



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 715 716 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.09.2020 Patentblatt 2020/40

(51) Int Cl.:
F23N 1/00 (2006.01) **F23N 5/00 (2006.01)**
F23N 5/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 20162188.5

(22) Anmeldetag: 10.03.2020

(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:
KH MA MD TN

(30) Priorität: 29.03.2019 DE 102019204513

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Leerkes, Danny**
7391 HN Twello (NL)

(54) VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG UND REGELUNG EINES BRENNSTOFF-LUFT-VERHÄLTNISSES IN EINEM HEIZSYSTEM SOWIE EINE STEUEREINHEIT UND EIN HEIZSYSTEM

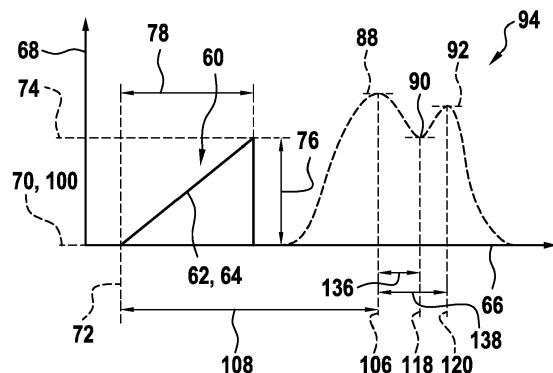
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren (54) zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) mit einem Sensor zur Erfassung einer Verbrennungskenngröße (84), insbesondere eines Ionisationsstroms (86), welches die folgenden Schritte umfasst:

- Erzeugen (58) einer vorübergehenden, zeitlichen Fluidzuführänderung (60) einer Fluidzuführkenngröße (62) welche dazu vorgesehen ist, eine zeitliche Änderung der Verbrennungskenngröße (84) zu erzeugen, wobei die Fluidzuführänderung (60) so gewählt ist, dass die zeitliche Änderung der Verbrennungskenngröße (84) eine Doppelpeakstruktur (94) aufweist, welche zumindest einen ersten Peak (88), eine erste Senke (90) und einen zweiten Peak (92) aufweist,
- Ermitteln (80) des ersten Peaks (88) und des zweiten Peaks (92) von der mit der zeitlichen Fluidzuführänderung (60) korrelierten zeitlichen Änderung der Verbrennungskenngröße (84),
- Ermitteln (101) einer Sauerstoffkonzentration (103) in Abhängigkeit von einem Quotienten aus dem ersten Peak (88) und dem zweiten Peak (92),
- Ermitteln (102) eines ersten Brennerleistungsparameters (104),
- Ermitteln (116) einer Sollverbrennungskenngröße (130) auf Basis der Sauerstoffkonzentration (103) und des ersten Brennerleistungsparameters (104),
- Regeln des Heizsystems (46) auf Basis der Sollverbrennungskenngröße (130).

Die Erfindung betrifft auch eine Steuereinheit (18), die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens (54) ausgebildet ist sowie ein Heizsystem (46) mit der

erfindungsgemäßen Steuereinheit (18).

Fig. 3



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem. Die Erfindung betrifft auch eine Steuereinheit, die zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet ist sowie ein Heizsystem mit der erfindungsgemäßen Steuereinheit.

Stand der Technik

[0002] Um eine optimale Verbrennung zu gewährleisten, ist es bei dem Betrieb von Gasbrenner notwendig, das richtige Brennstoff-Luft-Verhältnis sicherzustellen.

[0003] Dazu wird der Gasbrenner auf Basis von einer Sensorik gemessenen Verbrennungskenngröße geregelt, in dem diese Verbrennungskenngröße einer Sollverbrennungskenngröße angeglichen wird. Dabei muss die korrekte Funktionsweise der für die Bestimmung der Verbrennungskenngröße eingesetzten Sensorik gewährleistet sein. Aus dem Stand der Technik sind Gasbrenner bekannt, welche dazu Verfahren zur Kalibrierung der entsprechenden Sensorik ausführen.

[0004] Dabei wird in der Regel die Sollverbrennungskenngröße an veränderliche innere und/oder äußere Bedingungen angepasst. In solchen Kalibrierverfahren wird der Gasbrenner weitgehend über seinen gesamten Leistungsbereich gefahren. Das hat den Nachteil, dass während einer solchen Kalibrierung verstärkt Schadstoffe ausgestoßen werden können. Die Dauer einer solchen Kalibrierung liegt im Bereich von mehreren Sekunden bis hin zu Minuten. Das hat den zusätzlichen Nachteil, dass in dieser Zeit der Gasbrenner für den normalen Betrieb nicht zur Verfügung steht.

Offenbarung der Erfindung

Vorteile

[0005] Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- Erzeugen einer vorübergehenden, zeitlichen Fluidzufuhränderung einer Fluidzufuhrkenngröße, welche dazu vorgesehen ist, eine zeitliche Änderung der Verbrennungskenngröße zu erzeugen, wobei die Fluidzufuhränderung so gewählt ist, dass die zeitliche Änderung der Verbrennungskenngröße eine Doppelpeakstruktur aufweist, welche zumindest einen ersten Peak, eine erste Senke und einen zweiten Peak aufweist
- Ermitteln des ersten Peaks und des zweiten Peaks von der mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung korrelierten zeitlichen Änderung der Verbrennungskenngröße,
- Ermitteln einer Sauerstoffkonzentration in Abhän-

gigkeit von einem Quotienten aus dem ersten Peak und dem zweiten Peak,

- Ermitteln eines ersten Brennerleistungsparameters,
- Ermitteln einer Sollverbrennungskenngröße auf Basis der Sauerstoffkonzentration und des ersten Brennerleistungsparameters,
- Regeln des Heizsystems auf Basis der Sollverbrennungskenngröße.

[0006] Mit Hilfe des Verfahrens kann die Sollverbrennungskenngröße im laufenden, regulären Betrieb des Heizsystems ermittelt werden. Das Verfahren stellt nur einen kurzzeitigen Eingriff in die Regelung des Heizsystems dar, bei dem nur kleine Fluidzufuhränderungen vorgenommen werden im Vergleich zu möglichen gesamten Fluidzufuhränderungen im Betrieb des Heizsystems. Auf diese Weise wird das Heizsystem stets mit einem vorgesehenen, optimierten Brennstoff-Luft-Verhältnis betrieben. Das Brennstoff-Luft-Verhältnis wird auch als Lambdawert bezeichnet. So wird eine vorgesehene Leistung des Heizsystems unter einem minimalen Schadstoffausstoß erzeugt. Zusätzlich entfällt die Notwendigkeit, spezielle Kalibrierzyklen zur Einstellung der Sollverbrennungskenngröße zu fahren. Das hat den Vorteil, dass keine weiteren Emissionen entstehen und das Heizsystem weitgehend immer in einem Regelbetrieb operieren kann, sodass es stets im vollen Umfang zur Verfügung steht.

[0007] Dadurch, dass die Fluidzufuhränderung so gewählt ist, dass die zeitlichen Änderung von der Verbrennungskenngröße zumindest eine Doppelpeakstruktur aufweist, können die vorliegenden Verbrennungsbedingungen besonders zuverlässig erkannt. Das ermöglicht eine besonders präzise Bestimmung der Sollverbrennungskenngröße.

[0008] Dadurch, dass eine Sauerstoffkonzentration ermittelt und beim Ermitteln der Sollverbrennungskenngröße berücksichtigt wird, kann die Qualität der vorher verwendeten Sollverbrennungskenngröße berücksichtigt werden. Weicht die Sauerstoffkonzentration von einem gewünschten Wert ab, ist das ein Indiz, dass die vorher verwendete Sollverbrennungskenngröße nicht korrekt eingestellt war. Das kann bei der Einstellung und Regelung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses berücksichtigt werden, insbesondere durch ein Anpassen der neuen Sollverbrennungskenngröße.

[0009] Dabei ist unter "Heizsystem" mindestens ein Gerät zur Erzeugung von Wärmeenergie zu verstehen, insbesondere ein Heizgerät bzw. Heizbrenner, insbesondere zur Verwendung in einer Gebäudeheizung und/oder zur Warmwassererzeugung, bevorzugt durch das Verbrennen von einem gasförmigen oder flüssigen Brennstoff. Ein Heizsystem kann auch aus mehreren solchen Geräten zur Erzeugung von Wärmeenergie sowie weiteren, den Heizbetrieb unterstützenden Vorrichtungen, wie etwa Warmwasser- und Brennstoffspeichern, bestehen.

[0010] Unter einer "Fluidzufuhrkenngröße" soll insbe-

sondere eine skalare Kenngröße verstanden werden, welche insbesondere mit zumindest einem, insbesondere einer Brennereinheit des Heizsystems zugeführten, Fluid, insbesondere einem Verbrennungsluftstrom, einem Brennstoffstrom und/oder einem Gemischstrom, insbesondere aus einer Verbrennungsluft und einem Brennstoff, korreliert ist. Vorteilhaft kann, insbesondere durch eine Steuer- und/oder Regeleinheit des Heizsystems, wenigstens anhand der Fluidzufuhrkenngröße auf einen Volumenstrom und/oder einen Massenstrom des zumindest einen Fluids geschlossen werden und/oder der Volumenstrom und/oder der Massenstrom des zumindest einen Fluids ermittelt werden.

[0011] Ein Beispiel für eine Fluidzufuhrkenngröße ist die Angabe einer Öffnungsweite eines Brennstoffventils. Unter einer "vorübergehenden, zeitlichen Fluidzufuhränderung" soll eine zeitlich eingeschränkte Variation der Fluidzufuhrkenngröße verstanden werden, sodass diese vom Wert der Fluidzufuhrkenngröße vor Beginn der Fluidzufuhränderung abweicht. Bevorzugt wird die Fluidzufuhrkenngröße über den Zeitraum der Fluidzufuhränderung vergrößert oder verkleinert. Bevorzugt wird dabei die Fluidzufuhrkenngröße zuerst monoton vergrößert und anschließend monoton verkleinert, bzw. zuerst monoton verkleinert und anschließend monoton vergrößert. Bevorzugt ist die Zeitspanne der Fluidzufuhränderung pulsartig und/oder kurz gegenüber den im üblichen Betrieb des Heizsystems vorgesehenen zeitlichen Variationen der Fluidzufuhrkenngröße, beispielsweise bei einer Änderung einer Heizleistung.

[0012] Dabei ist unter einem "Puls", einer "pulsartigen Änderung" oder einem "pulsförmigen Signal" ein zeitlicher Verlauf einer Kenngröße zu verstehen, welche von einem ersten Wert innerhalb einer beschränkten Zeitspanne auf mindestens einen zweiten, vom ersten Wert verschiedenen Wert, gebracht wird. Ein "Puls" wird manchmal auch als "Impuls" bezeichnet, insbesondere in der Elektrotechnik.

[0013] Unter einer "Verbrennungskenngröße" soll insbesondere eine skalare Kenngröße verstanden werden, welche insbesondere mit der Verbrennung, insbesondere des Gemischs, insbesondere aus der Verbrennungsluft und dem Brennstoff, korreliert ist. Ein Beispiel für eine Verbrennungskenngröße ist ein Ionisationsstrom, welcher an einer Flamme des Heizsystems gemessen wird. Vorteilhaft kann, insbesondere durch die Steuer- und/oder Regeleinheit des Heizsystems, wenigstens anhand der Verbrennungskenngröße auf ein Vorhandensein und/oder eine Güte der Verbrennung geschlossen werden und/oder das Vorhandensein und/oder die Güte der Verbrennung ermittelt werden. Vorteilhaft kann anhand der Verbrennungskenngröße zumindest in Teilintervallen und zumindest in bestimmten Betriebszuständen des Heizsystems eindeutig einem Maß für die Güte der Verbrennung zugeordnet werden. Ein Beispiel für ein Maß für die Güte der Verbrennung ist das Brennstoff-Luft-Verhältnis. Ein weiteres Beispiel ist eine Sauerstoffkonzentration, insbesondere eine Sauerstoffkon-

zentration in einer Brennstoff-Luft-Mischung und/oder in Verbrennungsabgasen. Die Sauerstoffkonzentration ist mit dem Brennstoff-Luft-Verhältnis korreliert. Vorteilhaft entspricht die Verbrennungskenngröße zumindest einem oder genau einem, die Verbrennung abbildenden und/oder charakterisierenden Messwert, wie beispielsweise einem Verbrennungssignal, insbesondere einer Lichtintensität, einem Schadstoffausstoß, einer Temperatur und/oder vorteilhaft einem Ionisationssignal bzw. kann die Verbrennungskenngröße einem solchen Messwert eindeutig zugeordnet werden.

[0014] Unter "Doppelpeakstruktur" ist ein zeitlicher Verlauf der Verbrennungskenngröße in einem mit der zeitlichen Änderung der Fluidzufuhrkenngröße korrelierten Zeitraum zu verstehen, welcher mindestens zwei Maxima, gegebenenfalls mit weitgehend gleicher Amplitude, aufweist. Die ersten beiden Maxima der Doppelpeakstruktur werden als "erster Peak" und "zweiter Peak" bezeichnet, das dazwischen liegende Minimum als "erste Senke".

[0015] Unter "Ermitteln" eines ersten Peaks und zweiten Peaks von der mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung korrelierten zeitlichen Änderung der Verbrennungskenngröße, soll ein Verfahrensschritt verstanden werden, in welchem ein erster Peak und zweiter Peak einer mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung korrelierten zeitlichen Änderung von der Verbrennungskenngröße gemessen bzw. festgestellt wird. Dabei können auch Methoden der Datenverarbeitung bzw. Datenauswertung vorgesehen sein. Abhängig vom Ergebnis bzw. Wert des ersten Peaks und/oder zweiten Peaks können im weiteren Verlauf des Verfahrens optional unterschiedliche folgende Schritte ausgewählt werden, falls das notwendig und/oder erwünscht ist.

