



(11)

EP 3 339 735 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.08.2022 Patentblatt 2022/33

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23N 1/02 ^(2006.01) **F23N 5/12** ^(2006.01)
F23N 5/24 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17198205.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23N 1/022; F23N 5/123; F23N 5/242;
F23N 2225/30; F23N 2227/18; F23N 2241/06

(22) Anmeldetag: **25.10.2017**

(54) **VERFAHREN ZUR KONTROLLE EINES BRENNSTOFF-LUFT-VERHÄLTNISSSES IN EINEM HEIZSYSTEM SOWIE EINE STEUEREINHEIT UND EIN HEIZSYSTEM**

METHOD FOR CONTROLLING A FUEL/AIR RATIO IN A HEATING SYSTEM, AS WELL AS A CONTROL UNIT AND A HEATING SYSTEM

PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UN RAPPORT AIR-COMBUSTIBLE DANS UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE, UNITÉ DE COMMANDE ET SYSTÈME DE CHAUFFAGE

(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

(30) Priorität: **21.12.2016 DE 102016225752**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.06.2018 Patentblatt 2018/26

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Voordendag, Remko**
7423 EG Deventer (NL)
• **Hijenga, Sipco Max**
7431CE Diepenveen (NL)
• **Koudijs, Jan**
3771 CC Barneveld (NL)
• **Westra, Jan**
8181 MG Heerde (NL)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 806 610 EP-A2- 2 017 531
EP-A2- 2 549 187 EP-A2- 2 682 679
DE-A1-102010 055 567

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).

EP 3 339 735 B1

Beschreibung

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

Stand der Technik

[0002] Um eine optimale Verbrennung zu gewährleisten, ist es bei dem Betrieb von Gasbrenner notwendig, das richtige Brennstoff-Luft-Verhältnis sicherzustellen. Die EP 0 806 610 A2 zeigt ein lange bekanntes Regelverfahren nach dem Ionisationsstrom, in welchem der aktuelle Wert der Ionisationsspannung überwacht wird und das Brennstoff-Luft-Verhältnis durch eine Ansteuerung eines Brennstoffventils angepasst wird, wenn die Ionisationsspannung zu stark von einem Sollwert abweicht. Dazu muss die korrekte Funktionsweise der für die Bestimmung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eingesetzten Sensorik gewährleistet sein, was bei der EP 0 806 610 A2 nicht gewährleistet ist. Die DE 10 2010 055 567 zeigt und beschreibt ein Verfahren, in welchem eine Gaszufuhr kurzzeitig erhöht wird und ein daraus resultierendes kurzzeitiges Ansteigen eines Ionisationsstroms an einer Brennerflamme gemessen wird. Der Ionisationsstrom ist mit dem Brennstoff-Luft-Verhältnis korreliert. In der DE 10 2010 055 567 wird der Gasbrenner in Abhängigkeit von der Stärke des kurzzeitigen Ansteigens des Ionisationsstroms geregelt um eine bessere

[0003] Verbrennung zu gewährleisten. Solche Verfahren haben den Nachteil, dass in bestimmten Situationen der Ionisationsstrom durch weitere externe und/oder interne Einflüsse, beispielsweise einen Windstoß, beeinflusst werden kann. In solchen Fällen besteht keine eindeutige Korrelation zwischen einer Modulation der Gaszufuhr und einer Modulation des Ionisationsstroms, was die Regelung des Gasbrenners in Abhängigkeit vom Brennstoff-Luft-Verhältnis zeitweise unmöglich macht.

Offenbarung der Erfindung

Vorteile

[0004] Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zur Kontrolle eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem offenbart. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Ermitteln eines relativen Signalmaximums einer Verbrennungskenngröße, wobei die Verbrennungskenngröße mit dem Brennstoff-Luft-Verhältnis korreliert ist,
- Ermitteln eines durchschnittlichen Normalwerts der Verbrennungskenngröße,
- Feststellung eines ersten Fehlzustandes, falls das

relative Signalmaximum eine erste Signaluntergrenze nicht erreicht oder falls der durchschnittliche Normalwert zu stark von einem Sollwert abweicht, oder Feststellung eines ersten Normalzustandes, falls das relative Signalmaximum eine erste Signaluntergrenze erreicht und falls der durchschnittliche Normalwert nicht zu stark von einem Sollwert abweicht.

[0005] Es wird ein Testbetrieb durchgeführt, falls ein Testzeitpunkt erreicht wird, welcher die folgenden zusätzlichen Schritte aufweist:

- Erzeugen einer vorübergehenden, zeitlichen Fluidzufuhränderung einer Fluidzufuhrkenngröße,
- Ermitteln eines relativen korrelierten Signalmaximums einer Verbrennungskenngröße, welches mit der Fluidzufuhränderung korreliert ist,
- Feststellung eines zweiten Fehlzustandes, falls das relative korrelierte Signalmaximum eine zweite Signaluntergrenze nicht erreicht, oder Feststellung eines zweiten Normalzustandes, falls das relative korrelierte Signalmaximum eine zweite Signaluntergrenze erreicht.

[0006] Unter einem "Heizsystem" ist 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.

[0007] Unter einer "Verbrennungskenngröße" soll insbesondere eine skalare Kenngröße verstanden werden, welche insbesondere mit einer Verbrennung, insbesondere eines Gemischs, insbesondere aus einer Verbrennungsluft und einem Brennstoff, korreliert ist. Ein Beispiel für eine Verbrennungskenngröße ist ein Ionisationsstrom, welcher an einer Flamme des Heizsystems gemessen wird. Vorteilhaft kann, insbesondere durch eine 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 entspricht die Verbrennungskenngröße zumindest einem oder genau einem, die Verbrennung abbildenden und/oder charakterisierenden Messwert bzw. kann die Verbrennungskenngröße einem solchen Messwert eindeutig zugeordnet werden. Beispiele für einen die Verbrennung abbildenden und/oder charakterisierenden Messwert sind ein Verbrennungssignal, insbesondere einer Lichtintensität, ein Schadstoffausstoß, eine Temperatur und/oder vorteilhaft ein Ionisationssignal.

[0008] Unter einem "durchschnittlichen Normalwert"

ist ein durchschnittlicher Wert der Verbrennungskenngröße zu verstehen, welcher über einen Zeitraum gemittelt wird, der keine zu großen Schwankungen aufweist. Dabei soll unter einer Schwankung eine zeitliche Veränderung eines Absolutwertes der Verbrennungskenngröße verstanden werden. Unter einer zu großen Schwankung kann das Auftreten eines zu hohen Absolutwertes der Verbrennungskenngröße und/oder eine zu hohe Änderungsgeschwindigkeit des Absolutwertes der Verbrennungskenngröße verstanden werden. Es ist denkbar, dass der Absolutwert der Verbrennungskenngröße als Funktion der Zeit erfasst bzw. gespeichert wird. Der durchschnittliche Normalwert kann aus dem gespeicherten Absolutwert der Verbrennungskenngröße als Funktion der Zeit ermittelt werden. Weiterhin ist es denkbar, dass der durchschnittliche Normalwert über einen Zeitraum ermittelt wird und dabei zu große Schwankungen der Verbrennungskenngröße nicht berücksichtigt werden.

