

(19)



(11)

EP 2 005 066 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.08.2014 Patentblatt 2014/35

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

(21) Anmeldenummer: **07703333.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/001050

(22) Anmeldetag: **07.02.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/093312 (23.08.2007 Gazette 2007/34)

(54) **VERFAHREN ZUM STARTEN EINER FEUERUNGSEINRICHTUNG BEI UNBEKANNTEN RAHMENBEDINGUNGEN**

METHOD FOR STARTING A FIRING DEVICE IN UNKNOWN GENERAL CONDITIONS

PROCÉDÉ POUR METTRE EN MARCHE UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE DANS DES CONDITIONS GÉNÉRALES INCONNUES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

- **GEIGER, Martin**
94327 Bogen (DE)
- **TUNGL, Rudolf**
84030 Ergolding (DE)

(30) Priorität: **14.02.2006 DE 102006006964**

(74) Vertreter: **Sperling, Rüdiger**
Staeger & Sperling
Partnerschaftsgesellschaft
Sonnenstrasse 19
80331 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.12.2008 Patentblatt 2008/52

(73) Patentinhaber: **ebm-papst Landshut GmbH**
84030 Landshut (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 522 790 EP-A2- 1 207 340
DE-A1- 10 200 128 DE-U1-202004 017 851
GB-A- 2 270 748

(72) Erfinder:
• **GEIGER, Ulrich**
94327 Bogen (DE)

EP 2 005 066 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 zum Starten einer Feuerungseinrichtung, insbesondere eines Gasbrenners, bei unbekannten Rahmenbedingungen und insbesondere bei erstmaligem Nichtzünden, wobei für die Feuerungseinrichtung in einem Speicher eine aus empirischen Ermittlungen bekannte Kennlinie einer Start-Luftzahl in Abhängigkeit von der Brenneroberflächentemperatur hinterlegt ist.

[0002] Gasheizgeräte werden zur Bereitstellung von Warmwasser in einem Kessel, zur Bereitstellung von Heizwärme o.ä. eingesetzt. In verschiedenen Betriebsphasen werden an das Gerät unterschiedliche Anforderungen gestellt. Speziell der Startvorgang des Geräts verlangt ein schnelles Entzünden der Brennerflamme und eine anschließende, an den Wärmebedarf angepasste, Leistungsabgabe. Aufgrund der im Normalfall unregelmäßigen Nutzung des Gasbrenners über den Tag und die Nacht verteilt, sind die Start-Rahmenbedingungen für den Gasbrenner meist unbekannt. Wichtige Größen für diese Start-Rahmenbedingungen sind vor allem die Brenneroberflächentemperatur, die Gasart, der Gasdruck, der Umgebungsdruck der Luft und die Luftfeuchtigkeit. Die entscheidende Größe zur Zündung des Brenners ist die Start-Luftzahl, durch die das Verhältnis der tatsächlich dem Brenner zugeführten Luftmenge zu der theoretisch für eine optimale stöchiometrische Verbrennung erforderlichen Luftmenge beschrieben ist. Der Sollwert für die Luftzahl für die hygienisch optimale Verbrennung während des Betriebs liegt bei etwa 1,3. Brenner zünden bei unterschiedlichen Gas-Luftverhältnissen abhängig von den Rahmenbedingungen.

[0003] Die Leistungsabgabe eines Gasbrenners richtet sich nach dem sich regelmäßig ändernden Wärmebedarf. Im Wesentlichen wird die Leistungsabgabe durch die Einstellung der Zufuhr von Luft und Brenngas und durch das eingestellte Mischungsverhältnis zwischen Luft und Gas bestimmt. Das Mischungsverhältnis kann beispielsweise als Verhältnis der Massenströme oder der Volumenströme der Luft und des Gases angegeben werden.

[0004] Die DE 100 45 270 C2 offenbart eine Feuerungseinrichtung und ein Verfahren zum Regeln der Feuerungseinrichtung bei schwankender Brennstoffqualität. Insbesondere wird bei einer Änderung der Gasqualität das Brennstoff-Luftverhältnis entsprechend verändert. Dabei wird für jede geeignete Brennstoffart die Gemischzusammensetzung so lange nachgeregelt, bis die gewünschte Flammenkerntemperatur erreicht ist. Außerdem werden Kennfelder für verschiedene Brennstoffe verwendet, aus denen bei jeder Änderung der Leistungsanforderungen ein neues, geeignetes Brennstoff-Luftverhältnis ausgelesen wird. Ein Verfahren zum Starten des Brenners ist nicht offenbart.

[0005] In der GB 2 270 748 A ist ein Steuerungssystem für einen Gasbrenner gezeigt. Die Regelung erfolgt hier unter Verwendung einer an der Brenneroberfläche ge-

messenen Temperatur. Da die Oberflächentemperatur von der Flußrate des Luft-Gas-Gemisches abhängt, wird bei Unterschreiten einer bestimmten Temperatur die Geschwindigkeit des Gebläserotors gesenkt, wodurch der Luftfluss und damit das Luft-Gas-Verhältnis gesenkt wird. Auf den Startvorgang des Brenners und die damit verbundenen Verfahrensschritte wird nicht individuell eingegangen.