[0016] Unter "Brennerleistungsparameter", einem "ersten Brennerleistungsparameter" oder einem "zweiten Brennerleistungsparameter" soll insbesondere eine Kenngröße verstanden werden, welche mit der Leistung, insbesondere einer Heizleistung, des Heizsystems korreliert ist. Vorteilhaft kann, insbesondere durch die Steuer- und/oder Regeleinheit des Heizsystems, wenigstens anhand des Brennerleistungsparameters die Leistung, insbesondere Heizleistung, des Heizsystems ermittelt werden. Vorteilhaft entspricht der Brennerleistungsparameter mindestens einem oder genau einem, die Leistung abbildenden Messwert bzw. kann einem solchen Messwert eindeutig zugeordnet werden. Ein solcher Messwert kann beispielsweise eine Temperatur, eine Luftdurchflussmenge, ein Gebläsesteuersignal oder eine Gebläsedrehzahl sein bzw. von diesen gemessenen Parametern abgeleitet werden. Bevorzugt hängt der erste Brennerleistungsparameter von einem anderen, die Leistung abbildenden Messwert ab als der zweiten Brennerleistungsparameter bzw. wird der erste Brennerleistungsparameter mit einer anderen Methode ermittelt als der zweite Brennerleistungsparameter.

[0017] Unter "Ermitteln" eines ersten Brennerleistungsparameters soll ein Verfahrensschritt verstanden

werden, in welchem eine direkt oder indirekt mit einer Leistung korrelierte Größe gemessen bzw. festgestellt wird. Dabei können auch Methoden der Datenverarbeitung bzw. Datenauswertung vorgesehen sein. Abhängig vom Ergebnis bzw. Wert des ersten Brennerleistungsparameters können im weiteren Verlauf des Verfahrens optional unterschiedliche folgende Schritte ausgewählt werden, falls das notwendig und/oder erwünscht ist.

[0018] Unter "Sollverbrennungskenngröße" soll insbesondere eine skalare Kenngröße verstanden werden, welche die gewünschte Größe der Verbrennungskenngröße beschreibt. Nimmt die Verbrennungskenngröße den Wert der Sollverbrennungskenngröße an, weist die Verbrennung die vorgesehenen Eigenschaften auf, insbesondere bezüglich einer Schadstoffemission. Damit ist mit "Regeln des Heizsystems auf Basis der Sollverbrennungskenngröße" ein Betrieb des Heizsystems gemeint, bei dem die Betriebsparameter so eingestellt werden, dass die Verbrennungskenngröße weitgehend den Wert der Sollverbrennungskenngröße annimmt. Beispielsweise kann eine Brennstoff-Zufuhr und/oder eine VerbrennungsluftZufuhr mit einer Regelung so eingestellt werden, dass die Verbrennungskenngröße den Wert der Sollverbrennungskenngröße annimmt oder zumindest weitgehend annimmt.

[0019] Unter "Ermitteln" einer Sollverbrennungskenngröße soll ein Verfahrensschritt verstanden werden, in welchem in Abhängigkeit vom Signalmaximum, des ersten Brennerleistungsparameters und optional weiteren Parametern, insbesondere Betriebsparametern des Heizsystems, die Sollverbrennungsgröße bestimmt bzw. festgestellt wird. Dabei können insbesondere auch Methoden der Datenverarbeitung bzw. Datenauswertung vorgesehen sein, insbesondere unter Verwendung einer Recheneinheit.

[0020] Unter "Regeln des Heizsystems" ist das einmalige oder wiederholte, insbesondere periodische, Einstellen von Betriebsparametern des Heizsystems gemeint, so dass das Heizsystem die spezifizierte und/oder angeforderte Leistung im vollen Umfang stets erfüllen kann, insbesondere unter veränderlichen inneren und äußeren Bedingungen, insbesondere bei Verschleißprozessen und wechselnden Rand- und Umweltbedingungen. Dabei sind unter "Betriebsparameter" Parameter zu verstehen, die von der Steuerung des Heizsystems zum Steuern und Überwachen von im Heizsystem ablaufenden Prozessen verwendet werden. Beispiele für "Betriebsparameter" sind die Gebläsedrehzahl bzw. die Gebläse-drehzahlkennlinie, eine Flammenionisationskennlinie oder eine Öffnungsweite eines Brennstoffregelventils.

[0021] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens nach dem Hauptanspruch möglich.

[0022] Wird eine Kalibrierung des Heizsystems durchgeführt, wenn die ermittelte Sauerstoffkonzentration einen hinterlegten kritischen Maximalwert überschreitet oder einen hinterlegten kritischen Minimalwert unterschreitet, hat das den Vorteil, dass ein besonders siche-

rer und sauberer Betrieb des Heizsystems möglich ist. Eine zu hohe oder zu geringe Sauerstoffkonzentration ist ein Hinweis darauf, dass eine frühere Einstellung der Sollverbrennungskenngröße fehlerhaft war, so dass das Heizsystem nicht mit dem gewünschten Brennstoff-Luft-Verhältnis betrieben wurde (sondern mit einem zu mageren Brennstoff-Luft-Gemisch bei einer zu hohen Sauerstoffkonzentration bzw. mit einem zu fetten Brennstoff-Luft-Gemisch bei einer zu niedrigen Sauerstoffkonzentration).

[0023] Ist die Abweichung vom gewünschten Brennstoff-Luft-Verhältnis niedrig genug bzw. die Sauerstoffkonzentration unterhalb vom kritischen Maximalwert und oberhalb vom kritischen Minimalwert, so kann dieser Mangel wahrscheinlich durch eine Anpassung der neuen Sollverbrennungskenngröße gemäß dem vorliegenden Verfahren korrigiert werden. Ist die Abweichung vom gewünschten Brennstoff-Luft-Verhältnis jedoch groß bzw. liegt die Sauerstoffkonzentration oberhalb vom kritischen Maximalwert oder unterhalb vom kritischen Minimalwert, kann das ein Hinweis sein, dass eine neue Kalibrierung des Heizsystems notwendig ist.

[0024] Unter einer Kalibrierung des Heizsystems soll insbesondere ein besonderer Betriebszustand verstanden werden, der den regulären Betrieb des Heizsystems unterbricht und in welchem die Betriebsparameter - beispielsweise Verbrennungskenngrößen, Sollverbrennungskenngrößen oder Kennlinien - des Heizsystems neu eingestellt werden. Beispielsweise können beim Kalibrieren unterschiedliche Leistungen bzw. Heizleistungen durchfahren werden. Es ist denkbar, dass beim Kalibrieren auch Wartungsschritte durchgeführt werden, wie beispielsweise ein insbesondere automatisiertes Reinigen einer Ionisationssonde. Es ist auch denkbar, dass unter Kalibrieren des Heizsystems verstanden wird, dass das Heizsystem heruntergefahren wird oder in einem eingeschränkten Modus betrieben wird - welcher dazu vorgesehen ist, das Heizsystem zu schonen, beispielsweise durch eine Einschränkung der Heizleistung - und eine Kalibrierung und/oder Inspektion angefordert wird, beispielsweise durch das Senden einer entsprechenden Aufforderung an den Nutzer des Heizsystems.

[0025] Wird ein Signalmaximum aus dem ersten Peak und dem zweiten Peak ermittelt und beim Ermitteln der Sollverbrennungskenngröße berücksichtigt, hat das den Vorteil, dass eine besonders genaue und zuverlässige Bestimmung der Sollverbrennungskenngröße möglich ist. Wird beispielsweise das Signalmaximum als Mittelwert aus dem ersten Peak und dem zweiten Peak bestimmt, können auf diese Weise temperaturabhängige Effekte auf eine Messvorrichtung der Verbrennungskenngröße berücksichtigt werden, beispielsweise eine temperaturabhängige Leitfähigkeit einer Oxidationschicht auf einer Ionisationssonde.

[0026] Unter einem "Signalmaximum" ist die maximale Amplitude der Verbrennungskenngröße in einem mit der zeitlichen Änderung der Fluidzufuhrkenngröße korrelierten Zeitraum zu verstehen. Ein Signalmaximum kann ins-

besondere die maximale Amplitude eines Pulses der Verbrennungskenngröße sein. Weist die zeitliche Änderung der Verbrennungskenngröße eine Doppelpeakstruktur auf, ist das ein Hinweis darauf, dass das Signalmaximum dem Verbrennungskenngrößenmaximum entspricht. Unter einem "Verbrennungskenngrößenmaximum" soll ein in zumindest bestimmten Betriebszuständen des Heizsystems maximal möglicher Wert der Verbrennungskenngröße bei einem konstanten Brennerleistungsparameter verstanden werden. Vorteilhaft lässt sich das Verbrennungskenngrößenmaximum eindeutig einem wohlbestimmten Wert des Brennstoff-Luft-Verhältnisses zuordnen. Ein Verbrennungskenngrößenmaximum ist ein maximal möglicher Wert der Verbrennungskenngröße bei einem konstanten Brennerleistungsparameter.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ein Korrekturwert zur Korrektur des Signalmaximums berücksichtigt, welcher vom ersten Brennerleistungsparameter und optional einem zweiten Brennerleistungsparameter abhängt. Das hat den Vorteil, dass das Ermitteln der Sollverbrennungskenngröße besonders präzise ist. Insbesondere kann eine Leistungsabhängigkeit der Sollverbrennungskenngröße vom Signalmaximum berücksichtigt werden.

[0028] Wird die Sollverbrennungskenngröße durch eine Produktbildung vom Signalmaximum mit einem Kalibrierungsfaktor ermittelt, so wird eine besonders einfache und zuverlässige Methode zur Bestimmung der Sollverbrennungskenngröße realisiert. Zusätzlich werden auf diese Weise alle relevanten Einflüsse auf die Verbrennung automatisch bei der Wahl der Sollverbrennungskenngröße mitberücksichtigt, welche einen Einfluss auf das Verbrennungskenngrößenmaximum haben. Das erspart die Notwendigkeit einer zusätzlichen Sensorik zur Berücksichtigung dieser Einflüsse. Vorteilhaft hat der Kalibrierungsfaktor einen Wert zwischen 0 und 1, bevorzugt zwischen 0.5 und 0.9, besonders bevorzugt zwischen 0.6 und 0.8, insbesondere 0.7.

[0029] Wird der Kalibrierungsfaktor in Abhängigkeit vom ersten Brennerleistungsparameter und/oder von dem bzw. einem zweiten Brennerleistungsparameter ermittelt, kann eine Leistungsabhängigkeit der Sollverbrennungskenngröße vom Signalmaximum berücksichtigt werden.

[0030] Weist die zeitliche Fluidzuführänderung weitgehend die Form einer Rampe und/oder weitgehend eine Dreiecksform auf, kann besonders zuverlässig sichergestellt werden, dass die zeitliche Änderung der Verbrennungskenngröße eine Doppelpeakstruktur aufweist. Dabei ist unter "weitgehend die Form einer Rampe" ein zeitlicher Verlauf der Fluidzuführkenngröße zu verstehen, bei dem die Fluidzuführkenngröße zunächst einen Normalwert aufweist. Anschließend wird die Fluidzuführkenngröße linear erhöht. Bei Erreichen eines Maximalzufuhrwerts wird die Fluidzuführkenngröße schnell auf den Normalwert gesenkt, insbesondere so schnell wie möglich. Bei einer "weitgehenden Dreieckform" wird die

Fluidzuführkenngröße wie bei der Rampenform linear erhöht. Wird der Maximalzufuhrwert erreicht, wird die Fluidzuführkenngröße so lange linear gesenkt, bis der Normalwert erreicht wird. Dabei kann die lineare Erhöhung der Fluidzuführkenngröße mit einer weitgehend gleichen oder verschiedenen Geschwindigkeit erfolgen wie die lineare Senkung der Fluidzuführkenngröße.

[0031] Wird in einem zusätzlichen Schritt eine vorübergehende zeitliche zusätzliche Fluidzuführänderung erzeugt, wobei diese zusätzliche Fluidzuführänderung der Fluidzuführänderung entgegengesetzt ist, so hat das den Vorteil, dass die durch die Fluidzuführänderung bedingte zusätzliche Heizleistung und die zusätzlichen Emissionen ausgeglichen werden. Im zeitlichen Mittel über die Fluidzuführänderung und die zusätzliche Fluidzuführänderung hat die Fluidzuführkenngröße den im Regelbetrieb vorgesehenen Wert.

[0032] Entspricht die Fluidzuführkenngröße einem Steuersignal zum Dosieren eines Brennstoffs und/oder der Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft, wird auf diese Weise keine Vermessung des Brennstoffs und/oder der Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft bzw. eines Durchflusses dieser Fluide benötigt. Das vereinfacht das Verfahren und macht es robust gegenüber Fehlfunktionen.

[0033] Wird die Verbrennungskenngröße durch eine Ionisationsstrommessung an einer Flamme des Heizsystems bestimmt, ist das besonders vorteilhaft, da zwischen dem Ionisationsstrom an einer Flamme und dem Brennstoff-Luft-Verhältnis ein funktionaler Zusammenhang besteht, welcher besonders günstig auswertbar ist. Insbesondere weist der Ionisationsstrom ein Verbrennungskenngrößenmaximum auf, welches bei einem Brennstoff-Luft-Verhältnis von 1 liegt.

[0034] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der erste Brennerleistungsparameter aus einem ersten Zeitunterschied zwischen dem Erzeugen der Fluidzuführänderung und dem Ermitteln der mit der Fluidzuführänderung korrelierten zeitlichen Änderung von der Verbrennungskenngröße ermittelt. Der erste Zeitunterschied ist ein Maß für eine Laufzeit bzw. eine Transportgeschwindigkeit einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass sich der erste Zeitunterschied besonders einfach und kostengünstig bestimmen lässt.

[0035] Wird der erste Brennerleistungsparameter aus der Doppelpeakstruktur ermittelt, insbesondere aus einem zweiten Zeitunterschied zwischen dem ersten Peak und der ersten Senke und/oder aus einem dritten Zeitunterschied zwischen dem ersten Peak und dem zweiten Peak, hat das den Vorteil, dass eine zuverlässige Abschätzung einer momentanen Brennerleistung möglich ist. Der zweite Zeitunterschied und der dritte Zeitunterschied sind in bevorzugten Ausführungen kürzer als der erste Zeitunterschied.