[0009] Unter einem "relativen Signalmaximum" ist die maximale Amplitude der Verbrennungskenngröße abzüglich der weitestgehend konstanten Amplitude der Verbrennungskenngröße vor diesem Zeitraum bzw. der Amplitude der Verbrennungskenngröße zu Beginn dieses Zeitraums zu verstehen. Ein relatives Signalmaximum weicht hinreichend stark vom durchschnittlichen Normalwert ab. Die Entstehung eines relativen Signalmaximums kann durch eine Veränderung von die Verbrennung beeinflussenden Randbedingung verursacht werden. Beispielsweise kann eine Veränderung des Drucks und/oder der Strömungsgeschwindigkeit und/oder der Zusammensetzung der Verbrennungsluft und/oder des Brennstoffes und/oder der Mischung aus Verbrennungsluft und Brennstoff zu einem relativen Signalmaximum führen.

[0010] Unter einer "ersten Signaluntergrenze" ist ein vorher festgelegter oder während der Ausführung des Verfahrens ermittelter Wert zu verstehen. Die erste Signaluntergrenze ist zum Vergleich mit der Verbrennungskenngröße vorgesehen. Die erste Signaluntergrenze kann von einem oder mehreren Parametern abhängen, beispielsweise Betriebsparametern des Heizsystems. Insbesondere kann die erste Signaluntergrenze von einer Brennerleistung des Heizsystems abhängen.

[0011] Unter einem "Sollwert" ist ein vorher festgelegter oder während der Ausführung des Verfahrens ermittelter Wert zu verstehen. Der Sollwert ist zum Vergleich mit der Verbrennungskenngröße vorgesehen. Insbesondere ist der Sollwert ein Regelwert, auf den die Verbrennungskenngröße in einem vorgesehenen Betrieb des Heizsystems geregelt wird. Die erste Signaluntergrenze kann von einem oder mehreren Parametern abhängen, beispielsweise Betriebsparametern des Heizsystems. Insbesondere kann der Sollwert von einer Brennerleistung des Heizsystems abhängen.

[0012] Mit "erster Normalzustand" oder "zweiter Normalzustand" ist ein Zustand des Heizsystems gemeint, in dem der Betrieb des Heizsystems im vorgesehenen

Rahmen erfolgt. Unter "erster Fehlzustand" oder "zweiter Fehlzustand" ist ein Zustand des Heizsystems zu verstehen, in dem der Betrieb nicht im vorgesehenen Rahmen möglich ist. Dazu gehören Defekte und Störungen sowie ein nicht optimaler Betrieb. Ein zweiter Normalzustand oder ein zweiter Fehlzustand wird in einem Testbetrieb ermittelt (siehe unten). Beispiele für Störungen und Defekte sind ein nicht voll funktionsfähiges Gebläse oder plötzlich eintretende oder langsam fortschreitende Verstopfungen im Strömungsweg einer Brennstoff-Luft-Mischung. Ursachen für solche Verstopfungen sind zum Beispiel Wind, Verschmutzungen, Ablagerungen oder Korrosion. Beispiele für einen nicht optimalen Betrieb sind eine Über- oder Unterbelastung des Heizsystems oder eine nicht optimale Verbrennung in einem Brennraum des Heizsystems, beispielsweise durch falsch eingestellte Betriebsparameter und/oder eine falsch eingestellte Sensorik zur Bestimmung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses.

[0013] Zur Ermittlung des durchschnittlichen Normalwertes und des relativen Signalmaximums wird die Verbrennungskenngröße kontinuierlich oder regelmäßig gemessen und gespeichert. Aus den gespeicherten Werten der Verbrennungskenngröße wird nach vorher festgelegten oder während der Ausführung des Verfahrens ermittelten Zeitintervallen der durchschnittliche Normalwert und das relative Signalmaximum ermittelt. Es ist beispielsweise denkbar, dass ein Zeitintervall festgelegt wird, sobald die Verbrennungskenngröße ausreichend stark vom Sollwert abweicht.

[0014] Unter einem "Testbetrieb" ist ein Betriebsmodus des Heizsystems zu verstehen, in welchem das Heizsystem so betrieben wird, dass die Funktionalität des Heizsystems überprüft wird. Insbesondere kann in einem Testmodus eine Sensorik und/oder Analytik des Heizsystems überprüft werden. Zum Beispiel kann in einem Testmodus ermittelt werden, ob das Brennstoff-Luft-Verhältnis weitestgehend korrekt bestimmt wird. In einem Testbetrieb kann eine Funktionalität des Heizgeräts zumindest teilweise gegenüber einem vorgesehenen Normalbetrieb des Heizgeräts abweichen, insbesondere eingeschränkt sein. In einem Testbetrieb können zumindest teilweise andere Verfahren durch das Heizgerät durchgeführt werden als im vorgesehenen Normalbetrieb. Beispielsweise kann im Testbetrieb ein Brennerleistungsbereich des Heizgeräts weitestgehend vollständig durchfahren werden. Es ist denkbar, dass ein Testbetrieb parallel zu einem vorgesehenen Normalbetrieb durchgeführt wird. Bevorzugt wird der vorgesehene Normalbetrieb durch den Testbetrieb weitestgehend nicht gestört und/oder beeinflusst. Es ist denkbar, dass der vorgesehene Normalbetrieb durch den Testbetrieb vorübergehend unterbrochen wird. Ein "Testzeitpunkt" ist ein Zeitpunkt, bei dem das Durchführen eines Testbetriebs vorgesehen ist. Der Testzeitpunkt kann vorher festgelegt sein, insbesondere periodisch, oder während der Ausführung des Verfahrens ermittelter werden, beispielsweise wenn ein erster Fehlzustand festgestellt

wird.

[0015] Unter einer "Fluidzufuhrkenngroße" soll insbesondere eine skalare Kenngröße verstanden werden, welche insbesondere mit zumindest einem, insbesondere einer Brenneinheit des Heizsystems zugeführten, Fluid, insbesondere einem Verbrennungsluftstrom, einem Brennstoffstrom und/oder einem Gemischstrom, insbesondere aus einer Verbrennungsluft und dem Brennstoff, korreliert ist. Vorteilhaft kann, insbesondere durch eine Steuer- und/oder Regeleinheit des Heizsystems, wenigstens anhand der Fluidzufuhrkenngroße 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. Ein Beispiel für eine Fluidzufuhrkenngroße ist die Angabe einer Öffnungsweite eines Brennstoffventils. Unter einer "vorübergehenden, zeitlichen Fluidzufuhränderung" soll eine zeitlich beschränkte Variation der Fluidzufuhrkenngroße verstanden werden, sodass diese von einem weitestgehend konstanten Wert der Fluidzufuhrkenngroße vor Beginn der Fluidzufuhränderung abweicht. Bevorzugt wird die Fluidzufuhrkenngroße über den Zeitraum der Fluidzufuhränderung zunächst vergrößert oder verkleinert und anschließend weitestgehend auf den Wert der Fluidzufuhrkenngroße vor Beginn der Fluidzufuhränderung geregelt. Bevorzugt ist die Zeitdauer der Fluidzufuhränderung pulsartig und kurz gegenüber den im üblichen Betrieb des Heizsystems auftretenden vorgesehenen zeitlichen Variationen der Fluidzufuhrkenngroße.