[0006] Aus der AT 411 189 B ist ein Verfahren zur Regelung eines Gasbrenners bekannt, bei dem die CO-Konzentration in den Abgasen der Brennerflamme mit einem Abgassensor erfasst wird. Ein bestimmter CO-Wert entspricht einem bestimmten Gas-Luftverhältnis. Ausgehend von einem bekannten, z.B. experimentell ermittelten, Gas-Luftverhältnis bei einem bestimmten CO-Wert kann ein gewünschtes Gas-Luftverhältnis eingestellt werden. Zum Starten regelt der Brenner das Luft-Gas-Gemisch nach einer auf eine bestimmte Gasart abgestimmten Standardvorgabe, berücksichtigt jedoch nicht den Fall, dass sich Rahmenbedingungen ändern, oder dass der Startvorgang misslingt..

[0007] Die EP 770 824 B1 zeigt eine Regelung des Gas-Luftverhältnisses im Brennstoff-Luftgemisch durch Messen eines Ionisationsstroms, der vom Luftüberschuss in den Abgasen der Brennerflamme abhängt. Bei stöchiometrischer Verbrennung wird bekanntermaßen ein Maximum des Ionisationsstroms gemessen. In Abhängigkeit von diesem Wert kann die Gemischzusammensetzung optimiert werden. Der Startvorgang wird von einer Startautomatik durchgeführt, die mit Hilfe eines Sollwertgebers eine Startdrehzahl des Gebläses generiert, bei der ein zündfähiges Gemisch vorliegt. Ebenfalls unberücksichtigt bleibt der Fall eines misslungenen Startversuchs.

[0008] Nachteilhaft an den zuletzt genannten Verfahren ist, dass um sie auszuführen entweder vorausgesetzt wird, dass die Brenner bereits gestartet sind, oder unzureichende, auf feste Rahmenbedingungen abgestimmte Startverfahren verwendet werden. Eine Offenbarung integriert in die Beschreibung den Startvorgang eines Brenners, gelöst mit einer Startautomatik, die lediglich das Gebläse als Regelgröße verwendet. Das ist nicht ausreichend, um unterschiedliche, unbekannte Rahmenbedingungen zu berücksichtigen und auf ein Nichtzünden zu reagieren.

[0009] In dem Stand der Technik EP 1522 790 A2 sind zwei unterschiedliche Verfahren zu unterschiedlichen Gegebenheiten offenbart. Zum einen werden für die erste Inbetriebnahme Verfahrensschritte für einen Startvorgang mit einer Grundeinstellung beschrieben, zum anderen wird ein Kalibriervorgang dargelegt, der einsetzbar ist, sobald die Flamme geregelt brennt.

[0010] Der Stand der Technik DE 102 00 128 A1 offenbart, dass verschiedene Gasarten bei unterschiedlichen Brennstoff-Luft-Gemischen zünden und die Zündung mittels eines Fühlers erkannt wird. Bei konstantem Luftvolumenstrom wird der Gasvolumenstrom kontinuierlich erhöht, bis es zur Zündung kommt. Für unter-

schiedliche Gasarten sind verschiedene Kennlinien (Geraden) in einer Regeleinheit hinterlegt, um anhand einer Messung des Gas- bzw. Luftvolumenstroms zum Zündzeitpunkt bei gleichzeitigem Vergleich mit den hinterlegten Geraden die Gasart zu bestimmen. Es ist somit hieraus bekannt, beim Startverfahren das Brennstoff-Luft-Gemisch kontinuierlich anzufetten, bis es zur Zündung kommt.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Starten einer Feuerungseinrichtung bei unbekannten Rahmenbedingungen bereitzustellen.

[0012] Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0013] In einer Ausführungsform der Erfindung wird bei einem Verfahren gemäß Anspruch 1 die Kalibrierung in folgenden Schritten durchgeführt:

- Zuführung eines zu mageren Brennstoff-Luft-Gemisches an den Brenner, dass keine Zündung erfolgen kann;
- stetige, langsame Anfettung des Brennstoff-Luft-Gemisches durch Öffnen des Gasventils bei kontinuierlichen Zündungsversuchen;
- bei der Zündung: Berechnung der Luftzahl $(\lambda)_{\text{ZÜNDUNG}}$ aus der Brennertemperatur mit Hilfe der hinterlegten Kennlinie;
- Berechnung des Soll-Massenstroms der Verbrennungsluft $m_{L,S}$ für die Soll-Luftzahl $(\lambda)_S$ aus der Größe des gemessenen Ist-Massenstroms und der berechneten Luftzahl $(\lambda)_{\text{ZÜNDUNG}}$ zum Zeitpunkt der Zündung;
- Speicherung der Start-Luftzahl $(\lambda)_{\text{ZÜNDUNG}}$ für künftige Startvorgänge;
- Bestimmung eines Korridors an der aus den Kalibrierungen entstehenden Kennlinie.