[0036] In einer bevorzugten Variante ist der zweite

Brennerleistungsparameter eine Gebläsedrehzahl oder hängt von dieser ab. Die Gebläsedrehzahl lässt sich einfach und zuverlässig bestimmen und liefert eine gute Abschätzung einer Brennerleistung. Zusätzlich erlaubt ein so bestimmter zweiter Brennerleistungsparameter eine Überprüfung des ersten Brennerleistungsparameters, wenn dieser mit einer anderen Methode ermittelt wurde, beispielsweise über eine Laufzeitmessung oder eine Analyse der Doppelpeakstruktur.

[0037] Wird die Fluidzufuhränderung abhängig von dem ersten und/oder dem bzw. einem zweiten Brennerleistungsparameter gewählt, ermöglicht das die präzise Anpassung der benötigten Änderung der Fluidzufuhrkenngröße, so dass Verbrennungskenngröße das Verbrennungskenngrößenmaximum mindestens zwei Mal anzunehmen kann bzw. eine Doppelpeakstruktur aufweist. Auf diese Weise kann die benötigte Fluidzufuhränderung minimiert werden, so dass eine Fluidmenge, insbesondere Brennstoff, eingespart wird und so die Emissionen reduziert werden.

[0038] Die Verwendung einer Steuereinheit für ein Heizsystem, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem auszuführen, hat den Vorteil, dass durch das Betreiben des Heizsystems bei der richtigen Einstellung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses die Haltbarkeit des Heizsystems erhöht wird, Fehlfunktionen vermieden werden und somit die Sicherheit erhöht wird.

[0039] Ein Heizsystem mit einer erfindungsgemäßen Steuereinheit, mit einem Dosierer für einen Brennstoff und/oder für Verbrennungsluft und/oder für eine Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft, sowie mit einer Ionisationssonde an einer Flamme und mit einem Gebläse mit variierbarer Gebläsedrehzahl hat den Vorteil, dass im Betrieb des Heizsystems eine falsche Einstellung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses weitgehend verhindert wird. Auf diese Weise werden unvorhergesehene, starke Belastungen des Heizsystems durch beispielsweise zu hohe Brennertemperaturen und/oder zu hohe Gebläsedrehzahlen und/oder zu hohe Rußemissionen und/oder zu starke Vibrationen vermieden. Das ermöglicht eine kostengünstige Herstellung des Heizsystems. Zusätzlich wird auf diese Weise der Brennstoffverbrauch gesenkt und die Lebensdauer des Heizsystems erhöht bzw. das Zeitintervall zwischen den erforderlichen Inspektionsintervallen gesenkt.

[0040] Weist das Heizsystem mindestens einen Dosierer für einen Brennstoff und/oder für Verbrennungsluft und/oder für eine Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft auf, ist damit eine zeitliche Änderung einer Fluidzufuhrkenngröße besonders einfach erzeugbar.

[0041] Dabei soll unter einem "Dosierer" insbesondere eine, insbesondere elektrische und/oder elektronische, Einheit, insbesondere Aktoreinheit, vorteilhaft Stelleinheit, verstanden werden, welche dazu vorgesehen ist das zumindest eine Fluid, insbesondere den Verbren-

nungsluftstrom, den Brennstoffstrom und/oder den Gemischstrom, insbesondere aus der Verbrennungsluft und dem Brennstoff, zu beeinflussen. Insbesondere ist der zumindest eine Dosierer dazu vorgesehen, einen Volumenstrom und/oder einen Massenstrom, insbesondere der Verbrennungsluft und/oder des Brennstoffs, einzustellen, zu regulieren und/oder zu fördern. Der Dosierer für Verbrennungsluft kann dabei vorteilhaft als, insbesondere drehzahlvariabler, Ventilator und/oder vorzugsweise als, insbesondere drehzahlvariables, Gebläse ausgebildet sein. Der Dosierer für Brennstoff kann vorteilhaft als, insbesondere durchsatzvariable, Brennstoffpumpe und/oder vorzugsweise als, insbesondere durchsatzvariables, Brennstoffventil ausgebildet sein. Insbesondere sind der Dosierer für Verbrennungsluft und/oder der Dosierer für Brennstoff dazu vorgesehen, eine Heizleistung der Heizgerätevorrichtung zu modulieren.

[0042] Weist das Heizsystem eine Ionisationssonde an der Flamme des Heizgeräts auf, ist damit ein besonders günstiger und zuverlässiger Sensor zur Messung einer Verbrennungskenngröße realisiert. Ionisationsdetektoren werden üblicherweise in Heizgeräten zur Flammen-detection eingesetzt.

[0043] Weist das Heizsystem ein Gebläse mit variierbarer Gebläsedrehzahl auf, kann auf diese Weise ein einfaches und robustes Mittel zur Einstellung und Bestimmung einer Leistung des Heizgeräts realisiert werden.

30 Zeichnungen

[0044] In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele des Verfahrens zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystems gemäß der vorliegenden Erfindung, der Steuereinheit gemäß der vorliegenden Erfindung und des Heizsystems gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

- 40 Figur 1 eine schematische Darstellung des Heizsystems mit der Steuereinheit,
 Figur 2 das Verfahren zum Regeln des Heizsystems,
 Figur 3 eine schematische Darstellung einer Fluidzufuhränderung und einer zeitlichen Änderung von einer Verbrennungskenngröße,
 45 Figur 4 eine schematische Darstellung einer Abhängigkeit des Ionisationsstroms vom Brennstoff-Luft-Verhältnis,
 Figur 5 eine schematische Darstellung eines Zusammenhangs zwischen einer Sauerstoffkonzentration und einem Quotienten aus einem ersten Peak und einem zweiten Peak und einem zweiten Peak,
 Figur 6 eine schematische Darstellung einer Zeit-Brennerleistung-Funktion,
 50 Figur 7 eine schematische Darstellung einer Flammenionisationskennlinie und
 Figur 8 eine schematische Darstellung eines Zusammenhangs zwischen der Sauerstoffkonzentration

und einem Kompensationsfaktor.

Beschreibung

[0045] In den verschiedenen Ausführungsvarianten erhalten gleiche Teile bzw. Schritte die gleichen Bezugszahlen.

[0046] In Figur 1 ist beispielhaft ein Heizgerät 10 schematisch dargestellt, das im Ausführungsbeispiel auf einem Speicher 12 angeordnet ist. Das Heizgerät 10 weist ein Gehäuse 14 auf, das je nach Ausstattungsgrad unterschiedliche Komponenten aufnimmt.

[0047] Als wesentliche Komponenten befinden sich eine Wärmezelle 16, eine Steuereinheit 18, eine oder mehrere Pumpen 20 sowie Verrohrungen 22, Kabel oder Busleitungen 24 und Haltemittel 26 im Heizgerät 10. Auch bei den einzelnen Komponenten hängt deren Anzahl und Komplexität vom Ausstattungsgrad des Heizgeräts 10 ab.

[0048] Die Wärmezelle 16 weist einen Brenner 28, einen Wärmetauscher 30, ein Gebläse 32, ein Dosierer 34 sowie ein Zuluftsystem 36, ein Abgassystem 38 und, wenn die Wärmezelle 16 in Betrieb ist, eine Flamme 40 auf. In die Flamme 40 ragt eine Ionisationssonde 42. Der Dosierer 34 ist als Brennstoffventil 44 ausgebildet. Eine Gebläsedrehzahl 96 des Gebläses 32 ist variabel einstellbar. Das Heizgerät 10 und der Speicher 12 bilden zusammen ein Heizsystem 46. Die Steuereinheit 18 weist einen Datenspeicher 48, eine Recheneinheit 50 und eine Kommunikationsschnittstelle 52 auf. Über die Kommunikationsschnittstelle 52 sind die Komponenten des Heizsystems 46 ansteuerbar. Die Kommunikationschnittstelle 52 ermöglicht einen Datenaustausch mit externen Geräten. Externe Geräte sind beispielsweise Steuergeräte, Thermostate und/oder Geräte mit Computerfunktionalität, beispielsweise Smartphones.

[0049] Figur 1 zeigt ein Heizsystem 46 mit einer Steuereinheit 18. In alternativen Ausführungsformen befindet sich die Steuereinheit 18 außerhalb des Gehäuses 14 des Heizgeräts 10. Die externe Steuereinheit 18 ist in besonderen Varianten als Raumregler für das Heizsystem 46 ausgeführt. In bevorzugten Ausführungsformen ist die Steuereinheit 18 mobil. Die externe Steuereinheit 18 weist eine Kommunikationsverbindung zum Heizgerät 10 und/oder anderen Komponenten des Heizsystems 46 auf. Die Kommunikationsverbindung kann kabelgebunden und/oder kabellos sein, bevorzugt eine Funkverbindung, besonders bevorzugt über WLAN, Z-Wave, Bluetooth und/oder ZigBee. Die Steuereinheit 18 kann in weiteren Varianten aus mehreren Komponenten bestehen, insbesondere nicht physisch verbundenen Komponenten. In besonderen Varianten können zumindest eine oder mehrere Komponenten der Steuereinheit 18 teilweise oder ganz in der Form von Software vorliegen, die auf internen oder externen Geräten, insbesondere auf mobilen Recheneinheiten, beispielsweise Smartphones und Tablets, oder Servern, insbesondere einer Cloud, ausgeführt wird. Die Kommunikationsverbindun-

gen sind dann entsprechende Softwareschnittstellen.

[0050] In Figur 2 ist das erfindungsgemäße Verfahren 54 zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56 im Heizsystem 46 abgebildet. Im Ausführungsbeispiel wird in einem Schritt 58 eine zeitliche Fluidzufuhränderung 60 einer Fluidzufuhrkenngröße 62 erzeugt. Im Ausführungsbeispiel ist die Fluidzufuhrkenngröße 62 eine vorgesehene Öffnungsweite 64 des Dosierers 34 (siehe Figur 3). Die Öffnungsweite 64 ist beispielhaft eine Prozentangabe, wobei eine Öffnungsweite 64 von 0 % einem vollständig geschlossenen Brennstoffventil 44 entspricht und eine Öffnungsweite 64 von 100 % ein vollständig geöffnetes Brennstoffventil 44 beschreibt. In der Steuereinheit 18 ist bevorzugt ein Zusammenhang zwischen der Öffnungsweite 64 und einem dafür nötigen Steuersignal hinterlegt. Die vorgesehene Öffnungsweite 64 wird im Ausführungsbeispiel durch eine Auswahl des Steuersignals und Übertragung dieses Steuersignals an das Brennstoffventil 44 durch die Steuereinheit 18 realisiert. Die Öffnungsweite 64 beschreibt eine Anforderung, welche an das Brennstoffventil 44 übermittelt wird.

[0051] Die Fluidzufuhränderung 60 ist beispielsweise in Figur 3 abgebildet. Die erste Abszissenachse 66 stellt eine Zeit dar. Auf der ersten Ordinatenachse 68 sind die Fluidzufuhrkenngröße 62 und ein Ionisationsstrom 86 dargestellt. Die Fluidzufuhränderung 60 verläuft bevorzugt in einem weitgehend rampenförmigen Puls. Zunächst hat das Steuersignal 64 einen weitgehend konstanten Normalwert 70. Zu einem ersten Zeitpunkt 72 wird das Steuersignal 64 beispielsweise mit einer weitgehend konstanten Steigung linear erhöht. Sobald das Steuersignal 64 einen Maximalzufuhrwert 74 erreicht, wird das Steuersignal 64 so schnell wie möglich auf den Normalwert 70 gesenkt. Eine in Figur 3 abgebildete Pulshöhe 76 beträgt zum Beispiel 30 %. Eine in Figur 3 abgebildete Pulsbreite 78 beträgt beispielsweise 1 s.

[0052] Im Ausführungsbeispiel wird die Fluidzufuhränderung 60 in Schritt 58 abhängig von einem zweiten Brennerleistungsparameter 95 gewählt. Der zweite Brennerleistungsparameter 95 wird im Ausführungsbeispiel aus der Gebläsedrehzahl 96 ermittelt (siehe Figur 2). Die Gebläsedrehzahl 96 ist bevorzugt ein von der Steuereinheit 18 bestimmter Kennwert, welcher ein Gebläsesteuersignal bestimmt. Das Gebläsesteuersignal wird im Ausführungsbeispiel von der Steuereinheit 18 an das Gebläse 32 gesendet und bestimmt eine Drehzahl des Gebläses 32. In der Steuereinheit 18 ist beispielsweise eine Gebläsedrehzahlkennlinie hinterlegt, welche einer Gebläsedrehzahl 96 einen entsprechenden zweiten Brennerleistungsparameter 95 zuordnet. Die Pulshöhe 76 wird im Ausführungsbeispiel abhängig von der Gebläsedrehzahl 96 gewählt. Die Pulshöhe 76 steigt bevorzugt linear mit der Gebläsedrehzahl 96 an. Die Pulshöhe 76 wird im Ausführungsbeispiel abhängig vom Normalwert 70 gewählt. Zwischen einer minimalen Gebläsedrehzahl und einer maximalen Gebläsedrehzahl nimmt die Pulshöhe 76 Werte in einem bevorzugten In-

tervall zwischen 5 % und 90 % an. Im regulären Betrieb des Heizsystems 46 nimmt die Pulshöhe 76 bevorzugt Werte zwischen 20 % und 60 % an, besonders bevorzugt zwischen 35 % und 45 %. Die Pulsbreite 78 wird im Ausführungsbeispiel abhängig von der Gebläsedrehzahl 96 gewählt. Die Pulsbreite 78 steigt bevorzugt linear mit der Gebläsedrehzahl 96 an. Zwischen einer minimalen Gebläsedrehzahl und einer maximalen Gebläsedrehzahl nimmt die Pulsbreite 78 beispielsweise Werte in einem Intervall zwischen 10 ms und 5000 ms an. Im regulären Betrieb des Heizsystems 46 nimmt die Pulsbreite 78 bevorzugt Werte zwischen 50 ms und 2000 ms an, besonders bevorzugt zwischen 250 ms und 1000 ms.