[0016] Unter einem "relativen korrelierten Signalmaximum" ist die maximale Amplitude der Verbrennungskenngröße in einem mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung korrelierten Zeitraum abzüglich der weitestgehend konstanten Amplitude der Verbrennungskenngröße vor diesem Zeitraum oder abzüglich der Amplitude der Verbrennungskenngröße zu Beginn dieses Zeitraums oder abzüglich des durchschnittlichen Normalwerts in diesem Zeitraum zu verstehen. Das relative korrelierte Signalmaximum ist insbesondere ein Maß für die Änderung der Verbrennungskenngröße aufgrund der Fluidzufuhränderung.

[0017] Unter einer "zweiten Signaluntergrenze" ist ein vorher festgelegter oder während der Ausführung des Verfahrens ermittelter Wert zu verstehen. Die zweite Signaluntergrenze ist zum Vergleich mit der Verbrennungskenngröße vorgesehen, insbesondere während des Testbetriebs. Die zweite Signaluntergrenze kann von einem oder mehreren Parametern abhängen, beispielsweise Betriebsparametern des Heizsystems. Insbesondere kann die zweite Signaluntergrenze von einer Brennerleistung des Heizsystems abhängen.

[0018] Das Verfahren gemäß der Erfindung hat den Vorteil, dass das Brennstoff-Luft-Verhältnis selbst bei äußeren Einflüssen auf die Verbrennungskenngröße, insbesondere durch einen Wind und Luftdruckschwankungen, weitestgehend korrekt ermittelt werden kann. Das ermöglicht einen weitestgehend optimalen und schad-

stoffarmen Betrieb des Heizsystems.

[0019] Es ist denkbar, dass das Heizsystem abhängig davon, ob ein Fehlzustand festgestellt wird, geregelt wird. Vorteilhaft kann eine Ursache eines ersten Fehlzustandes behoben werden, falls ein erster Fehlzustand im Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung festgestellt wird bzw. zu oft festgestellt wird. Es ist denkbar, dass weitergehende Diagnoseverfahren zur Ermittlung der Ursache eines festgestellten ersten Fehlzustandes durchgeführt werden. Abhängig von einem Ergebnis des weitergehenden Diagnoseverfahrens wird das Heizsystem so angesteuert, dass die Ursache des ersten Fehlzustandes zumindest teilweise behoben wird und/oder dass sich die Ursache des ersten Fehlzustandes zumindest weitestgehend nicht mehr auf den vorgesehenen Betrieb des Heizgeräts auswirkt. Auf diese Weise kann das Heizsystem weitestgehend in einen ersten Normalzustand gebracht werden.

[0020] Die Durchführung des Testbetriebs hat den Vorteil, dass das Brennstoff-Luft-Verhältnis weitestgehend jederzeit ermittelbar ist. Insbesondere kann das Brennstoff-Luft-Verhältnis unabhängig von einem relativen Signalmaximum ermittelt werden. Das Auftreten eines relativen Signalmaximums kann insbesondere von den äußeren Umweltbedingungen abhängen.

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

[0022] Entspricht die Fluidzufuhrkenngroße einem Steuersignal zum Dosieren eines Brennstoffs und/oder einer 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.

[0023] Wird ein oder der Testzeitpunkt verschoben bzw. ein Testzeitpunktabstand erhöht, falls ein erster Normalzustand festgestellt wird, hat das den Vorteil, dass ein Testbetrieb nicht zu oft ausgeführt wird. Auf diese Weise werden Emissionen des Heizsystems gesenkt. Zusätzlich wird ein vorgesehener, normaler Betrieb des Heizsystems seltener unterbrochen. Unter einem "Testzeitpunktabstand" ist der zeitliche Abstand zwischen einem letzten Testzeitpunkt und einem danach folgenden, zukünftigen Testzeitpunkt zu verstehen.

[0024] Wird ein oder der Testbetrieb durchgeführt, falls eine Zeit seit einem letzten Testbetrieb einen Maximaltestzeitabstand überschreitet, wird auf diese Weise ein immer wiederkehrender Testbetrieb garantiert. Der Betrieb des Heizgeräts wird so besonders sicher und störungsarm. Unter einem "Maximaltestzeitabstand" ist eine vorher festgelegte oder eine während eines Betriebs des Heizgeräts festlegbare Variable zu verstehen. Beispielsweise ist es denkbar, dass der Maximaltestzeitabstand abhängig von einem Ort des Heizsystems so gewählt wird, dass lokale Emissionsvorschriften eingehalten wer-

den.

[0025] Dadurch, dass in einem zusätzlichen Schritt eine Brennerleistung des Heizsystems erhöht wird, falls ein erster Fehlzustand festgestellt wird und/oder falls eine erste Fehlerzählvariable eine erste untere Fehlergrenze überschreitet, wird der Betrieb des Heizgeräts besonders sicher und robust gegen äußere Einflüsse. Beispielsweise ist es denkbar, dass ein erster Fehlzustand durch einen starken Wind oder schnelle Druckschwankungen außerhalb des Heizgeräts verursacht wird. Eine Erhöhung der Brennerleistung des Heizsystems, beispielsweise durch eine Erhöhung eines Volumenstroms einer Brennstoff-Luft-Mischung, macht das Heizsystem weniger empfindlich gegen Wind oder Luftdruckschwankungen.

[0026] Dabei ist unter einer "ersten Fehlerzählvariable" eine Variable, bevorzugt ganzzahlige Variable, zu verstehen, welche länger als über eine Iteration des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung besteht bzw. gespeichert wird und erhöht wird, falls ein erster Fehlzustand festgestellt wird. Es ist möglich, dass die erste Fehlerzählvariable verringert wird, falls ein erster Normalzustand oder ein zweiter Normalzustand festgestellt wird. Insbesondere ist es denkbar, dass die erste Fehlerzählvariable auf einen Startwert, beispielsweise den Wert 0, zurückgesetzt wird, wenn ein erster Normalzustand oder ein zweiter Normalzustand festgestellt wird. Unter einer "ersten unteren Fehlergrenze" ist eine vorher festgelegte oder eine während eines Betriebs des Heizgeräts festlegbare Variable zu verstehen. Es ist möglich, dass die erste untere Fehlergrenze abhängig von inneren und äußeren Bedingungen laufend aktualisiert wird. Wird beispielsweise eine besonders windige Wetterlage ermittelt, kann die erste untere Fehlergrenze temporär gesenkt werden.