[0014] Bei der ersten Inbetriebnahme eines Gasbrenners sind die Rahmenbedingungen gänzlich unbekannt. Sowohl die Zusammensetzung des Gases, als auch die Umgebungsbedingungen spielen für den Start und den Betrieb des Brenners eine entscheidende Rolle. Um einen sicheren Startvorgang zu gewährleisten, ist es erfindungsgemäß vorteilhaft, eine Kalibrierung durchzuführen, bei der die entscheidenden Einflussfaktoren ermittelt und berücksichtigt werden. Der Startvorgang muss jedoch auch nach der ersten Inbetriebnahme im Alltagsbetrieb immer wieder, abhängig von dem Wärmebedarf, sicher vollzogen werden können. Dazu ist eine Kalibrierung ebenfalls vorteilhaft, weil auf diese Weise auf unterschiedliche Bedarfssituationen entsprechend reagiert werden kann. Die Speicherung der bei der Kalibrierung

für die unterschiedlichen Starts ermittelten Luftzahlen birgt die Möglichkeit, für zukünftige Starts auf diese Zahlen zurückzugreifen. Das ist nutzbringend hinsichtlich eines sicheren und schnellen Starts des Gasbrenners. Eine Startautomatik, wie sie der Stand der Technik offenbart, kann diese Vorteile nicht aufweisen, da sie ausschließlich auf exakt bestimmte Rahmenbedingungen eingestellt sein muss und nicht auf unbekannte Rahmenbedingungen reagieren kann.

[0015] Die Kalibrierung erfolgt durch ein Verfahren mit mehreren Schritten. Die Zuführung eines zu mageren Brennstoff-Luft-Gemisches an den Brenner und das stetige langsame Anfetten des Gas-Luft-Gemisches durch Öffnen des Gasventils bringt den großen Vorteil, dass es zu keiner Verpuffungsexplosion eines angesammelten, nicht verbrannten Gas-Luft-Gemisches kommen kann. Grundsätzlich wäre auch eine Annäherung des Gemisches von zu gashaltigem, fettem hin zu lufthaltigerem, magerem Gemisch möglich, bis ein zündungsfähiges Brennstoff-Luft-Gemisch am Brenner vorhanden ist, jedoch wäre eine derartige Annäherung bezüglich des Sicherheitsgedanken äußerst nachteilhaft. Die Berechnungsvorgänge während des Kalibrierungsvorgangs sind einfach und schnell auszuführen. Bei der Zündung wird die Luftzahl und der Soll-Massenstrom der Verbrennungsluft mit Hilfe einer in einem Speicher abfragbaren Kennlinie errechnet, so dass der Brenner direkt in den Betriebszustand überführt werden kann. Die Speicherung der errechneten Ergebnisse bringt den Vorteil eines zukünftig noch schnelleren Startvorgangs.

[0016] Des weiteren ist es vorteilhaft, wenn die einzelnen Ergebnisse nicht nur gespeichert, sondern dafür verwendet werden, eine Kennlinie zu entwickeln, um die ein Korridor bestimmt wird. Dieser Korridor ist für jeden folgenden Startvorgang und für den Betrieb ein entscheidendes Hilfsmittel, weil durch ihn ein Bereich abgegrenzt wird, in dem der Brenner in den verschiedenen Leistungsspektren sicher gestartet und betrieben werden kann. Das hat den großen Vorteil, dass eventuelle Fehlfunktionen, die sich durch einen Betrieb des Gasbrenners außerhalb des Korridors zeigen, sicher entdeckt werden und der Brenner nach einer festgelegten Zeitspanne aus Sicherheitsgründen abgeschaltet wird.

[0017] Vorteilhaft ist auch, die Änderung der Öffnung des Gasventils durch die Modulation einer Pulsweite, durch die Variation einer Spannung oder eines Stroms einer Ventilschule, oder durch Betätigung eines Schrittmotors eines Ventils durchzuführen. Auf diese Weise kann das Gasventil schnell und sicher die benötigten Öffnungen realisieren.

[0018] Des weiteren ist es vorteilhaft, dass für die Feuerungseinrichtung zur Berechnung der tatsächlichen Start-Luftzahl eine empirisch ermittelte Kennlinie von Start-Luftzahlen zu bekannten Rahmenbedingungen in einem Speicher hinterlegt ist. Bei verschiedenen Brennertemperaturen werden dafür vorab unterschiedliche Start-Luftzahlen ermittelt, die die hinterlegte Kennlinie beschreiben. Mit Hilfe der Kennlinie kann während des

Kalibrierungsvorgangs durch Messen der Brenntemperatur einfach die tatsächliche Start-Luftzahl errechnet werden.