[0053] In einem folgenden Schritt 80 (siehe Figur 2) wird ein erster Peak 88 und ein zweiter Peak 92 sowie ein Signalmaximum 82 einer mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung 60 korrelierten zeitlichen Änderung von einer Verbrennungskenngröße 84 ermittelt. Die Verbrennungskenngröße 84 ist im Ausführungsbeispiel der Ionisationsstrom 86 (siehe Figur 3). Der Ionisationsstrom 86 wird beispielsweise von der Ionisationssonde 42 an der Flamme 40 ermittelt und an die Steuereinheit 18 übermittelt. Nach der Fluidzufuhränderung 60 weist der zeitliche Verlauf des Ionisationsstroms 86 den ersten Peak 88, eine erste Senke 90 und den zweiten Peak 92 auf. Diese zwei lokalen Maxima stellen eine Doppelpeakstruktur 94 dar.

[0054] Der Grund der Doppelpeakstruktur 94 ist die Ausgestaltung der Fluidzufuhränderung 60 und ein Zusammenhang zwischen dem Ionisationsstrom 86 und dem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56. Das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 berechnet sich aus einer Luftmenge geteilt durch eine Brennstoffmenge in einer Mischung aus dem Brennstoff und der Verbrennungsluft, welche dem Brenner 28 zugeführt wird. Figur 4 illustriert den Zusammenhang zwischen dem Ionisationsstrom 86 und dem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 bei einer konstanten Gebläsedrehzahl 96. Auf der ersten Ordinatenachse 68 ist der Ionisationsstrom 86 aufgetragen. Auf einer zweiten Abszissenachse 97 ist das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 dargestellt. Der Verlauf des Ionisationsstroms 86 weist ein Verbrennungskenngrößenmaximum 98 bei einem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 von 1 auf. Bei einer Vergrößerung oder Verkleinerung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56 ausgehend vom Verbrennungskenngrößenmaximum 98 nimmt der Ionisationsstrom 86 ab. Bevorzugt wird das Heizsystem 46 mit einem Luftüberschuss betrieben, also mit einem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 größer als 1. Besonders bevorzugt wird das Heizsystem 46 mit einem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 zwischen 1.2 und 1.4, bevorzugt 1.3 betrieben. Das Verfahren 54 stellt sicher, dass das Heizsystem 46 mit einem vorgegebenen Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 betrieben wird.

[0055] Aufgrund der Fluidzufuhränderung 60 wird kurzzeitig das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 gesenkt. Ist das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 größer als 1, wird das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 durch die Erhöhung der

Fluidzufuhrkenngröße 62 auf den Maximalzufuhrwert 74 auf einen Wert kleiner als 1 gesenkt. Die anschließende Absenkung der Fluidzufuhrkenngröße 62 auf den Normalwert 70 bewirkt ein Ansteigen des Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56 auf den ursprünglichen Wert größer als 1. Auf diese Weise nimmt infolge der Fluidzufuhränderung 60 das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 zwei Mal den Wert 1 an. Der Ionisationsstrom 86 nimmt zweimal das Verbrennungskenngrößenmaximum 98 an. Der Ionisationsstrom 88 weist in Figur 3 zwei lokale Maxima 88, 92 auf, was die Doppelpeakstruktur 94 darstellt.

[0056] In der in Figur 3 dargestellten Doppelpeakstruktur 94 weisen der erste Peak 88 und der zweite Peak 92 einen unterschiedlichen Ionisationsstromwert auf. Im Allgemeinen können die mindestens zwei lokalen Maxima der Doppelpeakstruktur 94 gleich sein oder unterschiedlich groß sein bzw. unterschiedliche Ionisationsstromwerte aufweisen. Ein Grund für unterschiedliche Werte der Maxima der Doppelpeakstruktur 94 ist die Abhängigkeit des Verbrennungskenngrößenmaximums 98 von Betriebsparametern und/oder weiteren, inneren und/oder äußeren Parametern, welche sich in der Zeitspanne zwischen dem Auftreten des ersten Peaks 88 und des zweiten Peaks 92 verändern können. Beispiele für Betriebsparameter sind insbesondere eine Flammentemperatur, Brennstoffqualität bzw. Brennstoffbrennwert. Beispiele für weitere, innere und/oder äußere Parameter sind eine Flammenhöhe bzw. Flammengeometrie, insbesondere eine Kontaktfläche zwischen der Flamme 40 und der Ionisationssonde 42, Luftdruck, oder Außentemperatur. Insbesondere können einige dieser Betriebsparameter oder weiteren Parameter auch mittelbar oder unmittelbar durch die Fluidzufuhränderung 60 veränderbar sein, beispielsweise die Flammengeometrie.

[0057] Ein weiterer Grund für im Allgemeinen unterschiedliche Werte der Maxima der Doppelpeakstruktur 94 ist, dass der in Figur 4 dargestellte idealisierte Zusammenhang zwischen dem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 und dem Ionisationsstrom 86 im Allgemeinen eine Hysterese aufweist. Unter einer Hysterese ist dabei zu verstehen, dass der Ionisationsstrom von einer Vorgeschichte abhängig ist, also dass ein aktueller Wert des Ionisationsstrom 86 nicht alleine vom einem aktuellen Wert des Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56 abhängt, sondern auch von einem davor liegenden zeitlichen Verlauf des Wertes des Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56. Das ist beispielsweise auf temperaturabhängige Wechselwirkungsprozesse zwischen der Ionisationssonde 42 und der Flamme 40 zurückzuführen. Ein wichtiger Einflussfaktor für die Stärke dieser Hysterese ist eine vorliegende Sauerstoffkonzentration 103. Auf der Ionisationssonde 42 kann eine Oxidationsschicht vorhanden sein, welche einen temperaturabhängigen Ohm'schen Widerstand aufweist. In der in Figur 3 dargestellten Doppelpeakstruktur 94 wird das Verbrennungskenngrößenmaximum 98 zwei Mal angenommen, es hat dabei jeweils einen unterschiedlichen Wert des Ionisationsstroms.

[0058] In Schritt 80 wird im Ausführungsbeispiel wird

beispielsweise die Doppelpeakstruktur 94 ausgewertet. Die Steuereinheit 18 überprüft, ob der durch die Ionisationssonde 42 erfasste und gespeicherte Ionisationsstrom 86 stärker als ein Signalrauschen über einen Ionisationsstromnormalwert 100 (siehe Figur 3) ansteigt. Der Ionisationsstromnormalwert 100 wird im Ausführungsbeispiel bestimmt, in dem der über die Zeitdauer der Pulsbreite 78 gemessene, mittlere Ionisationsstrom 86 ermittelt wird. Die Steuereinheit 18 überprüft zum Ermitteln einer Doppelpeakstruktur 94, ob der gespeicherte zeitliche Verlauf der Änderung der Verbrennungskenngröße 84 infolge der Fluidzufuhränderung 60 mindestens zwei lokale Maxima aufweist, welche sich signifikant vom Signalrauschen abheben. Der Wert des Ionisationsstroms 86 der beiden zuerst auftretenden Maxima wird als erster Peak 88 bzw. zweiter Peak 92 erfasst. Das Signalmaximum 82 ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel aus dem ersten Peak 88 und zweiten Peak 92. In alternativen Ausführungsformen kann das Signalmaximum 82 dem ersten Peak 88 und/oder dem zweiten Peak 92 und/oder dem kleineren oder größeren Maximum der Doppelpeakstruktur 94 entsprechen. Auf diese Weise kann eine Charakteristik bzw. technische Besonderheiten einer für die Erfassung der Verbrennungskenngröße 84 vorgesehene Vorrichtung berücksichtigt werden. Es ist auch denkbar, dass das Signalmaximum 82 mithilfe einer Funktion bzw. Vorschrift aus dem ersten Peak 88 und/oder dem zweiten Peak 90 und/oder weiteren charakteristischen Punkten der Doppelpeakstruktur 94, beispielsweise der ersten Senke 90, und/oder Punkten einer mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung 60 korrelierten zeitlichen Änderung der Verbrennungskenngröße 84 ermittelt wird. Beispielsweise kann das Signalmaximum 82 aus einem gewichteten arithmetischen Mittel aus dem ersten Peak 88 und zweiten Peak 92 ermittelt werden.

[0059] Im Ausführungsbeispiel wird das Auftreten einer Doppelpeakstruktur 94 bzw. die Absenkung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56 auf einen Wert kleiner 1 sichergestellt, in dem für jeden zweiten Brennerleistungsparameter 95 durch Labortests eine ausreichend große Fluidzufuhränderung 60 ausgewählt ist, so dass infolge dieser Fluidzufuhränderung 60 in allen Betriebszuständen und unter weitgehend allen Umweltbedingungen stets das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 unterhalb von 1 gesenkt wird, insbesondere bei einem vorliegenden Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 größer 1, insbesondere bei einem vorliegenden Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 größer 1.3. Die Zusammenhänge zwischen der benötigten Pulshöhe 76 bzw. der benötigten Pulsbreite 78 sind abhängig von der Gebläsedrehzahl 96 in der Steuereinheit 18 gespeichert.

[0060] Es ist denkbar, dass die Fluidzufuhränderung 60 in alternativen Ausführungsformen in Abhängigkeit von mindestens einem Betriebsparameter und/oder einen Messwert ausgewählt wird, insbesondere von einem die Leistung des Heizsystems 46 beschreibenden Parameter. In solchen Ausführungsformen sind die in Labortests ermittelten Zusammenhänge zwischen der benötigten

Fluidzufuhränderung 60, beispielsweise charakterisiert durch die Pulshöhe 76 und/oder die Pulsbreite 78, in Abhängigkeit von dem mindestens einem Betriebsparameter und/oder Messwert in der Steuereinheit 18 gespeichert.

[0061] Ist eine Doppelpeakstruktur 94 innerhalb einer Ermittlungszeit nicht ermittelbar, kann kein Signalmaximum 82 ermittelt werden. Die Ermittlungszeit hat die Länge einer in der Steuereinheit 18 hinterlegten, vorher festgelegten Zeitschwelle. Die Ermittlungszeit beginnt mit der Fluidzufuhränderung 60 bzw. mit dem ersten Zeitpunkt 72. In alternativen Ausführungsformen beginnt die Ermittlungszeit mit dem Ende der Fluidzufuhränderung 60 oder mit dem Ende einer Zeitverzögerung nach der Fluidzufuhränderung 60. Die Größe der Ermittlungszeit wird vorher in Laborversuchen ermittelt und berücksichtigt eine Fließdauer des Fluids vom Dosierer 34 bis zum Brenner 28. Es ist denkbar, dass die Ermittlungszeit in Abhängigkeit von einem die Leistung des Heizsystems 46 beschreibenden Parameter ermittelt bzw. ausgewählt wird. Kann kein Signalmaximum 82 ermittelt werden, wird im Ausführungsbeispiel das Heizsystem 46 mit Hilfe einer Flammenionisationskennlinie 124 geregelt (siehe Erläuterungen unten und Figur 7). Es ist denkbar, dass in Varianten des Verfahrens 54 die Fluidzufuhränderung 60 im nächsten Iterationsschritt vergrößert wird, falls kein Signalmaximum 82 bzw. keine Doppelpeakstruktur 94 ermittelt werden konnte.

[0062] In einem Schritt 101 (siehe Figur 2) wird die Sauerstoffkonzentration 103 ermittelt. Dazu wird beispielsweise der Quotient aus dem Wert des ersten Peaks 88 und dem Wert des zweiten Peaks 92 berechnet. Anschließend wird dem ermittelten Quotienten die Sauerstoffkonzentration 103 zugeordnet. Im Ausführungsbeispiel ist dazu in der Steuereinheit 18 eine lineare Funktion hinterlegt, welche dem Quotienten die dazugehörige Sauerstoffkonzentration 103 zuordnet.

[0063] In alternativen Ausführungsformen ist in der Steuereinheit 18 eine Tabelle hinterlegt, in welcher Wertepaare aus Quotienten und zugehöriger Sauerstoffkonzentration hinterlegt sind. Ist ein ermittelter Quotient nicht in der Tabelle hinterlegt, kann die zugehörige Sauerstoffkonzentration aus den zwei nächstliegenden in der Tabelle gespeicherten Wertepaaren interpoliert werden, insbesondere linear interpoliert werden. Ein in der Steuereinheit hinterlegte Tabelle mit Wertepaaren aus Quotienten und Sauerstoffkonzentrationen hat den Vorteil, dass auf diese Weise insbesondere nicht lineare Zusammenhänge zwischen dem Quotienten und der Sauerstoffkonzentration berücksichtigt werden können.

[0064] Figur 5 illustriert beispielhaft einen Zusammenhang zwischen dem Quotienten und der Sauerstoffkonzentration 103. Auf der zweiten Ordinatenachse 105 ist der Quotient aufgetragen. Auf der dritten Abszisse 107 ist die Sauerstoffkonzentration 103 aufgetragen. Der in Figur 5 abgebildete Verlauf des Zusammenhangs zwischen dem Quotienten und der Sauerstoffkonzentration 103 ist weitgehend linear. In Figur 5 sind beispielhaft drei

Wertepaare 109 aus Quotient und Sauerstoffkonzentration 103 abgebildet. Ein erstes Wertepaar 109a zeigt einen Quotienten von 0.95 und eine Sauerstoffkonzentration 103a von 2.7 %. Ein zweites Wertepaar 109b zeigt einen Quotienten von 0.92 und eine Sauerstoffkonzentration 103b von 3.5 %. Ein drittes Wertepaar 109c zeigt einen Quotienten von 0.68 und eine Sauerstoffkonzentration 103c von 6.2 %.