[0027] Wird eine oder die erste Fehlerzählvariable erhöht, falls ein erster Fehlzustand festgestellt wird und/oder wird eine zweite Fehlerzählvariable erhöht, falls ein zweiter Fehlzustand festgestellt wird, so ist es auf diese Weise möglich, unterschiedliche Ursachen für den ersten Fehlzustand und für den zweiten Fehlzustand zu berücksichtigen. Das erlaubt einen besonders sicheren und effizienten Ablauf des Verfahrens des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0028] Unter einer "zweiten Fehlerzählvariablen" ist eine Variable, bevorzugt ganzzahlige Variable, zu verstehen, welche länger als über eine Iteration des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung besteht bzw. gespeichert wird. Es ist möglich, dass die zweite Fehlerzählvariable verringert wird, falls ein erster Normalzustand oder ein zweiter Normalzustand festgestellt wird. Insbesondere ist es denkbar, dass die zweite Fehlerzählvariable auf einen Startwert, beispielsweise den Wert 0, zurückgesetzt wird, wenn ein erster Normalzustand oder ein zweiter Normalzustand festgestellt wird.

[0029] Wird eine Fehlerreaktion durchgeführt wird, falls die erste Fehlerzählvariable eine erste obere Fehlergrenze überschreitet und/oder falls die zweite Fehler-

zählvariable eine zweite Fehlergrenze überschreitet, wird ein sicherer Betrieb des Heizgeräts sichergestellt. Unter einer "ersten oberen Fehlergrenze" oder einer "zweiten Fehlergrenze" ist eine vorher festgelegte oder eine während eines Betriebs des Heizgeräts festlegbare Variable zu verstehen. Bevorzugt ist die erste obere Fehlergrenze größer als die erste untere Fehlergrenze. Auf diese Weise kann einem ersten Fehlzustand zunächst über eine Erhöhung der Brennerleistung entgegengewirkt werden, bevor eine Fehlerreaktion durchgeführt wird.

[0030] Unter einer "Fehlerreaktion" ist ein Betriebszustand des Heizsystems zu verstehen, welcher eine Reaktion auf einen auftretenden Fehler, Defekt, eine Störung oder einen nicht optimalen Betrieb ist. Eine Fehlerreaktion kann ein Verfahren zur Behebung des Fehlers, Defekts, der Störung oder des nicht optimalen Betriebs sein. Als Fehlerreaktion kann das Heizsystem beispielsweise heruntergefahren bzw. abgeschaltet werden. Weiterhin können weitergehende Diagnoseverfahren zur Ermittlung der Ursache eines festgestellten ersten Fehlzustandes und/oder zweiten Fehlzustandes durchgeführt werden. Abhängig von einem Ergebnis des weitergehenden Diagnoseverfahrens wird das Heizsystem so geregelt, dass die Ursache des ersten Fehlzustandes und/oder des zweiten Fehlzustandes zumindest teilweise behoben wird und/oder dass sich die Ursache bzw. die Ursachen des ersten Fehlzustandes und/oder des zweiten Fehlzustandes zumindest weitestgehend nicht mehr auf den vorgesehenen Betrieb des Heizgeräts auswirkt bzw. auswirken. Auf diese Weise kann das Heizsystem weitestgehend in einen ersten Normalzustand gebracht werden.

[0031] 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.

[0032] Das Verfahren wird weiter verbessert, wenn der Sollwert und/oder die erste Signaluntergrenze und/oder gegebenenfalls die Fluidzufuhränderung und/oder gegebenenfalls die zweite Signaluntergrenze von einem Brennerleistungsparameter abhängen. Auf diese Weise wird die Ausführung des Verfahrens besonders zuverlässig und Emissionen im Heizbetrieb werden weiter gesenkt.

[0033] Eine Steuereinheit für ein Heizsystem, wobei die Steuereinheit einen Datenspeicher, eine Recheneinheit und eine Kommunikationsschnittstelle zur Ansteuerung der Komponenten eines Heizsystems aufweist, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, ein Verfahren zur Kontrolle eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem gemäß der vorliegenden Erfindung auszuführen bietet den zusätzlichen Vorteil, dass durch das weitgehende Verhindern einer falschen Einstellung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses die Haltbarkeit des Heizsystems erhöht wird, Fehlfunktionen vermieden

werden und somit die Sicherheit erhöht wird. Zusätzlich wird durch das Vermeiden von unnötigen Testbetrieben der Verschleiß des Heizsystems gesenkt und seine Verfügbarkeit erhöht.

[0034] Ein Heizsystem mit einer Steuereinheit gemäß der vorliegenden Erfindung, 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 selbst bei ungünstigen Wetterlagen 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 der Brennstoffverbrauch gesenkt und die Lebensdauer des Heizsystems erhöht bzw. das Zeitintervall zwischen den erforderlichen Inspektionsintervallen gesenkt.

Zeichnungen

[0035] In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele des Verfahrens zur Kontrolle eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem 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

Figur 1 eine schematische Darstellung des Heizsystems gemäß der vorliegenden Erfindung mit der Steuereinheit gemäß der vorliegenden Erfindung, Figur 2 das Verfahren zur Kontrolle eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem gemäß der vorliegenden Erfindung, Figur 3 eine schematische Darstellung einer Abhängigkeit des Ionisationsstrom vom Brennstoff-Luft-Verhältnis, Figuren 4 und 6 Varianten des Verfahrens zur Kontrolle eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem gemäß der vorliegenden Erfindung und Figur 5 eine schematische Darstellung einer Fluidzufuhränderung und einer zeitlichen Änderung von einer Verbrennungskenngröße.

Beschreibung

[0036] In den verschiedenen Ausführungsvarianten erhalten gleiche Teile die gleichen Bezugszahlen.

[0037] In Figur 1 ist 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.

[0038] Als wesentliche Komponenten befinden sich eine Wärmezelle 16, eine Steuereinheit 18, eine oder meh-

rere 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.

[0039] 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 74 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 Kommunikationsschnittstelle 52 ermöglicht einen Datenaustausch mit externen Geräten. Externe Geräte sind beispielsweise Steuergeräte, Thermostate und/oder Geräte mit Computerfunktionalität, beispielsweise Smartphones.

[0040] 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 Kommunikationsverbindungen sind dann entsprechende Softwareschnittstellen.

[0041] Figur 2 zeigt das Verfahren 54 gemäß der Erfindung zur Kontrolle eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem 46. In einem Schritt 56 wird ein relatives Signalmaximum 58 einer Verbrennungskenngröße 60 ermittelt. Die Verbrennungskenngröße 60 ist im Ausführungsbeispiel ein Ionisationsstrom 62 (siehe Figur 3). Der Ionisationsstrom 62 wird durch die Steuereinheit 18 aufgezeichnet und als ein zeitlicher Verlauf gespeichert. Der zeitliche Verlauf des Ionisationsstroms 62 wird durch die Steuereinheit 18 kontinuierlich ausgewertet. Weist der zeitliche Verlauf eine zu große Schwankung auf, wird Schritt 56 durchgeführt. Eine maximale Amplitude der Schwankung wird als ein absolutes Sig-