[0019] Weitere Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung. Es zeigen:

Fig. 1 einen Ablaufplan des Kalibrierungsvorgangs;

Fig. 2 eine Kennlinie, die aus empirischen Ermittlungen für die Feuerungseinrichtung gespeichert ist;

Fig. 3 eine Kennlinie mit einem Korridor, die während des Kalibrierungsvorgangs berechnet wird.

[0020] Figur 1 zeigt einen Ablaufplan, der die einzelnen Schritte des Kalibrierungsvorgangs darstellt.

[0021] Der Ablaufplan ist gemäß der dargestellten Pfeile schrittweise von oben nach unten zu lesen. Untereinander abgebildete Schritte werden nacheinander, nebeneinander abgebildete Schritte gleichzeitig ausgeführt. Jeder Schritt entspricht einem rechteckigen Kasten.

[0022] Zu Beginn des Kalibrierungsvorgangs wird Gas mit einer konstanten Luftmenge vermischt. Das anfangs daraus entstehende Brennstoff-Luft-Gemisch ist absichtlich zu mager, d.h. der Gasanteil ist zu gering, um gezündet werden zu können. Auf diese Weise ist eine Ausgangssituation sichergestellt, bei der es zu keiner unerwarteten Zündung, von der eine Explosionsgefahr ausgeht, kommen kann.

[0023] Durch langsames, stetiges Öffnen des Gasventils bei konstantem Luft-Massenstrom wird das zu dem Brenner strömende Brennstoff-Luft-Gemisch angefeuert, d.h. das Verhältnis von der zugeführten Gasmenge zu der zugeführten Luftmenge steigt. Gleichzeitig werden durch die Zündanlage kontinuierlich Zündversuche mit dem fortwährend gashaltiger werdenden Gemisch unternommen:

[0024] Wenn das unbekannte, zur Zündung nötige Verhältnis zwischen Gasmenge und Luftmenge für die jeweiligen Rahmenbedingungen erreicht ist, zündet das Gemisch und der Gasbrenner ist gestartet. Genau zu diesem Zeitpunkt des Zündens wird die Brenntemperatur gemessen. Mit Hilfe dieser gemessenen Temperatur und der in dem Speicher abgelegten Kennlinie der Beziehung von Start-Luftzahl zur Brenntemperatur, wird die tatsächliche Luftzahl zum Zeitpunkt der Zündung berechnet.

[0025] Das Ergebnis dieser berechneten Luftzahl zum Zeitpunkt der Zündung, bei der entsprechend gemessenen Brenntemperatur, wird abgespeichert, so dass die Luftzahl für zukünftige Startvorgänge zur Verfügung steht.

[0026] Des Weiteren wird aus dieser Luftzahl der Soll-Massenstrom der zuzuführenden Luftmenge berechnet. Anschließend kann bei bekannter konstanter Öffnung

des Gasventils die zugeführte Luftmenge von einem gemessenen Istwert zu einem berechneten Sollwert so geändert werden, dass die Soll-Luftzahl erreicht wird. Die Soll-Luftzahl liegt auf der Soll-Kennlinie, die das angestrebte Verhältnis von Luftmenge zu Gasmenge bzw. $m_{L,tatsächlich} / m_{L,min}$ bei verschiedenen Wärme-/ Leistungsanforderungen beschreibt. Um diese Soll-Kennlinie wird ein Korridor erzeugt, der mindestens so groß/breit ist, dass die berechnete Start-Luftzahl innerhalb dieses Korridors liegt. Die Kennlinie und der erzeugte Korridor werden in dem Speicher abgelegt, so dass zukünftige Startvorgänge, entsprechend der unterschiedlichen Wärme-/ Leistungsanforderungen, gemäß dieses Korridors durchgeführt werden. Die für den Gasbrenner vorher unbekannten Rahmenbedingungen sind durch den Kalibrierungsvorgang für folgende Startvorgänge in bekannte Rahmenbedingungen gewandelt worden.

[0027] Die Ansteuerung einer Soll-Luftzahl von der berechneten Start-Luftzahl kann durch eine Änderung der zugeführten Luftmenge bei konstant gehaltener Gasöffnung erfolgen.

[0028] Durch Bildung eines Korridors über dem Luft-Massenstrom ist es möglich, angepasst an die Wärme-/ Leistungsanforderung in einem Parameterbereich zu zünden. Würde mit hoher Leistung gezündet, obgleich nur ein geringer Wärmebedarf besteht, würde viel Energie in das Heizsystem eingebracht, was im Extremfall zum sofortigen Wiederabschalten des Gasbrenners führt. Daher kann bei geringem Leistungsbedarf eine bestimmte kleine Gasöffnung und eine entsprechende Luftmenge angesteuert werden. Für den Fall eines schnellen Bedarfs an hoher Leistung, z.B. dem Brauchwasserbetrieb, steht die maximale Wärme-/ Leistungsabgabe durch eine angesteuerte große Öffnung des Gasventils mit entsprechender Luftmenge direkt zur Verfügung, ohne sich von einer begrenzten Zündleistung her der Maximalleistung langsam annähern zu müssen.