[0065] In einem Schritt 102 (siehe Figur 2) wird ein erster Brennerleistungsparameter 104 ermittelt. Die Steuereinheit 18 ermittelt beispielsweise einen zweiten Zeitpunkt 106, an welchem der Ionisationsstrom 86 den ersten Peak 88 annimmt (siehe Figur 3).

[0066] Im Ausführungsbeispiel speichert die Steuereinheit 18 bevorzugt einen zeitlichen Verlauf des Ionisationsstroms 86. Ein erster Zeitunterschied 108 zwischen dem ersten Zeitpunkt 72 und dem zweiten Zeitpunkt 106 wird vorteilhaft ermittelt. Der so ermittelte erste Zeitunterschied 108 beschreibt insbesondere einen Zeitabstand zwischen dem Erzeugen der Fluidzuführänderung 60 und dem Ermitteln der daraus resultierenden zeitlichen Änderung der Verbrennungskenngröße. Der erste Zeitunterschied 108 ist ein Maß für eine Fließgeschwindigkeit eines zum Brenner 28 fließenden Brennstoff-Luft-Gemischs. Aufgrund der bekannten und weitgehend konstanten Maße der das Brennstoff-Luft-Gemisch transportierenden Verrohrung 22 ist der erste Zeitunterschied 108 eine Maß für einen Volumenfluss des Brennstoff-Luft-Gemischs. Damit ist der erste Zeitunterschied 108 ein die Leistung des Heizsystems 46 beschreibender Parameter. In der Steuereinheit 18 ist eine Zeit-Brennerleistung-Funktion 110 gespeichert, welche dem ersten Zeitunterschied 108 den ersten Brennerleistungsparameter 104 zuordnet. Im Ausführungsbeispiel ist die Zeit-Brennerleistung-Funktion 110 eine rationale Funktionsvorschrift, anhand welcher die Steuereinheit 18 den ersten Brennerleistungsparameter 104 aus dem ersten Zeitunterschied 108 berechnet. Die Zeit-Brennerleistung-Funktion 110 ist durch Labortests ermittelt. Im Ausführungsbeispiel ist die Zeit-Brennerleistung-Funktion 110 so gewählt, dass die Werte des ersten Brennerleistungsparameters 104 im Wertebereich des zweiten Brennerparameters 95 liegen und einander entsprechen. Auf diese Weise sind der erste Brennerleistungsparameter 104 und der zweite Brennerleistungsparameter 95 miteinander vergleichbar, insbesondere kann jeweils einer der Brennerleistungsparameter zur Kontrolle bzw. Überprüfung des anderen Brennerleistungsparameters verwendet werden. Figur 6 zeigt die Zeit-Brennerleistung-Funktion 110. Eine vierte Abszissenachse 112 stellt den ersten Brennerleistungsparameter 104 dar. Auf einer dritten Ordinatenachse 114 ist der erste Zeitunterschied 108 dargestellt. Der erste Brennerleistungsparameter 104 ist umso größer, je kleiner der erste Zeitunterschied 108 ist.

[0067] In alternativen Varianten ist die Zeit-Brennerleistung-Funktion 110 als Wertetabelle in der Steuereinheit 18 gespeichert. Dabei ist ein Wertebereich für den ersten Zeitunterschied 108 zumindest in Intervalle unter-

teilt und die Wertetabelle ordnet jedem dieser Intervalle einen ersten Brennerleistungsparameter 104 zu. Vorteilhaft weist der Wertebereich für den ersten Zeitunterschied 108 solche Werte für erste Zeitunterschiede 108 auf, welche einen zumindest weitgehend vollständigen Leistungsbereich des Heizsystems 46 abbilden.

5 In weiteren Ausführungsformen wird der erste Zeitunterschied 108 zwischen dem ersten Zeitpunkt 72 und einem dritten Zeitpunkt 118 ermittelt, an welchen der Ionisationsstrom 86 die erste Senke 90 annimmt, oder zwischen dem ersten Zeitpunkt 72 und einem vierten Zeitpunkt 120 ermittelt, an welchem der Ionisationsstrom 86 den zweiten Peak 92 annimmt, oder dem ersten Zeitpunkt 72 und einem Zeitpunkt ermittelt, an welchem zum ersten Mal festgestellt wird, dass der Ionisationsstrom 86 stärker als ein Signalrauschen vom Ionisationsstromnormalwert 100 abweicht. Es ist auch denkbar, dass das Erzeugen der Fluidzuführänderung 60 mit einem Zeitpunkt beschrieben wird, an dem die Fluidzufuhrkenngröße 62 den 10 Maximalzufuhrwert 74 erreicht oder wieder den Normalwert 70 annimmt.

[0068] In einem weiteren Schritt 116 wird eine Sollverbrennungskenngröße 130 basierend auf der Sauerstoffkonzentration 103 und auf dem ersten Brennerleistungsparameter 104 bestimmt (siehe Figur 2). Im Ausführungsbeispiel wird dazu zunächst das im Schritt 80 aus der Doppelpeakstruktur 94 ermittelte Signalmaximum 82 korrigiert. Aus dem ersten Brennerleistungsparameter 104 wird in Verbindung mit dem zweiten Brennerleistungsparameter 95 ein Korrekturwert 122 ermittelt. Figur 7 zeigt die in der Steuereinheit 18 hinterlegte Flammenionisationskennlinie 124. Die Flammenionisationskennlinie 124 beschreibt den Zusammenhang zwischen dem zweiten Brennerleistungsparameter 95 und dem Ionisationsstrom 86 bei einem vorgegebenen Brennstoff-Luft-Verhältnis 56. Eine fünfte Abszissenachse 126 zeigt den zweiten Brennerleistungsparameter 95 bzw. den ersten Brennerleistungsparameter 104. Auf der ersten Ordinatenachse 68 ist der Ionisationsstrom 86 abgebildet. Figur 7 zeigt eine Flammenionisationskennlinie 124 für ein Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 von 1. Die Flammenionisationskennlinie 124 wird empirisch ermittelt und ist in der Steuereinheit 18 abgelegt. In der Steuereinheit 18 sind mehrere Flammenionisationskennlinien 124 für unterschiedliche Brennstoff-Luft-Verhältnisse 56 gespeichert. Im Ausführungsbeispiel sind die Flammenionisationskennlinien 124 rationale Funktionsvorschriften. Im Ausführungsbeispiel werden die Flammenionisationskennlinien 124 durch das Verfahren 54 aktualisiert, falls 15 das notwendig ist (siehe Schritt 134).

[0069] In Schritt 116 wird eine Leistungsdifferenz 128 zwischen dem zweiten Brennerleistungsparameter 95 und dem ersten Brennerleistungsparameter 104 ermittelt. Die Steuereinheit 18 ordnet der Leistungsdifferenz 128 den Korrekturwert 122 zu. Dazu wird mithilfe der Flammenionisationskennlinie 124 für ein Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 von 1 an der Position des aktuellen zweiten Brennerleistungsparameters 95 der Leistungs-

differenz 128 eine Differenz im Ionisationsstrom 86 zugeordnet, welche den Korrekturwert 122 darstellt. Alternativ kann dem aktuellen zweiten Brennerleistungsparameter 95 mithilfe der Flammenionisationskennlinie 124 für ein Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 von 1 ein erster Ionisationswert zugeordnet werden und dem ersten Brennerleistungsparameter 104 ein zweiter Ionisationswert zugeordnet werden. Der Korrekturwert 122 wird aus der Differenz zwischen dem ersten Ionisationswert und dem zweiten Ionisationswert ermittelt. Das Signalmaximum 82 wird korrigiert, in dem zu seinem Wert der Korrekturwert 122 addiert wird. Der Korrekturwert 122 und/oder die Leistungsdifferenz können jeweils positive oder negative Werte oder den Wert Null annehmen. Ein Vorteil des Korrekturwerts 122 wird unten erläutert.

[0070] Im Ausführungsbeispiel wird die Sollverbrennungskenngröße 130 als das Produkt aus dem korrigierten Signalmaximum 84, einem Kalibrierungsfaktor 132 und einem Kompensationsfaktor ermittelt. Der Kalibrierungsfaktor 132 ist ein in der Steuereinheit 18 hinterlegter Wert zwischen 0 und 1. Im Ausführungsbeispiel beträgt der Kalibrierungsfaktor 132 0.75. In alternativen Varianten nimmt der Kalibrierungsfaktor 132 Werte zwischen 0.6 und 0.9 an. Im Ausführungsbeispiel ist der Kalibrierungsfaktor 132 eine empirisch ermittelte Konstante. Die Sollverbrennungskenngröße 130 wird im Datenspeicher 48 der Steuereinheit 18 gespeichert.

[0071] Der Kompensationsfaktor hängt vom in Schritt 101 ermittelten Wert der Sauerstoffkonzentration 103 ab. Vorteilhaft ist in der Steuereinheit 18 eine rationale Funktion hinterlegt, welche der Sauerstoffkonzentration 103 den Kompensationsfaktor zuordnet. Vorteilhaft hat der Kompensationsfaktor einen Wert, welcher zwischen 0.6 und 1.4, bevorzugt 0.8 und 1.2, besonders bevorzugt zwischen 0.9 und 1.1 liegt. Vorteilhaft steigt der Kompensationsfaktor mit der Sauerstoffkonzentration 103 stetig an. Bevorzugt hat der Kompensationsfaktor den Wert 1 oder einen Wert nahe 1, wenn die Sauerstoffkonzentration 103 in einem gewünschten Bereich liegt. Liegt die Sauerstoffkonzentration 103 unterhalb eines gewünschten Bereichs, hat der Kompensationsfaktor bevorzugt einen Wert kleiner als 1. Denn wenn die Sauerstoffkonzentration 103 zu niedrig ist, deutet das auf ein zu niedrigen Wert des Brennstoff-Luft-Verhältnisses 86 hin. Entsprechend der Darstellung in Figur 4 deutet das darauf hin, dass die früher verwendete Sollverbrennungskenngröße 130 zu groß ist. Daher wird in einem solchen Fall bevorzugt ein Kompensationsfaktor kleiner als 1 gewählt, um die neue Sollverbrennungskenngröße 130 nach unten zu korrigieren. Entsprechend hat der Kompensationsfaktor bevorzugt einen Wert größer als 1, wenn die Sauerstoffkonzentration 103 oberhalb eines gewünschten Bereichs liegt.

[0072] In Figur 8 ist beispielhaft ein Zusammenhang zwischen der Sauerstoffkonzentration 103 und dem Kompensationsfaktor abgebildet. Auf der vierten Ordinatenachse 131 ist der Kompensationsfaktor aufgetragen. Auf der dritten Abszissenachse 107 ist die Sauerstoff-

konzentration 103 aufgetragen. Aus dem im Figur 8 aufgetragenen funktionellen Zusammenhang wird bevorzugt der ermittelten Sauerstoffkonzentration 103 der Kompensationsfaktor zugeordnet. Beispielhaft sind drei

5 Wertepaare 133 aus Kompensationsfaktor und Sauerstoffkonzentration 103 des funktionellen Zusammenhangs abgebildet. Ein erstes Wertepaar 133a zeigt einen Kompensationsfaktor von 0.82 und eine Sauerstoffkonzentration 103d von 2.0 %. Ein zweites Wertepaar 133b zeigt einen Kompensationsfaktor von 1.00 und eine Sauerstoffkonzentration 103e von 4.21 %. Ein drittes Wertepaar 133c zeigt einen Kompensationsfaktor von 1.30 und eine Sauerstoffkonzentration 103f von 6.4%. Das zweite Wertepaar 133b repräsentiert einen bevorzugte Sauerstoffkonzentration 103e, bei welcher keine Kompensation bzw. Korrektur notwendig ist, daher hat der Kompensationsfaktor den Wert 1.0. Unterhalb von der bevorzugten Sauerstoffkonzentration 103e liegenden Sauerstoffkonzentrationen 103, wie beispielsweise 103d, wird ein

10 Kompensationsfaktor kleiner als Eins zugeordnet. Oberhalb von der bevorzugten Sauerstoffkonzentration 103e liegenden Sauerstoffkonzentrationen 103, wie beispielsweise 103c, wird ein Kompensationsfaktor größer als Eins zugeordnet.

15 **[0073]** Bevorzugt ist ein funktioneller Zusammenhang zwischen der Sauerstoffkonzentration und dem Kompensationsfaktor, wie beispielsweise in Figur 8 abgebildet, in Abhängigkeit vom ersten Brennerleistungsparameter 104 und/oder zweiten Brennerleistungsparameter 95 und/oder einem anderen Parameter, welcher die Leistung des Heizgeräts charakterisiert, hinterlegt bzw. abgespeichert. Dieser Zusammenhang kann insbesondere in der Form einer rationalen Funktion und/oder einer Wertetabelle vorliegen, wobei Werte zwischen den Einträgen der Wertetabelle bevorzugt interpoliert werden, beispielsweise linear interpoliert werden.

[0074] In Varianten des Ausführungsbeispiels wird in einem optionalen Schritt, welcher bevorzugt unmittelbar dem Ermitteln 101 der Sauerstoffkonzentration 103 folgt, überprüft ob die ermittelte Sauerstoffkonzentration 103 einen hinterlegten kritischen Maximalwert überschreitet oder einen hinterlegten kritischen Minimalwert unterschreitet. Beispielsweise sind der kritische Maximalwert und/oder der kritische Minimalwert in der Steuereinheit 48 gespeichert, bevorzugt im Datenspeicher 48. Beispielsweise liegt der kritische Maximalwert der Sauerstoffkonzentration 103c zwischen 4 % und 9 %, bevorzugt zwischen 5 % und 8 %, besonders bevorzugt zwischen 6 % und 7 %. Beispielsweise liegt der kritische Minimalwert der Sauerstoffkonzentration 103 zwischen 1 % und 6 %, bevorzugt zwischen 2 % und 5 %, besonders bevorzugt zwischen 3 % und 4 %. Dabei ist der hinterlegte kritische Minimalwert kleiner als der hinterlegte kritische Maximalwert.