nalmaximum gespeichert. Eine Schwankung wird im Ausführungsbeispiel als zu groß klassifiziert, wenn sich der Wert des Ionisationsstroms 62 über einen Testzeitraum um mehr als einen Toleranzbereich verändert. Der Testzeitraum und der Toleranzbereich sind im Ausführungsbeispiel von einer Brennerleistung und einem Absolutwert des Ionisationsstroms 62 abhängig. Der Testzeitraum kann Werte zwischen 1 ms und 1000 ms, bevorzugt zwischen 10 ms und 100 ms, annehmen. Der Toleranzbereich kann Werte zwischen 10 % und 70 %, bevorzugt zwischen 20 % und 50 %, besonders bevorzugt zwischen 30 % und 40 %, annehmen. Dabei berücksichtigt die Steuereinheit 18 einen aktuellen Betriebsmodus des Heizsystems 46. Wird beispielsweise eine Erhöhung der Brennerleistung angefordert, so wird eine mit so einer Anforderung zusammenhängende Veränderung des Ionisationsstroms 62 nicht berücksichtigt. Auf diese Weise werden weitestgehend nur Schwankungen des Ionisationsstroms berücksichtigt, welche durch externe Einflüsse ausgelöst werden. Insbesondere werden so Änderungen des Brennstoff-Luft-Verhältnisses aufgrund von Winden und Luftdruckschwankungen erfasst. Bevorzugt wird das absolute Signalmaximum in einem solchen Betriebszustand des Heizsystems 46 erfasst, in dem eine konstante Heizleistung angefordert wird. Das relative Signalmaximum 58 wird als Differenz zwischen dem absoluten Signalmaximum und einem Wert des Ionisationsstroms 62, welcher unmittelbar vor der Feststellung der Schwankung erfasst wurde, ermittelt.

[0042] In einem Schritt 64 wird ein durchschnittlicher Normalwert 66 der Verbrennungskenngröße 60 ermittelt. Im Ausführungsbeispiel wird dazu ein zeitlicher Mittelwert des von der Steuereinheit 18 gespeicherten zeitlichen Verlaufs des Ionisationsstroms 62 gebildet. Der zeitliche Mittelwert des Ionisationsstroms 62 wird zwischen einem Zeitpunkt unmittelbar vor einem Beginn der in Schritt 56 erfassten Schwankung und einem Zeitpunkt unmittelbar nach dem Ende einer zuletzt vorhergehenden Schwankung gebildet. Es ist denkbar, dass in alternativen Ausführungsformen der durchschnittliche Normalwert 66 über einen Zeitraum mit einer vorgegebenen Dauer ermittelt wird, wobei Schwankungen aus der Mittelung herausgenommen werden. Das hat den Vorteil, dass ein vorgegebbarer Mindestzeitraum bzw. eine vorgegebare Mindestmenge an Datenpunkten für die Mittelung verwendet wird bzw. verwendet werden. Weiterhin ist es denkbar, dass aus einem für den Mittelungsprozess zugrundeliegenden Datensatz, welcher den Zeitverlauf des Ionisationsstroms 62 beschreibt, Ausreißer bzw. zu stark abweichende Datenpunkte entfernt werden. Bevorzugt wird der durchschnittliche Normalwert 66 über einen Zeitraum bestimmt, in dem das Heizsystem 46 sich in einem solchen Betriebszustand befindet, in dem eine konstante Heizleistung angefordert wird.

[0043] Es ist möglich, dass in alternativen Ausführungsformen der Schritt 64 vor dem Schritt 56 ausgeführt wird. Es ist auch möglich, dass die Schritte 56 und 64

weitestgehend parallel ausgeführt werden. Insbesondere ist es denkbar, dass in alternativen Ausführungsformen der durchschnittliche Normalwert 66 zur Bestimmung des relativen Signalmaximums 58, beispielsweise aus dem absoluten Signalmaximum, verwendet wird.

[0044] In weiteren Ausführungsformen wird der durch die Steuereinheit 18 aufgezeichnete zeitliche Verlauf des Ionisationsstroms 62 in Intervalle, insbesondere regelmäßige Intervalle, unterteilt in denen jeweils durchschnittliche Normalwert 66 über einen Mittelungsprozess bestimmt werden, bei dem zu stark abweichende Datenpunkte nicht berücksichtigt werden. Das jeweils absolute Signalmaximum wird aus dem am stärksten nach oben abweichenden Datenpunkt im jeweiligen Intervall bestimmt, falls ein solcher vorhanden ist.

[0045] In einem Schritt 68 wird im Ausführungsbeispiel ein erster Fehlzustand festgestellt, falls das relative Signalmaximum 58 kleiner ist als eine erste Signaluntergrenze 70 oder falls der durchschnittliche Normalwert 66 zu stark von einem Sollwert 72 abweicht. Ist das relative Signalmaximum 58 größer-gleich als die erste Signaluntergrenze 70 und weicht der durchschnittliche Normalwert 66 nicht zu stark vom Sollwert 72 ab, so wird ein erster Normalzustand festgestellt. Im Ausführungsbeispiel ist die erste Signaluntergrenze 70 eine vorgegebene und in der Steuereinheit 18 gespeicherte Konstante. Die erste Signaluntergrenze 70 beträgt im Ausführungsbeispiel 10 μA . In alternativen Ausführungsformen liegt die erste Signaluntergrenze 70 zwischen 2 μA und 25 μA , bevorzugt zwischen 6 μA und 14 μA . Der Sollwert 72 hängt im Ausführungsbeispiel von einem Brennerleistungsparameter 73 ab. Der Sollwert 72 ist ein Regelwert, auf den der Ionisationsstrom 62 in einem vorgesehenen Betrieb des Heizsystems 46 geregelt wird. Je höher der Brennerleistungsparameter 73, desto höher ist der Sollwert 72. Im Ausführungsbeispiel ist der Brennerleistungsparameter 73 die Gebläsedrehzahl 74. In der Steuereinheit 18 ist eine Gebläsedrehzahl-Sollwert-Kennlinie hinterlegt, welche den funktionalen Zusammenhang zwischen der Gebläsedrehzahl 74 und dem dann benötigten Sollwert 72 beschreibt. Der Sollwert 72 nimmt im regulären Betrieb des Heizsystems 46 Werte zwischen 10 μA und 100 μA , insbesondere zwischen 30 μA und 60 μA an.

[0046] Die Steuereinheit 18 vergleicht das in Schritt 56 ermittelte relative Signalmaximum 58 mit der ersten Signaluntergrenze 70, in dem überprüft wird, welcher der beiden Werte größer ist. Die Steuereinheit 18 überprüft den in Schritt 64 ermittelten durchschnittlichen Normalwert 66, in dem ermittelt wird, ob der durchschnittliche Normalwert 66 nicht zu stark vom Sollwert 72 abweicht. Im Ausführungsbeispiel wird eine Abweichung des durchschnittlichen Normalwerts 66 um mehr als 10 % vom Sollwert 72 als zu stark klassifiziert. In anderen Ausführungsformen beträgt eine maximal zulässige Abweichung des durchschnittlichen Normalwerts 66 vom Sollwert 72 zwischen 1 % und 25 %, bevorzugt zwischen 5 % und 15 %. Es ist möglich, dass die maximal zulässige Abweichung des durchschnittlichen Normalwerts 66 vom

Sollwert 72 von einem oder mehreren Parametern abhängt, beispielsweise von einem Brennerleistungsparameter 73 und/oder von Informationen über eine Wetterlage. Wird in Schritt 68 festgestellt, dass ein erster Fehlzustand vorliegt, wird eine in der Steuereinheit 18 gespeicherte erste Fehlerzählvariable 76 um 1 erhöht. Wird festgestellt, dass ein erster Normalzustand vorliegt, so wird die erste Fehlerzählvariable 76 auf den Wert 0 gesetzt.