[0029] Durch den erzeugten Korridor sind gleichzeitig für den Normalbetrieb auch Grenzen gesetzt, innerhalb derer der Gasbrenner betrieben wird. Bei Feststellung, dass diese Grenzen über einen bestimmten Zeitraum über- oder unterschritten werden, ist ein Hinweis auf eine Fehlfunktion gegeben. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Abweichung des Gasdrucks vom zulässigen Eingangsdruckbereich, eine Abweichung des Gases, oder um eine Fehlfunktion von Sensoren handeln. Der Gasbrenner schaltet sich in diesem Fall nach Ablauf einer festgelegten Zeitspanne automatisch ab.

[0030] Figur 2 zeigt eine Detailskizze der für die Feuerungseinrichtung in einem Speicher hinterlegten Kennlinie. Diese Kennlinie entsteht aus einer Funktion aus Start-Luftzahl und Brenntemperatur - $f(T_{Brenner}) = \lambda$.

[0031] Die Brenntemperatur ist ein entscheidender Parameter hinsichtlich der zum Start benötigten Start-Luftzahl. Aus mehreren vorab durchgeführten Startversuchen lässt sich eine Kennlinie entwickeln, die eine Start-Luftzahl in Abhängigkeit von der Brenntempera-

tur bestimmt und der Feuerungseinrichtung in einem Speicher hinterlegt wird. Zur Bestimmung dieser Kennlinie wird bei kontinuierlichen Zündversuchen ein zu mageres Brennstoff-Luft-Gemisch langsam angefettet, bis es zur Zündung kommt. Die Luftzahl im Augenblick der Zündung wird festgehalten. Durch Wiederholung dieses Vorgangs bei verschiedenen Brenntemperaturen ergibt sich aus den einzelnen Ergebnissen die gesuchte Kennlinie. Durch die Hinterlegung in einem Speicher kann jederzeit auf die Kennlinie zugegriffen werden.

[0032] Figur 3 zeigt eine Detailskizze der durch den Kalibrierungsvorgang erzeugten Kennlinie und dem dazu bestimmten Korridor (gestrichelt dargestellt).

[0033] Die entscheidenden Einflussgrößen für die Gemischbildung sind die zugeführte Gasmenge m_G und Luftmenge m_L . Die Gasmenge m_G ist dabei abhängig von der Öffnung (w) des Gasventils. Um einen hygienischen Betrieb zu gewährleisten wird die Feuerungsanlage bei einer Luftzahl von etwa $\lambda = 1,3$ betrieben. Die Kennlinie liegt in dem dargestellten Diagramm, je nach Rahmenbedingungen etwas verschoben in Richtung des oberen oder unteren Bereich. Im oberen Bereich ist das Brennstoff-Luft-Gemisch fetter, im unteren Bereich magerer. Um die Kennlinie wird der Korridor bestimmt, durch den Grenzen für den Betrieb und ein sicherer Bereich für die Luftzahl für folgende Startvorgänge vorgegeben ist. Die obere Grenze limitiert die Brennbarkeit des Brennstoff-Luft-Gemisches zu dem fetten, die untere Grenze zu dem mageren Bereich.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Starten einer Feuerungseinrichtung, insbesondere eines Gasbrenners, bei unbekannten Rahmenbedingungen, wobei für die Feuerungseinrichtung in einem Speicher eine aus empirischen Ermittlungen bekannte Kennlinie eine Start-Luftzahl in Abhängigkeit von der Brenntemperatur hinterlegt ist, wobei bei Nichtzündungen der Feuerungseinrichtung

- a) eine Kalibrierung des Startverlaufs durchgeführt wird, wobei das zum Zünden nötige Verhältnis von Öffnung des Gasventils (w) zu Luftmenge m_L iterativ durch Variation der Gas- und/oder der Luftmenge ermittelt wird, und
- b) im Fall der Zündung die Feuerungseinrichtung gestartet und die zutreffende Luftzahl $(\lambda)_{\text{ZÜNDUNG}}$ mit Hilfe der Kennlinie ermittelt und gespeichert wird, und
- c) die durch Kalibrierung ermittelten und gespeicherten Luftzahlen $(\lambda)_{\text{ZÜNDUNG}}$ für folgende Startvorgänge verwendbar sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kalibrierung in folgenden Schritten durchgeführt wird:

- Zuführung eines zu mageren Brennstoff-Luft-Gemisches an den Brenner, dass keine Zündung erfolgen kann,
- stetige, langsame Anfettung des Brennstoff-Luft-Gemisches durch Öffnen des Gasventils (w) und/oder Reduzieren der zugeführten Luftmenge bei kontinuierlichen Zündungsversuchen,
- bei Zündung: Berechnung der Luftzahl $(\lambda)_{\text{ZÜNDUNG}}$ aus der Brenntemperatur mit Hilfe der hinterlegten Kennlinie,
- Berechnung des Soll-Massenstroms der Verbrennungsluft $m_{L,S}$ für die Soll-Luftzahl (λ_S) aus den Größen des Ist-Massenstroms der Verbrennungsluft und der berechneten Luftzahl $(\lambda)_{\text{ZÜNDUNG}}$ zum Zeitpunkt der Zündung.
- Speicherung der Start-Luftzahl $(\lambda)_{\text{ZÜNDUNG}}$ für künftige Startvorgänge