[0075] Unterschreitet der ermittelte Wert der Sauerstoffkonzentration 103 den kritischen Minimalwert oder überschreitet der ermittelte Wert der Sauerstoffkonzentration 103 den kritischen Maximalwert, so wird bevor-

zugt eine Kalibrierung des Heizsystems durchgeführt. Insbesondere kann das Verfahren 54 unterbrochen oder abgebrochen werden, um die Kalibrierung durchzuführen.

[0076] In einem weiteren Schritt 134 wird das Heizsystem 46 auf Basis der in Schritt 116 ermittelten Sollverbrennungskenngröße 130 geregelt. Im Ausführungsbeispiel wird das Heizsystem 46 mithilfe der in der Steuereinheit 18 hinterlegten Flammenionisationskennlinie 124 geregelt. Es wird eine Flammenionisationskennlinie 124 für ein Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 von 1.3 verwendet. Falls notwendig, wird die Flammenionisationskennlinie 124 für ein Brennstoff-Luft-Verhältnis von 56 1.3 durch die im Schritt 116 ermittelte Sollverbrennungskenngröße 130 aktualisiert. Dazu wird der aktuellen Gebläsedrehzahl 96 unter Verwendung der Flammenionisationskennlinie 124 für ein Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 von 1.3 ein Wert des Ionisationsstromes 86 zugeordnet und mit der in Schritt 116 ermittelten Sollverbrennungskenngröße 130 verglichen. Übersteigt die relative Abweichung eine vorher festgelegte Toleranzgröße, wird die Flammenionisationskennlinie 124 aktualisiert, indem die zugehörige rationale Funktionsvorschrift verändert wird. Im Ausführungsbeispiel wird diese rationale Funktionsvorschrift in der Art geändert, sodass die den zweiten Brennerleistungsparameter 95 zugeordneten aktualisierten Werte des Ionisationsstroms 86 mit einem Korrekturfaktor multipliziert werden. Der Korrekturfaktor gleicht der Sollverbrennungskenngröße 130 geteilt durch den entsprechenden Wert des Ionisationsstroms 86 vor der Aktualisierung.

[0077] Wird im Ausführungsbeispiel die Gebläsedrehzahl 96 verändert und liegt für diesen veränderten zweiten Brennerleistungsparameter 95 keine in einem Schritt 116 ermittelte Sollverbrennungskenngröße 130 vor, so wird die Sollverbrennungskenngröße 130 aus der Flammenionisationskennlinie 124 für ein Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 von 1.3 verwendet. Ändert sich das gewünschte Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 und liegt für diesen veränderten Betriebsparameter keine in einem Schritt 116 ermittelte Sollverbrennungskenngröße 130 vor, so wird die Sollverbrennungskenngröße 130 aus der in der Steuereinheit 18 gespeicherten Flammenionisationskennlinie 124 für das entsprechende Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 verwendet. In alternativen Ausführungsformen wird unabhängig vom aktuell vorliegenden zweiten Brennerleistungsparameter 95 und/oder Betriebsparametern die als letztes in einem Schritt 116 ermittelte Sollverbrennungskenngröße 130 für die Regelung des Heizsystems 46 verwendet.

[0078] Im Ausführungsbeispiel wird das Heizsystem 46 auf Basis einer Sollverbrennungskenngröße 130 geregelt, welche in Abhängigkeit vom zweiten Brennerleistungsparameter 95 und der passenden Flammenionisationskennlinie 124 ermittelt wird, falls eine Sollverbrennungskenngröße 130 im Schritt 116 nicht ermittelbar ist, beispielsweise, weil in Schritt 80 kein Signalmaximum 82 ermittelbar ist.

[0079] In Schritt 134 wird im Ausführungsbeispiel der Normalwert 70 des Steuersignals 64 durch die Steuereinheit 18 so gewählt bzw. an das Brennstoffventil 44 übermittelt, dass der Ionisationsstrom 86 den Wert der Sollverbrennungskenngröße 130 annimmt. Dazu wird im Ausführungsbeispiel ein geschlossener Regelkreis verwendet, wobei der Ionisationsstrom 86 eine Regelgröße, das Steuersignal 64 eine Stellgröße und die Sollverbrennungskenngröße 130 eine Führungsgröße ist.

[0080] Das Verfahren 54 wird im Ausführungsbeispiel wiederholt. Ein Zeitabstand zwischen den Iterationen des Verfahrens 54 wird abhängig vom Betriebszustand des Heizsystems 46 und von äußeren Bedingungen gewählt. Im Ausführungsbeispiel beträgt der Zeitabstand zwischen 2 Sekunden 240 Sekunden, bevorzugt zwischen 10 Sekunden und 120 Sekunden, besonders bevorzugt 30 Sekunden. In Varianten des Ausführungsbeispiels wird das Verfahren 54 weitgehend periodisch ausgeführt. Ein Zeitabstand zwischen den Iterationen des Verfahrens 54 ist weitgehend konstant. In weiteren Ausführungsformen wird die Ausführung des Verfahrens 54 durch ein Ereignis ausgelöst, insbesondere in Abhängigkeit von einem Betriebsparameter des Heizsystems 46. Beispielsweise kann das Verfahren 54 bei einer Fehlereinheit 18 der Verbrennungskenngröße 84 und/oder bei einem Neustart des Heizsystems 46 und/oder bei ungewöhnlichen Veränderungen von erfassten Messwerten, insbesondere von der Verbrennung abhängigen Messwerten, ausgeführt werden. In bevorzugten Varianten wird das Verfahren 54 zumindest weitgehend einmal in 24 Stunden durchgeführt.

[0081] Im Ausführungsbeispiel werden die Schritte 80 und 102 weitestgehend parallel ausgeführt. Diese können auch in beliebiger Reihenfolge hintereinander ausgeführt werden. Für das Verfahren 54 spielt die Reihenfolge der Schritte 80 und 102 keine Rolle. Im Ausführungsbeispiel wird in Schritt 102 der erste Brennerleistungsparameter 104 in Abhängigkeit von der Fluidzuführänderung 60 ermittelt. In alternativen Ausführungsformen kann der erste Brennerleistungsparameter 104 unabhängig von der Fluidzuführkenngröße 60 ermittelt werden, beispielsweise durch eine Temperaturmessung an der Flamme 40 und/oder durch eine Messung eines Brennstoffflusses durch einen Masseflusssensor. In diesen Ausführungen kann der Schritt 102 an einer beliebigen Position vor dem Schritt 116 ausgeführt werden, insbesondere vor dem Schritt 58.

[0082] Es ist denkbar, dass in Varianten der Ausführungsform die Flammenionisationskennlinie 124 (siehe Figur 7) den Zusammenhang zwischen dem ersten Brennerleistungsparameter 95 und dem Ionisationsstrom 86 beschreibt. In diesen Varianten wird der Regelung des Heizsystems bzw. dem Verfahren 54 die Leistung des Heizsystems 46 durch ausreichend häufiges Ermitteln des ersten Brennerleistungsparameter 95 bestimmt. Der zweite Brennerleistungsparameter 95 dient zur Korrektur, beispielsweise über die Leistungsdifferenz 128.

[0083] Weiterhin ist es denkbar, dass in weiteren Va-

riant der Ausführungsform in Schritt 116 zur Korrektur des Signalmaximums 82 der Korrekturwert 122 aus der Leistungsdifferenz 128 und einer in der Steuereinheit 18 hinterlegten Flammenionisationskennlinie 124 für ein Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 von 1.3 oder für einen gewünschten Wert des Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56 ermittelt wird. In anderen Ausführungsformen ist der Korrekturwert 122 eine in der Steuereinheit hinterlegte, empirisch ermittelte Konstante.

[0084] Im Ausführungsbeispiel wird in Schritt 116 die Sollverbrennungskenngröße 130 durch eine Produktbildung vom Signalmaximum 82 mit dem Kalibrierungsfaktor 132 ermittelt. In alternativen Ausführungsformen wird die Sollverbrennungskenngröße 130 durch die Steuereinheit 18 mithilfe einer Funktionsvorschrift, insbesondere einer rationalen Funktionsvorschrift, aus dem Signalmaximum 82 ermittelt. Es ist denkbar, dass diese Funktionsvorschrift von weiteren Betriebsparametern abhängt.

[0085] Im Ausführungsbeispiel ist der Kalibrierungsfaktor 132 eine in der Steuereinheit 18 gespeicherte Konstante. In alternativen Ausführungsformen wird der Kalibrierungsfaktor 132 in Abhängigkeit vom ersten Brennerleistungsparameter 104 und/oder am zweiten Brennerleistungsparameter 95 ermittelt. Auf diese Weise kann berücksichtigt werden, dass sich im Allgemeinen der einem gewünschten Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 entsprechende Ionisationsstrom 86 um einen leistungsabhängigen Faktor vom Signalmaximum 82 des Ionisationsstroms 86 unterscheidet. Dieser Umstand wird im Ausführungsbeispiel durch die Berücksichtigung des Korrekturwerts 122 berücksichtigt. In besonderen Varianten dieser alternativen Ausführungsformen ist der Korrekturwert 122 eine Konstante, insbesondere mit dem Wert Null.

[0086] Im Ausführungsbeispiel hat die Fluidzuführänderung 60 weitgehend die Form einer Rampe. In alternativen Ausführungsformen hat die Fluidzuführänderung 60 weitgehend eine Dreiecksform. Das hat den Vorteil, dass der zweite Peak 92 der Doppelpeakstruktur 94 besonders deutlich ausgebildet wird. In weiteren Ausführungsformen hat die Fluidzuführänderung 60 eine weitgehend rechteckige Form und/oder weitgehend die Form eines Sinus und/oder weitgehend die Form einer Gaußkurve. Diese Fluidzuführänderungen 60 sind besonders für kurze Pulse geeignet.

[0087] In alternativen Ausführungsformen wird in einem zusätzlichen Schritt eine zusätzliche Fluidzuführänderung erzeugt. Die zusätzliche Fluidzuführänderung ist der Fluidzuführänderung 60 weitgehend entgegengesetzt. Auf diese Weise entspricht die mittlere Fluidzuführkenngröße 62 über einen Zeitraum, welcher die Fluidzuführänderung 60 und die zusätzlichen Fluidzuführänderung umfasst weitgehend dem Normalwert 70. In bevorzugten Ausführungsformen gleicht der Graph des zeitlichen Verlaufs der Fluidzuführkenngröße 62 der Fluidzuführänderung 126 weitgehend dem am Normalwert 70 gespiegelten und zeitlich verschobenen Graphen des

zeitlichen Verlaufs der Fluidzuführkenngröße 62 der Fluidzuführänderung 60. Wird beispielsweise die Fluidzuführänderung 60 durch einen weitgehend rampenförmigen Puls mit einer bestimmten positiven Pulshöhe 76 und einer bestimmten Pulsbreite 78 realisiert, so wird die zusätzliche Fluidzuführänderung durch einen weitgehend rampenförmigen Puls mit einer weitgehend gleichen Pulsbreite 78 und einer zusätzlichen Pulshöhe gewählt, welche vom Betrag der Pulshöhe 76 des ersten

5 weitgehend rampenförmigen Pulses der Fluidzuführänderung 60 weitgehend entspricht und negativ ist. Dabei kann dieser zusätzliche Schritt an einer beliebigen Stelle im Verfahren 54 ausgeführt werden. In bevorzugten Ausführungsformen ist der zusätzliche Schritt so positioniert, 10 dass die zusätzliche Fluidzuführänderung die mit der Fluidzuführänderung 60 korrelierten Änderung der Verbrennungskenngröße 84 nicht beeinflusst. Bevorzugt wird der zusätzliche Schritt nach dem Schritt 58 ausgeführt, besonders bevorzugt nach dem Schritt 80.

[0088] Im Ausführungsbeispiel ist die Fluidzuführkenngröße 62 ein Steuersignal 64 an das Brennstoffventil 44. In alternativen Ausführungsformen ist die Fluidzuführkenngröße 62 ein vom Steuersignal 64 ableitbarer skalarer Wert. In weiteren Varianten entspricht die Fluidzuführkenngröße 62 einem Steuersignal 64 zum Dosieren einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und einer Verbrennungsluft. Dabei setzt enthält das durch die Steuereinheit 18 gesendete Steuersignal 64 aus mindestens einem Steuerbefehl an 15 mindestens einen Dosierer 34 zusammen. Der mindestens eine Dosierer 34 ist mindestens ein Brennstoffventil 44 und/oder mindestens ein Gebläse 32. In alternativen Ausführungsformen wird ein Dosierungswert des Dosierers 34 gemessen und als Fluidzuführkenngröße 62 verwendet. Dabei ist unter "Dosierungswert" ein Kennwert 20 zu verstehen, der den Zustand des Dosierers 34 beschreibt und der Rückschlüsse auf die durch den Dosierer 34 zugeführte und/oder durchgelassene Stoffmenge erlaubt. Ein Beispiel für ein Dosierungswert ist eine gemessene Öffnungsweite des Brennstoffventils 44 und/oder ein gemessener Brennstofffluss.

[0089] Im Ausführungsbeispiel ist die Verbrennungskenngröße 84 ein Ionisationsstrom 86. Der Ionisationsstrom 86 wird durch eine Ionisationsstrommessung an 25 einer Flamme 40 des Heizsystems 46 bestimmt. Der Ionisationsstrom 86 wird durch die Ionisationssonde 42 ermittelt und an die Steuereinheit 18 übermittelt. In weiteren Ausführungsformen ist die Verbrennungskenngröße 84 eine Lichtintensität, ein Spektrum, ein Lambda-Wert, 30 ein Schadstoffausstoß und/oder eine Temperatur. Dabei wird die Lichtintensität und/oder das Spektrum an der Flamme 40 durch mindestens eine Fotodiode ermittelt. Der Lambda-Wert wird mit einer Lambda-Sonde in einem Abgas gemessen. Das Abgassystem 38 weist die Lambda-Sonde auf. Der Schadstoffausstoß wird durch eine Sensorvorrichtung ermittelt, welche sich an der Flamme 40 und/oder im Abgassystem 38 befindet. Die Temperatur wird durch ein Kontaktthermometer und/oder ein be- 35

rührungslos arbeitendes Thermometer, insbesondere ein Pyrometer bestimmt. Dabei kann sich das Thermometer im Abgassystem 38 befinden und/oder die Flamme 40 vermessen.