[0047] Figur 3 illustriert den Zusammenhang zwischen dem Ionisationsstrom 62 und dem Brennstoff-Luft-Verhältnis bei einer konstanten Gebläsedrehzahl 74. Auf einer ersten Ordinatenachse 78 ist der Ionisationsstrom 62 aufgetragen. Auf einer ersten Abszissenachse 80 ist das Brennstoff-Luft-Verhältnis dargestellt. Der Verlauf des Ionisationsstroms 62 weist ein Ionisationsstrommaximum 82 bei einem Brennstoff-Luft-Verhältnis von 1 auf. Bei einer Vergrößerung oder Verkleinerung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses ausgehend vom Ionisationsstrommaximum 82 nimmt der Ionisationsstrom 62 ab, wobei sich der Betrag der Steigung stetig vergrößert. Bevorzugt wird das Heizsystem 46 mit einem Brennstoff-Luft-Verhältnis von 1.3 (Punkt 84 in Figur 3) betrieben, also mit einem Luftüberschuss. Das Verfahren 54 überprüft, ob das Heizsystem 46 mit Luftüberschuss betrieben wird. Ein erster Normalzustand wird nur dann festgestellt, wenn der Wert des relativen Signalmaximums 58 einen ausreichend hohen Wert hat.

[0048] Die in Schritt 56 festgestellte Schwankung des Ionisationsstroms 62 wird durch eine Variation des Brennstoff-Luft-Verhältnisses aufgrund von wechselnden äußeren Bedingungen verursacht. Ist das Brennstoff-Luft-Verhältnis vor der Variation kleiner-gleich 1 oder größer als 1 und nahe am Ionisationsstrommaximum 82, insbesondere ausreichend kleiner als 1.3, so kann der Ionisationsstrom 62 aufgrund der Variation nur schwach ansteigen. Da die Steigerung des Ionisationsstroms 62 ausgehend vom Ionisationsstrommaximum 82 betragsmäßig stetig ansteigt, kann der Ionisationsstrom 62 nur dann aufgrund der Variation des Brennstoff-Luft-Verhältnisses stark genug ansteigen, wenn das Brennstoff-Luft-Verhältnis vor der Variation weit genug entfernt von 1 ist.

[0049] Eine weitere Bedingung zur Feststellung des ersten Normalzustands ist, dass der durchschnittliche Normalwert 66 nicht zu stark von einem Sollwert 72 abweicht. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Sollwert 72 weitestgehend erreicht wird und eine Regelung des Heizsystems 46 mit dem Ionisationsstrom 62 als Regelgröße weitestgehend funktioniert. Aus der Bedingung, dass der durchschnittliche Normalwert 66 nicht zu stark von einem Sollwert 72 abweicht, kann gefolgert werden, dass das Brennstoff-Luft-Verhältnis mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht deutlich kleiner als 1 ist. Es ist möglich, dass mit weiteren Verfahren und/oder Vorrichtungen sichergestellt wird, dass das Brennstoff-Luft-Verhältnis nicht deutlich kleiner als 1 ist, beispielsweise durch eine Ausführungsform des Verfahrens 54, in wel-

cher ein Testbetrieb durchgeführt wird (siehe Figur 4).

[0050] Figur 4 zeigt ein Verfahren 54, in dem ein Testbetrieb durchgeführt wird, sobald ein Testzeitpunkt 86 erreicht wird. Der Testbetrieb umfasst die Schritte 88, 104 und 108. Im Ausführungsbeispiel wird der Testbetrieb weitestgehend regelmäßig durchgeführt, der vorgegebene Testzeitpunktabstand beträgt eine Minute. In alternativen Ausführungsformen kann der Testzeitpunktabstand im Bereich von einer Sekunde bis hin zu Stunden liegen. In besonderen Ausführungsformen wird der Testzeitpunktabstand abhängig von einem Betriebszustand des Heizsystems 46 gewählt. In weiteren Ausführungsformen wird der Testzeitpunktabstand abhängig davon gewählt, wie oft ein erster Fehlzustand und/oder wie oft ein erster Normalzustand in einem vorgegebenen Zeitintervall festgestellt wird.

[0051] In einem Schritt 88 (siehe Figur 4) wird eine zeitliche Fluidzufuhränderung 90 einer Fluidzufuhrkenngröße 92 erzeugt. In dieser Ausführungsform ist die Fluidzufuhrkenngröße 92 eine vorgesehene Öffnungsweite 94 des Dosierers 34. Die Öffnungsweite 94 ist eine Prozentangabe, wobei eine Öffnungsweite 94 von 0 % einem vollständig geschlossenen Brennstoffventil 44 entspricht und eine Öffnungsweite 94 von 100 % ein vollständig geöffnetes Brennstoffventil 44 beschreibt. In der Steuereinheit 18 ist ein Zusammenhang zwischen der Öffnungsweite 94 und einem dafür nötigen Steuersignal hinterlegt. Die vorgesehene Öffnungsweite 94 wird durch eine Auswahl des Steuersignals und Übertragung dieses Steuersignals an das Brennstoffventil 44 durch die Steuereinheit 18 realisiert. Die Öffnungsweite 94 beschreibt eine Anforderung, welche an das Brennstoffventil 44 übermittelt wird.

[0052] Die Fluidzufuhränderung 90 ist in Figur 5 abgebildet. Eine zweite Abszissenachse 96 stellt eine Zeit dar. Auf einer zweiten Ordinatenachse 98 sind die Fluidzufuhrkenngröße 92 und der Ionisationsstrom 62 dargestellt. Die Fluidzufuhränderung 90 verläuft in einem weitgehend rechteckförmigen Puls. Zunächst hat die Fluidzufuhrkenngröße 92 bzw. die Öffnungsweite 94 einen Normalzufuhrwert. Der Normalzufuhrwert wird durch die Steuereinheit 18 so gewählt, dass unter den aktuell vorliegenden Bedingungen der Ionisationsstrom 62 weitestgehend den Sollwert 72 nimmt. Anschließend wird die Öffnungsweite 94 so schnell wie möglich auf einen Maximalzufuhrwert erhöht. Danach wird die Öffnungsweite 94 so schnell wie möglich auf den Normalzufuhr gesenkt. Eine in Figur 5 abgebildete Pulshöhe 100 beträgt 15 %. Eine in Figur 5 abgebildete Pulsbreite 102 beträgt 120 ms. In dieser Ausführungsform sind die Pulshöhe 100 und die Pulsbreite 102 in der Speichereinheit 18 hinterlegte Konstanten. In anderen Ausführungsformen nimmt die Pulshöhe 100 Werte in einem Intervall zwischen 10 % und 20 % an. Die Pulsbreite 102 kann Werte in einem Intervall zwischen 50 ms und 200 ms annehmen. Es ist denkbar, dass die Fluidzufuhränderung in besonderen Ausführungsformen 90 von mindestens einen Betriebsparameter des Heizsystems 46 abhängt. Insbesondere

ist es denkbar, dass die Pulshöhe 100 und/oder die Pulsbreite 102 von einem Brennerleistungsparameter 73, beispielsweise der Gebläsedrehzahl 74, abhängt.