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch entsprechende Kalibrierungen eine Kennlinie entsteht, an der ein Korridor bestimmt wird, innerhalb oder an dessen Grenzen die Feuerungseinrichtung betrieben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kennlinie durch die Funktion $w = f(m_L)$, mit w = Öffnung des Gasventils und m_L = Luftmasse, beschrieben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Berechnung des Soll-Massenstroms der Verbrennungsluft $m_{L,S}$ für die Soll-Luftzahl (λ_S) ein sofortiges Ansteuern des errechneten Soll-Betriebszustands mittels der berechneten Soll-Werte anschließt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ansteuern des Betriebszustands bezüglich der Soll-Werte durch Anpassung der Gas- und/oder Luftmenge ausgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Vorgang des Ansteuerns eine Regelung des Brennbetriebes folgt.

8. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Überschreitung der oberen oder eine Unterschreitung der unteren Grenze des Korridors erfasst wird.

9. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Betrieb der Feuerungseinrichtung außerhalb der Grenzen des Korridors, nach dem Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne, zum Abschalten des Gerätes führt.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-

che, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung der Gasventilsöffnung durch die Variation einer Spannung oder eines Stroms einer Ventilschleife, die Modulation einer Pulsweite, oder durch Regulierung eines Schrittmotors eines Ventils ausgeführt wird.

Claims

1. A method for starting a combustion device, in particular for starting a gas burner, under unknown basic conditions, wherein a characteristic diagram of a start air ratio depending on the burner temperature known from empirical analysis is stored for the combustion device in a memory, wherein after an ignition failure of the combustion device

a) a calibration of the starting process is performed, wherein the ratio of opening of the gas valve (w) to air volume m_L necessary for ignition is iteratively determined by variation of the gas and/or air volume; and

b) in case of ignition, the combustion device is started and the applicable air ratio $(\lambda)_{\text{IGNITION}}$ is determined using the characteristic diagram and stored, and

c) the air ratios $(\lambda)_{\text{IGNITION}}$ determined and stored by means of the calibration are usable for future starting processes.

2. A method according to claim 1, wherein the calibration is performed by the following steps:

- feeding a fuel-air-mix, which is too lean, to the burner, so that no ignition can occur;
- continuous slow enriching of the fuel-air-mix by opening the gas valve (w) and/or reducing the fed air volume under continuous ignition attempts;
- when ignition occurs: computation of the air ratio $(\lambda)_{\text{IGNITION}}$ from the burner temperature by means of the stored characteristic diagram;
- computation of the target mass flow of the combustion air $m_{L,S}$ for the target air ratio (λ_S) from the size of the measured actual mass flow of the combustion air and from the computed air ratio $(\lambda)_{\text{IGNITION}}$ at the point in time of ignition; and
- storing the target air ratio $(\lambda)_{\text{IGNITION}}$ for future starting processes.

3. A method according to claim 1 or 2, wherein a characteristic diagram is generated by respective calibrations, along which a channel is defined, within which, or at whose boundaries the combustion device is operated.

4. A method according to claim 3, wherein the characteristic diagram is defined by the function $w = f(m_L)$,

with w = opening of the gas valve and m_L = air volume.

5. A method according to claim 2, wherein after the computation of the target mass flow of the combustion air $m_{L,S}$ for the target-air-ratio (λ_S) , an immediate controlling of the computed target operating condition by means of the computed target values follows.
6. A method according to claim 5, wherein the controlling of the operating condition with respect to the target values is performed by adapting the gas and/or air volume.
7. A method according to claim 5 or 6, wherein a control of the burner operation is performed after the controlling process.
8. A method according to claim 3, wherein exceeding the upper boundary of the channel or undershooting the lower boundary of the channel is detected.
9. A method according to claim 3, wherein operating the combustion device outside of the boundaries of the channel causes the unit to be switched off after a predetermined time period has expired.
10. A method according to one of the preceding claims, wherein the adjustment of the gas valve opening is performed by varying a voltage or a current of a solenoid valve, the modulation of a pulse width, or by regulating a stepper motor of a valve.