[0090] Im Ausführungsbeispiel wird der erste Brennerleistungsparameter 104 aus dem ersten Zeitunterschied 108 zwischen dem ersten Zeitpunkt 72 und dem zweiten Zeitpunkt 106 ermittelt. In alternativen Ausführungsformen wird der erste Brennerleistungsparameter 104 aus einem zweiten Zeitunterschied 136 zwischen dem zweiten Zeitpunkt 106 und dem dritten Zeitpunkt 118 und/oder aus einem dritten Zeitunterschied 138 zwischen dem zweiten Zeitpunkt 106 und dem vierten Zeitpunkt 120 ermittelt (siehe Figur 3). Der zweite Zeitunterschied 136 und der dritte Zeitunterschied 138 sind ein Maß für eine zeitliche Breite der Doppelpeakstruktur 94. Die zeitliche Breite der Doppelpeakstruktur 94 ist ein Maß für eine Fließgeschwindigkeit eines zum Brenner 28 fließenden Brennstoff-Luft-Gemischs. Damit beschreiben der zweite Zeitunterschied 136 und der dritte Zeitunterschied 138, wie der erste Zeitunterschied 108, die Leistung des Heizsystems 46. Es können der erste Zeitunterschied 108, der zweite Zeitunterschied 136 oder der dritte Zeitunterschied 138 beliebig kombiniert zur Ermittlung des ersten Brennerleistungsparameters 104 eingesetzt werden. Auf diese Weise können insbesondere Meßgenauigkeiten bei der Ermittlung des ersten Zeitunterschieds 108 und/oder des zweiten Zeitunterschieds 136 und/oder des dritten Zeitunterschieds 138 berücksichtigt werden.

[0091] Im Ausführungsbeispiel ist der zweite Brennerleistungsparameter 95 eine Gebläsedrehzahl 96. In alternativen Ausführungsformen der zweite Brennerleistungsparameter 95 und/oder der erste Brennerleistungsparameter 104 eine gemessene Gebläsedrehzahl und/oder eine Temperatur und/oder eine Luftdurchflussmenge und/oder eine Durchflussmenge des Luft-Brennstoff-Gemisches und/oder eine Leistung des Gebläses. Dabei kann die Luftdurchflussmenge bzw. die Durchflussmenge des Luft-Brennstoff-Gemisches als ein Volumenfluss oder als ein Massenfluss bestimmt werden. Diese Parameter können auch in Kombination eingesetzt werden. Die Temperatur kann im Abgassystem 38 und/oder von der Flamme 40 bestimmt werden. Der erste Brennerleistungsparameter 104 und der zweite Brennerleistungsparameter 95 werden jeweils mit unterschiedlichen Methoden bestimmt.

[0092] Im Ausführungsbeispiel wird die Fluidzufuhränderung 60 abhängig vom zweiten Brennerleistungsparameter 95 gewählt. Die Pulshöhe 76 und Pulsbreite 78 hängen jeweils linear von der Gebläsedrehzahl 96 ab. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass das Heizsystem 46 durch die Fluidzufuhränderung 60 nicht zu stark in seinem Regelbetrieb gestört wird. In alternativen Ausführungen weist die Fluidzufuhränderung 60 einen funktionalen Zusammenhang zum zweiten Brennerleistungsparameter 95 auf. Der funktionale Zusammenhang ist so gewählt, dass eine gute Detektion des Signalmaximums 82 unter der Berücksichtigung der technischen Eigen-

schaften des Heizsystems 46 möglich ist. Treten beispielsweise bei bestimmten Gebläsedrehzahlen 96 Resonanzen auf, welche das Signalrauschen des Ionisationsstroms 86 vergrößern, so wird bei diesen Gebläsedrehzahlen 96 die Fluidzufuhränderung 60 erhöht. In weiteren Ausführungsformen wird die Fluidzufuhränderung abhängig vom zweiten Brennerleistungsparameter 95 und/oder ersten Brennerleistungsparameter 104 gewählt. Auf diese Weise wird die Fluidzufuhränderung 60 genauer an eine tatsächliche Leistung des Heizsystems 46 angepasst. Optional kann, beispielsweise falls der Schritt 102 noch nicht ausgeführt wurde, ein erster Brennerleistungsparameter 104 aus einer vorherigen Iteration des Verfahrens 54 verwendet werden.

15

Patentansprüche

1. Verfahren (54) zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) mit einem Sensor zur Erfassung einer Verbrennungskenngröße (84), insbesondere eines Ionisationsstroms (86), welches die folgenden Schritte umfasst:

- Erzeugen (58) einer vorübergehenden, zeitlichen Fluidzufuhränderung (60) einer Fluidzufuhrkenngröße (62) welche dazu vorgesehen ist, eine zeitliche Änderung der Verbrennungskenngröße (84) zu erzeugen, wobei die Fluidzufuhränderung (60) so gewählt ist, dass die zeitliche Änderung der Verbrennungskenngröße (84) eine Doppelpeakstruktur (94) aufweist, welche zumindest einen ersten Peak (88), eine erste Senke (90) und einen zweiten Peak (92) aufweist,
- Ermitteln (80) des ersten Peaks (88) und des zweiten Peaks (92) von der mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung (60) korrelierten zeitlichen Änderung der Verbrennungskenngröße (84),
- Ermitteln (101) einer Sauerstoffkonzentration (103) in Abhängigkeit von einem Quotienten aus dem ersten Peak (88) und dem zweiten Peak (92),
- Ermitteln (102) eines ersten Brennerleistungsparameters (104),
- Ermitteln (116) einer Sollverbrennungskenngröße (130) auf Basis der Sauerstoffkonzentration (103) und des ersten Brennerleistungspараметров (104),
- Regeln des Heizsystems (46) auf Basis der Sollverbrennungskenngröße (130).

2. Verfahren (54) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kalibrierung des Heizsystems (46) durchgeführt wird, wenn die ermittelte Sauerstoffkonzentration (103) einen hinterlegten kritischen Maximalwert überschreitet oder einen hinter-

- legten kritischen Minimalwert unterschreitet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Signalmaximum (82) aus dem ersten Peak (88) und/oder dem zweiten Peak (92) ermittelt wird und beim Ermitteln (116) der Sollverbrennungskenngröße berücksichtigt wird.
4. Verfahren (54) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollverbrennungskenngröße (130) durch eine Produktbildung vom Signalmaximum (82) mit einem Kalibrierungsfaktor (132) ermittelt wird. 10
5. Verfahren (54) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Ermitteln (116) der Sollverbrennungskenngröße (130) ein Kompensationsfaktor berücksichtigt wird, welcher von der ermittelten Sauerstoffkonzentration (103) abhängt. 15
6. Verfahren (54) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kalibrierungsfaktor (132) in Abhängigkeit vom ersten Brennerleistungsparameter (104) und/oder von dem bzw. einem zweiten Brennerleistungsparameter (95) ermittelt wird. 20
7. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zeitliche Fluidzufuhränderung (60) weitgehend die Form einer Rampe und/oder weitgehend eine Dreiecksform aufweist. 25
8. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem zusätzlichen Schritt eine vorübergehende zeitliche zusätzliche Fluidzufuhränderung erzeugt wird, wobei diese zusätzliche Fluidzufuhränderung der Fluidzufuhränderung (60) weitgehend entgegengesetzt ist. 30
9. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidzufuhrkenngröße (62) einem Steuersignal (64) zum Dosieren eines Brennstoffs und/oder der Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft entspricht. 35
10. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungskenngröße (84) durch eine Ionisationsstrommessung an einer Flamme (40) des Heizsystems (46) bestimmt wird. 40
11. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Brennerleistungsparameter (104) aus einem ersten Zeitunterschied (108) zwischen dem Erzeugen der Fluidzufuhränderung (60) und dem Ermitteln der mit 45
- der Fluidzufuhränderung (60) korrelierten zeitlichen Änderung von der Verbrennungskenngröße (84) ermittelt wird. 50
12. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Brennerleistungsparameter (104) aus der Doppelpeakstruktur (94) ermittelt wird, insbesondere aus einem zweiten Zeitunterschied (136) zwischen dem ersten Peak (88) und der ersten Senke (90) und/oder aus einem dritten Zeitunterschied (138) zwischen dem ersten Peak (88) und dem zweiten Peak (92). 55
13. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidzufuhränderung (60) abhängig von dem ersten Brennerleistungsparameter (104) und/oder dem bzw. einem zweiten Brennerleistungsparameter (95) gewählt wird. 60
14. Steuereinheit (18) für ein Heizsystem (46), wobei die Steuereinheit (18) dazu eingerichtet ist, ein Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen. 65
15. Heizsystem (46) mit einer Steuereinheit (18) nach Anspruch 11, mit einem Dosierer (34) für einen Brennstoff und/oder Verbrennungsluft und/oder für eine Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft, sowie mit einer Ionisationssonde (42) an einer Flamme (40) und mit einem Gebläse (32) mit variierbarer Gebläsedrehzahl (96). 70