[0053] In einem folgenden Schritt 104 (siehe Figur 4) wird ein relatives korreliertes Signalmaximum 106 der Verbrennungskenngröße 60 bzw. des Ionisationsstrom 62 ermittelt. Das relative korrelierte Signalmaximum 106 ist mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung 90 korreliert. Der Ionisationsstrom 62 wird von der Ionisationssonde 42 an der Flamme 40 ermittelt und an die Steuereinheit 18 übermittelt. Nach der Fluidzufuhränderung 90 weist der zeitliche Verlauf des Ionisationsstroms 62 das relative korrelierte Signalmaximum 106 auf. Das relative korrelierte Signalmaximum 106 wird aus der Differenz zwischen einem absoluten korrelierten Signalmaximum und einem Wert des Ionisationsstrom 62, welcher kurz vor dem mit der Fluidzufuhränderung 90 korrelierten Ansteigen des Ionisationsstroms 62 ermittelt wurde, bestimmt (siehe Figur 5).

[0054] In einem Schritt 108 wird ein zweiter Fehlzustand festgestellt, falls das relative korrelierte Signalmaximum 106 kleiner ist als eine zweite Signaluntergrenze 110. Ist das relative korrelierte Signalmaximum 106 größer-gleich als die zweite Signaluntergrenze 110, wird ein zweiter Normalzustand festgestellt. In dieser Ausführungsform ist die zweite Signaluntergrenze 110 eine vorgegebene und in der Steuereinheit 18 gespeicherte Konstante. Die zweite Signaluntergrenze 110 beträgt im Ausführungsbeispiel 5 μA . In alternativen Ausführungsformen liegt die zweite Signaluntergrenze 110 zwischen 1 μA und 2 μA , bevorzugt zwischen 3 μA und 7 μA . In bevorzugten Ausführungsformen ist die Signaluntergrenze 110 halb so groß wie die erste Signaluntergrenze 70.

[0055] Die Steuereinheit 18 vergleicht das im Schritt 104 ermittelte relative korrelierte Signalmaximum 106 mit der zweiten Signaluntergrenze 110, in dem überprüft wird, welcher der beiden Werte größer ist. Wird in Schritt 108 festgestellt, dass ein zweiter Fehlzustand vorliegt, wird eine in der Steuereinheit 18 gespeicherte zweite Fehlerzählvariable 112 um 1 erhöht. Wird festgestellt, dass ein zweiter Normalzustand vorliegt, so wird die zweite Fehlerzählvariable 112 auf den Wert 0 gesetzt. In alternativen Ausführungsformen wird die erste Fehlerzählvariable 76 auf den Wert 0 gesetzt, falls ein zweiter Normalzustand vorliegt. In weiteren Ausführungsformen wird die zweite Fehlerzählvariable 112 auf den Wert 0 gesetzt, falls ein erster Normalzustand festgestellt wird. Es ist denkbar, dass in alternativen Ausführungsformen die erste Fehlerzählvariable 76 und/oder die zweite Fehlerzählvariable 112 gesenkt wird, insbesondere um 1 gesenkt wird, falls ein erster Normalzustand und/oder ein zweiter Normalzustand festgestellt wird. Es ist auch denkbar, dass in alternativen Ausführungsformen die erste Fehlerzählvariable 76 bzw. die zweite Fehlerzählvariable 112 um einen Wert größer als 1 erhöht wird, wenn ein erster Fehlzustand bzw. ein zweiter Fehlzustand festgestellt wird. Auf diese Weise lässt sich bei-

spielsweise einstellen, dass mehr erste Normalzustände und/oder zweite Normalzustände als erste Fehlzustände und/oder zweite Fehlzustände nötig sind, um die erste Fehlerzählvariable 76 und/oder die zweite Fehlerzählvariable 112 zu senken.

[0056] Durch die im Schritt 88 erzeugte Fluidzufuhränderung 90 wird das Brennstoff-Luft-Verhältnis kurzzeitig gesenkt. Ein positives relatives korreliertes Signalmaximum 106 ist nur dann möglich, wenn das Brennstoff-Luft-Verhältnis vorher einen Wert größer als 1 hatte. Hatte das Brennstoff-Luft-Verhältnis vorher einen Wert kleiner-gleich als 1, so wird der Ionisationsstrom 62 durch die Fluidzufuhränderung 90 gesenkt (siehe Figur 3).

[0057] In alternativen Ausführungsformen entspricht die Fluidzufuhrkenngröße 92 einem Steuersignal an das Brennstoffventil 44 bzw. einem vom Steuersignal ableitbaren, insbesondere skalaren Wert. In weiteren Varianten entspricht die Fluidzufuhrkenngröße 92 einem Steuersignal zum Dosieren einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und einer Verbrennungsluft. Dabei setzt sich das durch die Steuereinheit 18 gesendete Steuersignal aus mindestens einem Steuerbefehl an 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 Fluidzufuhrkenngröße 92 verwendet. Dabei ist unter "Dosierungswert" ein Kennwert 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 einen Dosierungswert ist eine gemessene Öffnungsweite des Brennstoffventils 44 und/oder ein gemessener Brennstofffluss.

[0058] In einer weiteren Ausführungsform wird ein zukünftiger Testzeitpunkt verschoben, falls vor dem Erreichen des zukünftigen Testzeitpunktes ein erster Normalzustand festgestellt wird. In Varianten dieser Ausführungsform wird ein zukünftiger Testzeitpunkt verschoben, falls vor dem Erreichen des zukünftigen Testzeitpunktes ein erster Normalzustand oft genug festgestellt wird, beispielsweise dreimal. Insbesondere ist es denkbar, dass in Ausführungsformen mit vorgesehenen regelmäßigen Testzeitpunkten bzw. mit vorgesehenen konstanten Testzeitpunktabständen ein unmittelbar folgender Testzeitpunkt auf den danach folgenden Testzeitpunkt verschoben wird bzw. der aktuelle Testzeitpunktabstand verdoppelt wird, falls ein erster Normalzustand festgestellt wird bzw. oft genug festgestellt wird.

[0059] Weiterhin ist es denkbar, dass ein unmittelbar folgender Testzeitpunkt um eine absolute Zeitlänge, beispielsweise 15 Sekunden, oder eine relative Zeitlänge, beispielsweise 10 % des aktuellen Testzeitpunktabstandes, verlängert wird, falls ein erster Normalzustand festgestellt wird bzw. oft genug festgestellt wird.

[0060] In alternativen Ausführungsformen wird ein Testbetrieb durchgeführt, falls eine Zeit seit einem letzten Testbetrieb einen Maximaltestzeitabstand überschreitet.