Revendications

1. Procédé pour mettre en marche un système de combustion, en particulier pour mettre en marche un brûleur à gaz, dans des conditions générales inconnues, dans lequel un diagramme caractéristique d'un rapport d'air de démarrage en fonction de la température du brûleur connu à partir d'une analyse empirique est stocké dans une mémoire pour le système de combustion, dans lequel, après une défaillance de l'allumage du système de combustion

a) un étalonnage de l'opération de démarrage est réalisée, dans lequel le rapport nécessaire de l'ouverture de la vanne de gaz (w) au volume de l'air m_L pour l'allumage est déterminé de manière itérative par variation de la quantité du gaz et / ou la quantité d'air; et

b) en cas d'allumage, le dispositif de combustion a mis en marche et le ratio d'air $(\lambda)_{\text{IGNITION}}$ applicable est déterminée en utilisant le diagramme caractéristique et stocké, et

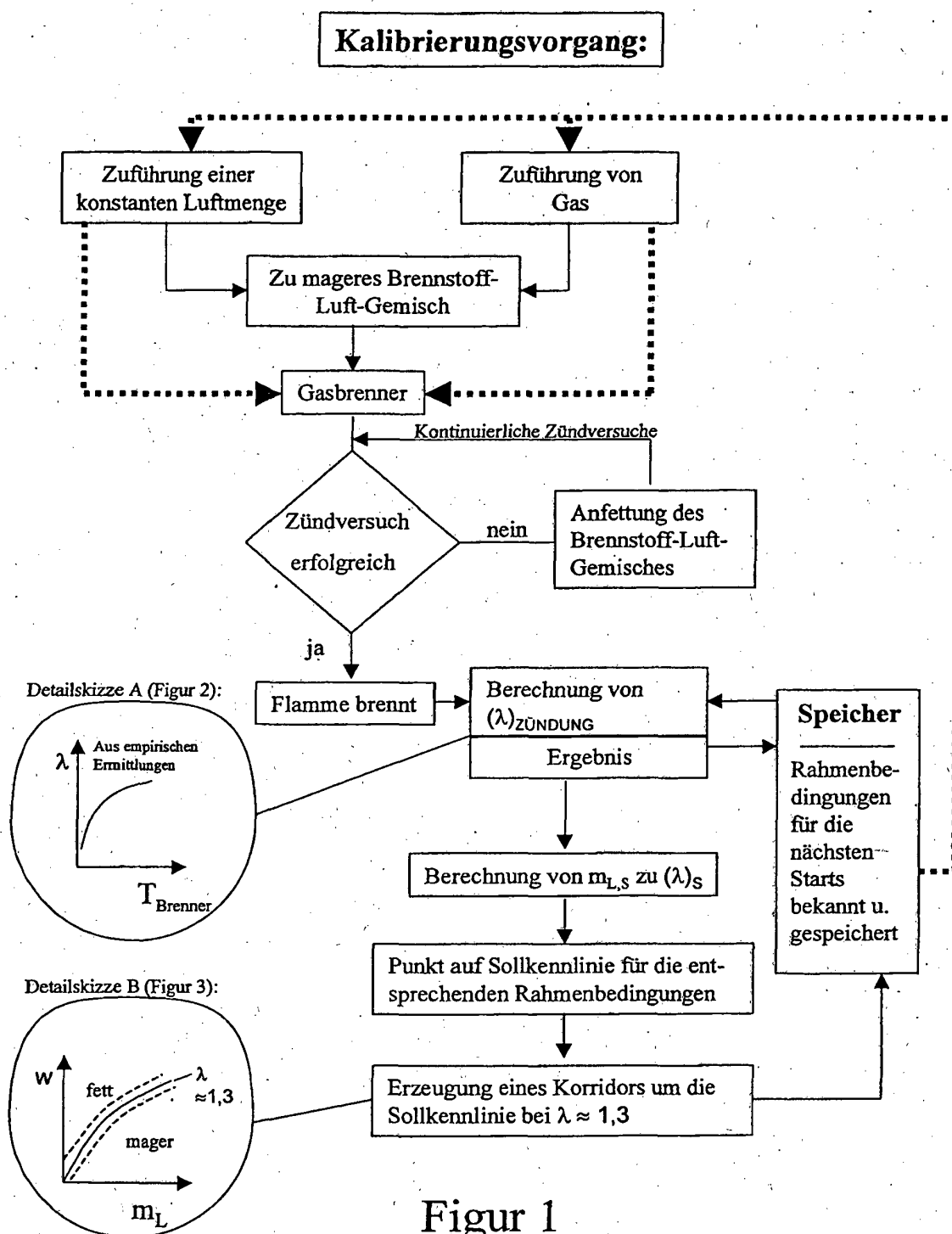
c) les ratio d'air $(\lambda)_{\text{IGNITION}}$ déterminée et mémorisée au moyen de l'étalonnage sont utilisés

bles pour processus d'allumage suivantes.