Fig. 1

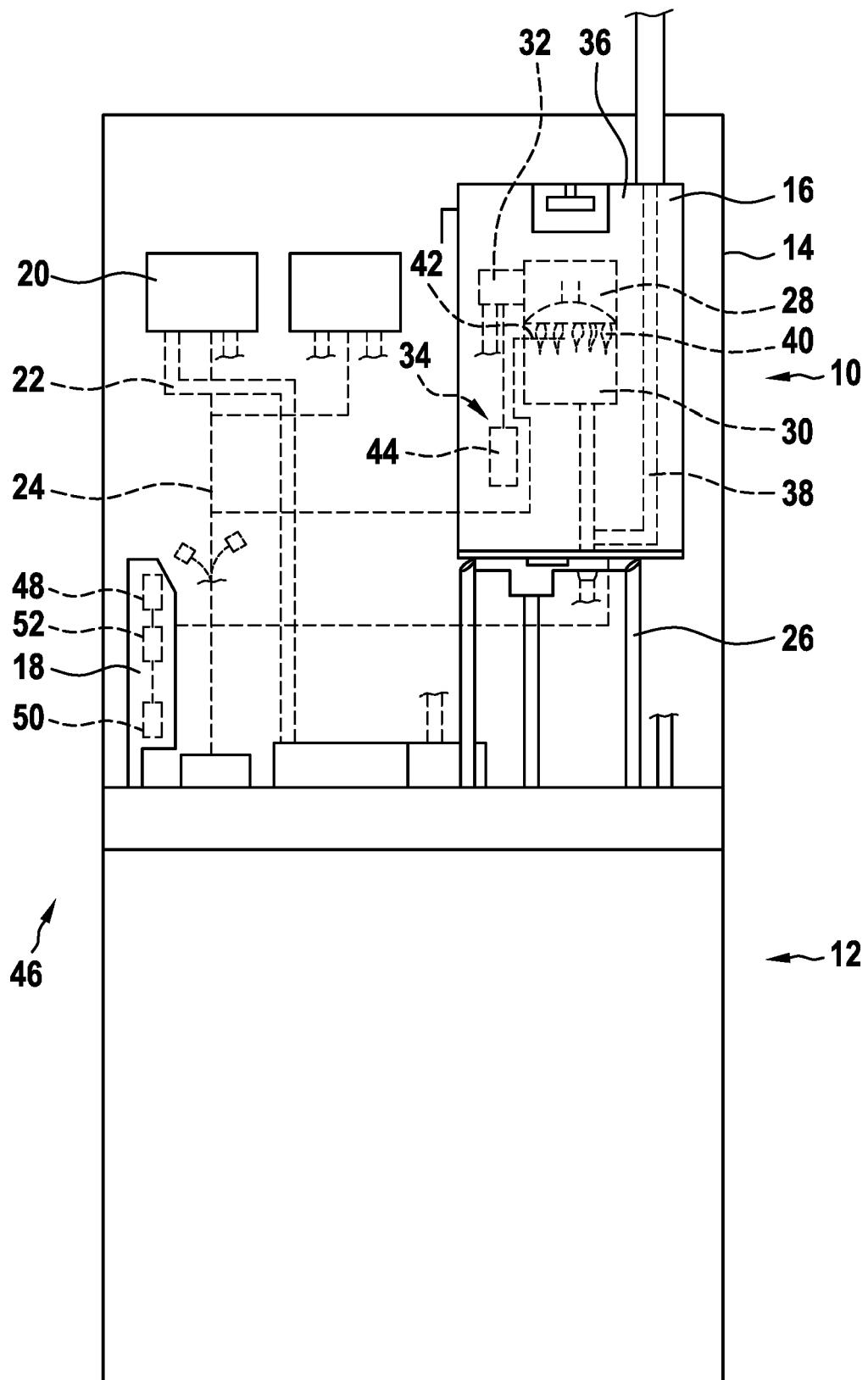


Fig. 2

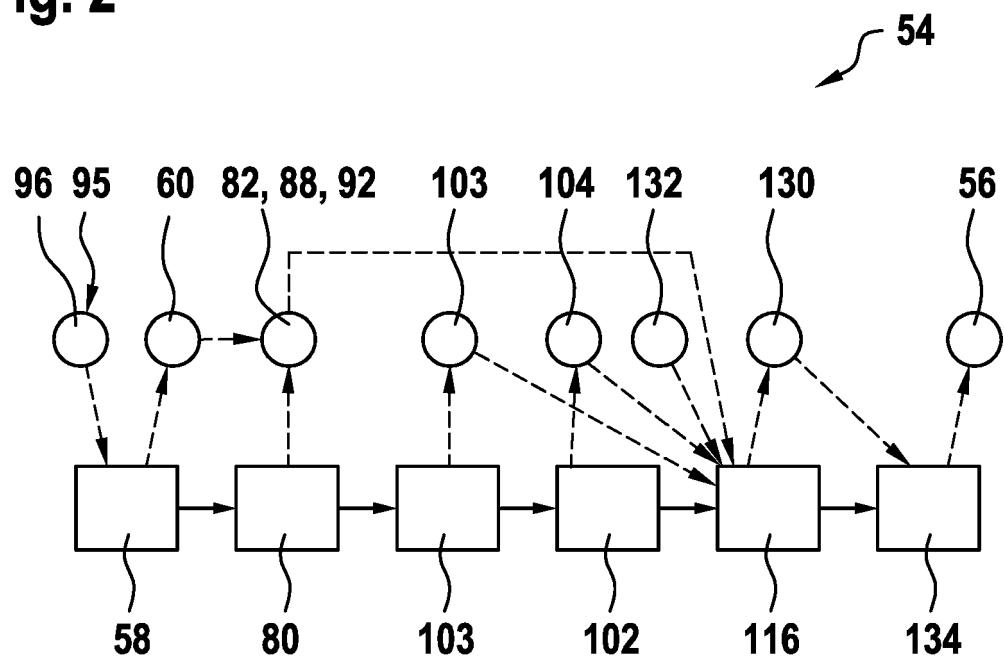


Fig. 3

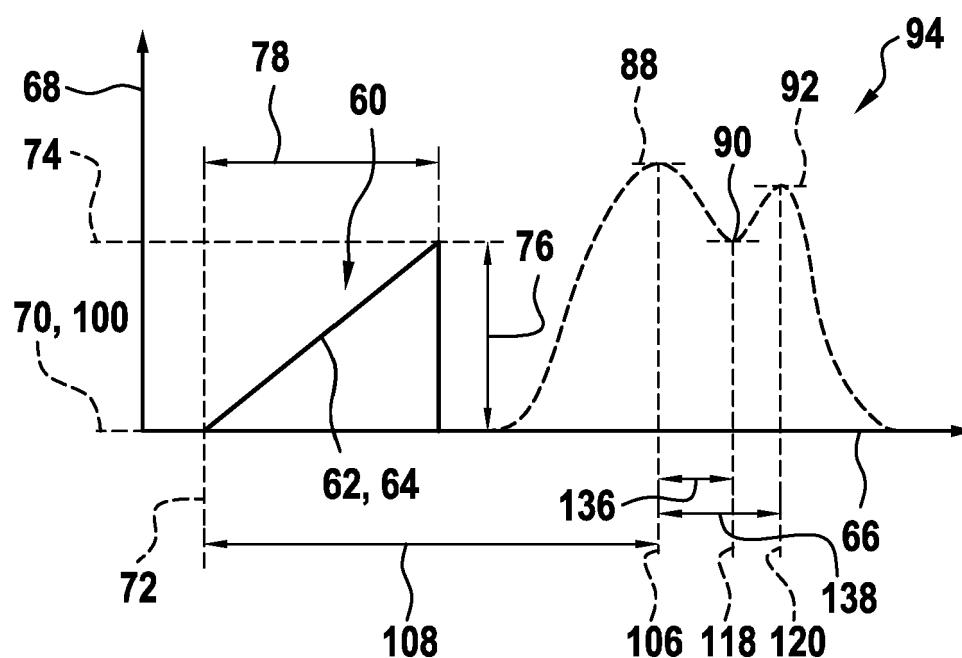


Fig. 4

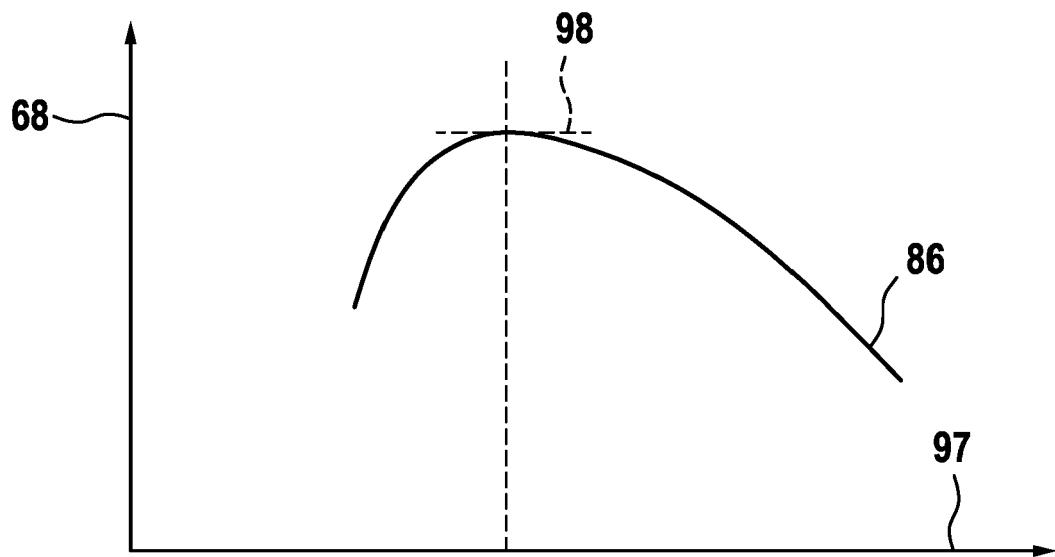


Fig. 5

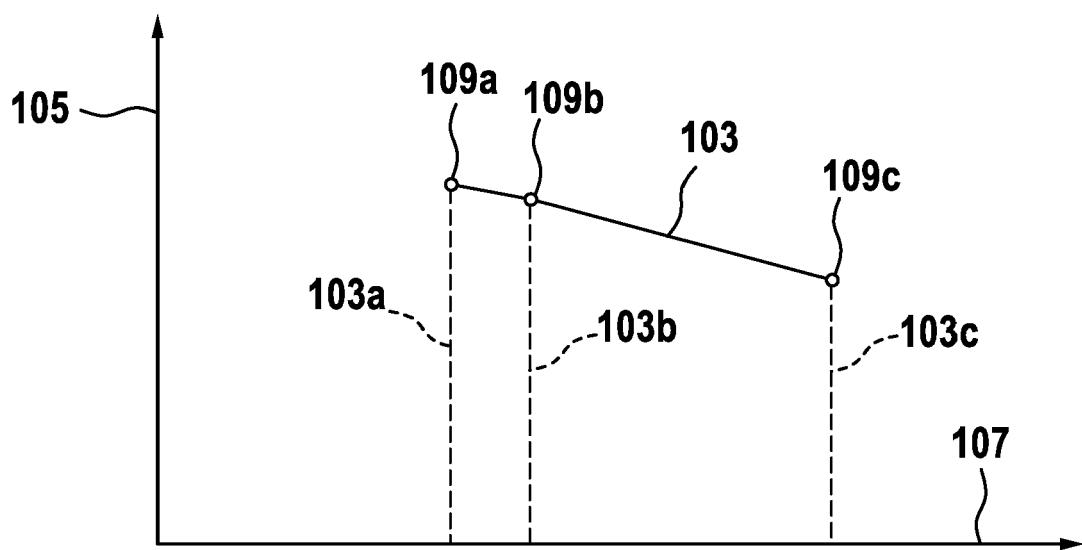


Fig. 6

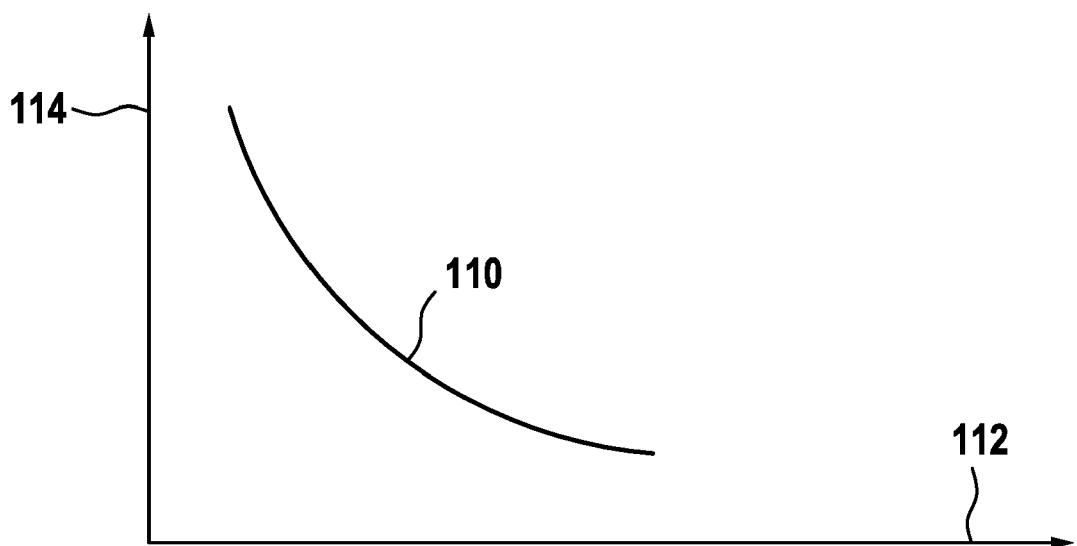


Fig. 7

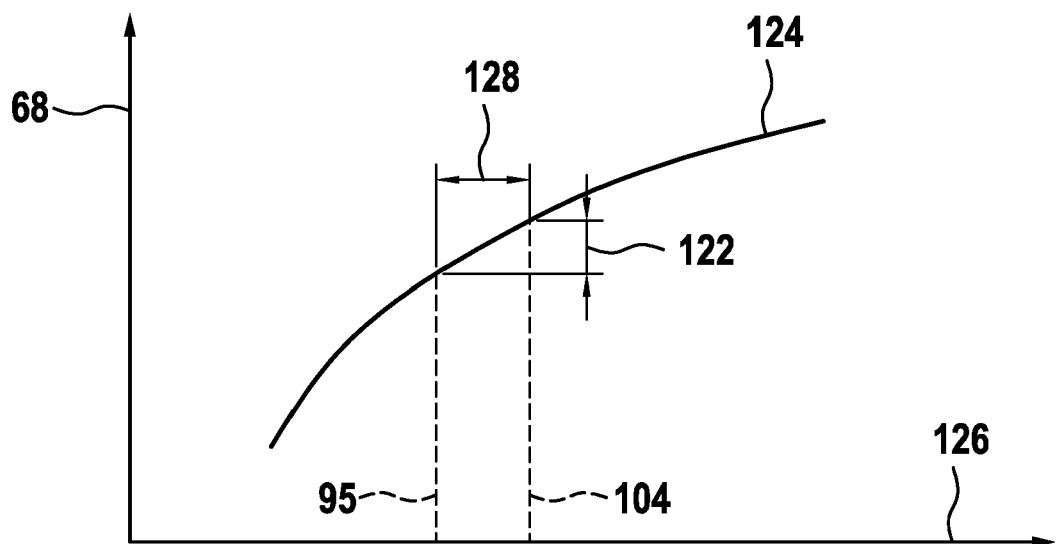
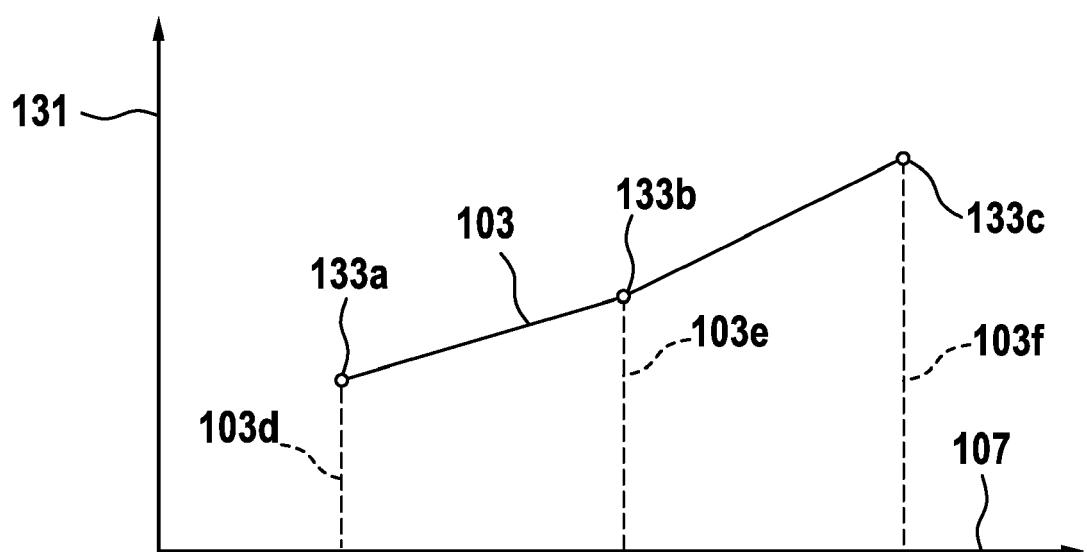


Fig. 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 16 2188

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	A EP 3 290 798 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7. März 2018 (2018-03-07) * Spalte 8, Absatz 33 - Spalte 13, Absatz 50 * * Anspruch 1 * * Abbildungen 1-3 * -----	1,14,15	INV. F23N1/00 F23N5/00 F23N5/12
15	A EP 3 290 796 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7. März 2018 (2018-03-07) * Spalte 8, Absatz 29 - Spalte 11, Absatz 41 * * Anspruch 1 * * Abbildungen 1-4 * -----	1,14,15	
20	A DE 198 31 648 A1 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 27. Januar 2000 (2000-01-27) * Spalte 2, Zeile 16 - Spalte 4, Zeile 29 * * Abbildung 1 * -----	1,14,15	
25			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30			F23N
35			
40			
45			
50	1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 22. Juli 2020	Prüfer Gavriliu, Costin
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 Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 20 16 2188

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.

22-07-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 3290798 A1 07-03-2018 KEINE			
20	EP 3290796 A1 07-03-2018 KEINE			
25	DE 19831648 A1 27-01-2000 KEINE			
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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