 2 066 972 A2 (HOCHSCHULE KARLSRUHE TECHNIK U [DE]) 10. Juni 2009 (2009-06-10) -----	1	F23N F23H
40				
45				
50	1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
	Den Haag	23. Juni 2017	Munteh, Louis	
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
	A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
	O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
	P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

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

EP 17 15 7320

5 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.

23-06-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 4436085 A1	11-04-1996	DE EP US	4436085 A1 0711908 A2 5564405 A	11-04-1996 15-05-1996 15-10-1996
20	EP 2246624 A2	03-11-2010	DE EP	102009019118 A1 2246624 A2	04-11-2010 03-11-2010
25	EP 0697565 A1	21-02-1996	DE EP	4428952 A1 0697565 A1	22-02-1996 21-02-1996
30	DE 102011005525 B3	05-04-2012	KEINE		
35	DE 102008028099 A1	17-12-2009	KEINE		
40	EP 2066972 A2	10-06-2009	DE EP WO	102006046599 A1 2066972 A2 2008037413 A2	03-04-2008 10-06-2009 03-04-2008
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

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 2008037413 A2 [0003]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **HENRICK PETERSSON ; MARTIN HOLBERG.** Initial studies on the possibility to use chemical sensors to monitor and control boilers. *Sensors & Actuators B*, 2005, vol. 111-112, 487-493 [0004]