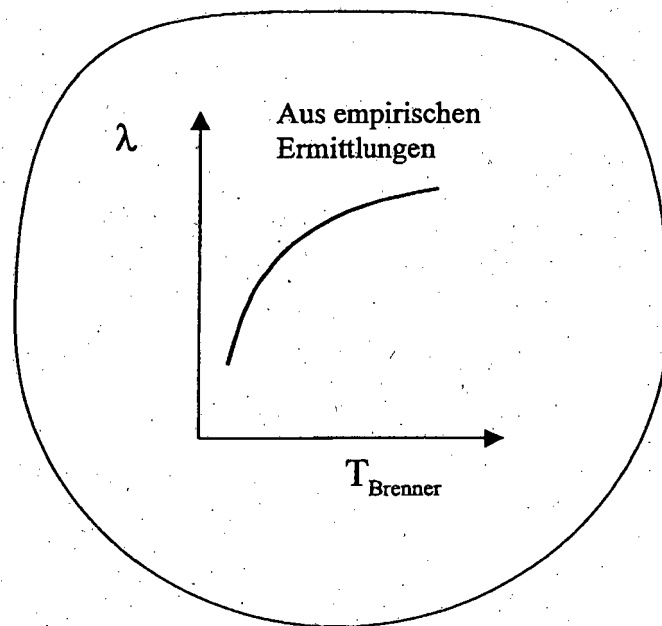
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'éta-
lonnage est effectué par les étapes suivantes:
 - alimentation d'un carburant-air-mix trop pauvre
au brûleur de sorte qu'aucun allumage ne peut
se produire;
 - enrichissement lentement et stable de carbu-
rant-air-mix par l'ouverture de la vanne de gaz
(w) et / ou en réduisant le volume d'air alimenté
sous tentatives d'allumage en continu;
 - lorsque l'allumage se produit, le calcul de la
ratio d'air (λ)_{IGNITION} de la température du brû-
leur à l'aide du diagramme caractéristique mé-
morisé;
 - calcul du débit massique cible de l'air de com-
bustion $m_{L,S}$ pour le rapport d'air cible (A_s) à
partir de la taille du débit massique réelle me-
surée de l'air de combustion et à partir du ratio
d'air (λ)_{IGNITION} calculé au moment d'allumage;
et
 - stocker le ratio d'air (λ)_{IGNITION} cible pour pro-
cessus d'allumage suivantes.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel
une caractéristiques est générée par des étalonna-
ges respectifs, le long de laquelle un couloir est dé-
fini, à l'intérieur duquel, ou à des limites duquel de
combustion est exploité.
4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel la ca-
ractéristique est définie par la fonction $w = f(m_L)$,
avec w = ouverture de la vanne de gaz et m_L = masse
de l'air.
5. Procédé selon la revendication 2, dans lequel, un
contrôle immédiat de l'état de marche cible calculée
suivant au moyen des valeurs cibles calculées après
le calcul du débit massique cible de l'air de combus-
tion $m_{L,S}$ pour le ratio d'air (λ).
6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le con-
trôle de l'état de marche par rapport aux valeurs ci-
bles est réalisée en adaptant le volume de gaz et
/ou le volume d'air.
7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, dans lequel
un processus de contrôle est effectué après le con-
trôle de l'état de marche.
8. Procédé selon la revendication 3, dans lequel un dé-
passement de la limite supérieure ou de la limite in-
férieure du canal du couloir est détecté.
9. Procédé selon la revendication 3, dans lequel le
fonctionnement du système de combustion à l'exté-
rieur des limites du couloir amène le système d'être

mis hors tension après une période de temps pré-
déterminée a expiré.

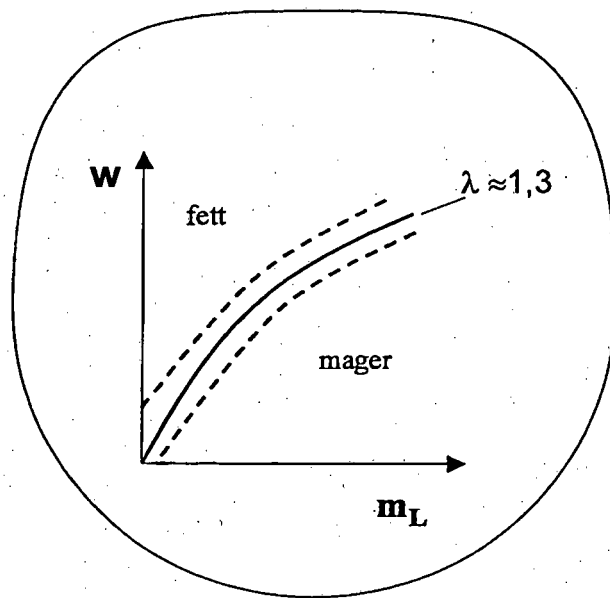
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications
précédentes, dans lequel le réglage de l'ouverture
de la vanne de gaz est effectuée en faisant varier
une tension ou un courant d'une électrovanne, la
modulation de largeur d'impulsion, ou par la régula-
tion d'un moteur pas à pas d'une vanne.



Figur 1



Figur 2



Figur 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

- DE 10045270 C2 [0004]
- GB 2270748 A [0005]
- AT 411189 B [0006]
- EP 770824 B1 [0007]
- EP 1522790 A2 [0009]
- DE 10200128 A1 [0010]