Der Maximaltestzeitabstand ist insbesondere eine obere Schranke für den Testzeitpunktabstand. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass Varianten mit einem variabel verlängerbaren Testzeitpunktabstand bzw. mit einem verschiebbaren zukünftigen Testzeitpunkt dieser zukünftige Testzeitpunkt nicht zu weit in die Zukunft verschoben wird. Dazu wird in diesen Ausführungsformen durch die Steuereinheit 18 die seit einem zuletzt durchgeführten Testbetrieb vergangene Zeit erfasst. In besonderen Ausführungsformen ist es möglich, dass der Maximaltestzeitabstand während des Betriebs des Heizsystems 46 festgelegt wird. Beispielsweise ist es denkbar, dass bei einer Installation und/oder einer Inspektion des Heizsystems 46 die Steuereinheit 18 Informationen über eine geographische Lage bzw. den Ort des Heizsystems 46 empfängt. Der Maximaltestzeitabstand kann abhängig von der geographischen Lage so gewählt werden, dass stets die lokalen Emissionsvorschriften erfüllt werden. Weiterhin ist es auf diese Weise möglich, ortsabhängige besondere Umweltbedingungen, welche eine häufigere Durchführung eines Testbetriebes nötig machen, beispielsweise eine besonders starke Luftverschmutzung, zu berücksichtigen. In besonderen Ausführungsformen beträgt der Maximaltestzeitabstand 10 Minuten. In Varianten kann der Maximaltestzeitabstand in einem Bereich von einer Minute bis hin zu Stunden liegen.

[0061] Figur 6 zeigt eine Ausführungsform des Verfahrens 54 bei der zunächst die Schritte 56, 64 und 68 durchgeführt werden. Anschließend wird in einem Schritt 114 durch die Steuereinheit 18 der Wert der ersten Fehlerzählvariablen 76 und der Wert der zweiten Fehlerzählvariablen 112 überprüft. Überschreitet die erste Fehlerzählvariable 76 eine erste obere Fehlergrenze 116 oder überschreitet die zweite Fehlerzählvariable 112 eine zweite Fehlergrenze 118, wird das Verfahren 54 auf dem Pfad A fortgesetzt und eine Fehlerreaktion 120 durchgeführt. In der vorliegenden Ausführungsform hat die erste obere Fehlergrenze 116 den Wert 4 und die zweite Fehlergrenze 118 den Wert 3. Als Fehlerreaktion 120 wird das Heizsystem 46 heruntergefahren.

[0062] Ist die erste Fehlerzählvariable 76 kleiner-gleich als die erste obere Fehlergrenze 116 und ist die zweite Fehlerzählvariable 112 kleiner-gleich als eine zweite Fehlergrenze 118, so wird in Schritt 114 durch die Steuereinheit 18 die erste Fehlerzählvariable 76 überprüft. Überschreitet die erste Fehlerzählvariable 76 eine erste untere Fehlergrenze 122, wird das Verfahren 54 auf dem Pfad B fortgesetzt und in einem Schritt 124 die Brennerleistung erhöht. In der vorliegenden Ausführungsform hat die erste untere Fehlergrenze 122 den Wert 1. In Schritt 124 wird die Brennerleistung durch eine Erhöhung der Gebläsedrehzahl 74 realisiert. In der vorliegenden Ausführungsform wird die Brennerleistung um 50 % der zur einer Ausführungszeit des Schritts 114 vorliegenden Brennerleistung erhöht.

[0063] Ist die erste Fehlerzählvariable 76 kleiner-gleich als die erste obere Fehlergrenze 116 und kleiner-

gleich als die erste untere Fehlergrenze 122 und ist die zweite Fehlerzählvariable 112 kleiner-gleich als die zweite Fehlergrenze 118, wird nach Schritt 114 das Verfahren 54 beendet (Pfad C in Figur 6).

[0064] In alternativen Ausführungsformen wird als Fehlerreaktion 120 in einem anschließenden Schritt 124 die Brennerleistung erhöht und/oder ein Testbetrieb, umfassend die Schritte 88, 101 und 108, durchgeführt. In weiteren Varianten wird als Fehlerreaktion 120 die Fluidzufuhränderung 90 in einem folgenden Schritt 88 erhöht, beispielsweise in dem die Pulshöhe 100 und/oder die Pulsbreite 102 vergrößert wird. Es ist möglich, dass die erste obere Fehlergrenze 116 und/oder die erste untere Fehlergrenze 122 und/oder die zweite Fehlergrenze 118 jeweils beliebige andere ganzzahlige Werte annehmen. Insbesondere kann die erste untere Fehlergrenze 122 den Wert 0 annehmen, sodass immer ein Schritt 124 ausgeführt wird, falls ein erster Fehlzustand festgestellt wird.

[0065] Es ist denkbar, dass die erste obere Fehlergrenze 116 und/oder die erste untere Fehlergrenze 122 und/oder die zweite Fehlergrenze 118 jeweils von weiteren Informationen abhängen, insbesondere können diese variablen während des Betriebs des Heizgeräts festgelegt und/oder aktualisiert werden. Es ist denkbar, dass die erste obere Fehlergrenze 116 und/oder die erste untere Fehlergrenze 122 und/oder die zweite Fehlergrenze 118 jeweils abhängig von der geographischen Lage so gewählt werden, dass stets die lokalen Emissionsvorschriften erfüllt werden.

[0066] In weiteren Varianten wird die Erhöhung der Brennerleistung in Schritt 124 abhängig vom Betriebszustand des Heizsystems und/oder abhängig von der zu einer Ausführungszeit des Schritts 114 vorliegenden Brennerleistung gewählt. In besonderen Ausführungsformen wird die Brennerleistung um einen variablen Prozentsatz der zur einer Ausführungszeit des Schritts 114 vorliegenden Brennerleistung erhöht. Bevorzugt liegt der Prozentsatz in einem Bereich zwischen 10 % und 200 %, insbesondere zwischen 25 % und 100 %.

[0067] Im Ausführungsbeispiel ist die Verbrennungskenngröße 60 ein Ionisationsstrom 62. Der Ionisationsstrom 62 wird durch eine Ionisationstrommessung an einer Flamme 40 des Heizsystems 46 bestimmt. Der Ionisationsstrom 62 wird durch die Ionisationssonde 42 ermittelt und an die Steuereinheit 18 übermittelt. In weiteren Ausführungsformen ist die Verbrennungskenngröße 60 eine Lichtintensität, ein Lambda-Wert, ein Schadstoffausstoß und/oder eine Temperatur. Dabei wird die Lichtintensität an der Flamme 40 durch 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 berührungslos arbeitendes Thermometer, insbesondere ein Pyrometer bestimmt. Das Thermome-

ter kann sich im Abgassystem 38 befinden und/oder kann die Flamme 40 vermessen.

[0068] In alternativen Varianten hängt der Sollwert 72 und/oder die erste Signaluntergrenze 70 und/oder gegebenenfalls die Fluidzufuhränderung 90 und/oder gegebenenfalls die zweite Signaluntergrenze 110 von einem Brennerleistungsparameter 73, beispielsweise von einer Gebläsedrehzahl 74, ab. Die Form der jeweiligen Abhängigkeit richtet sich nach technischen Eigenschaften des Heizsystems 46. Beispielsweise ist es möglich, dass die erste Signaluntergrenze 70 und/oder gegebenenfalls die zweite Signaluntergrenze 110 einen jeweils hohen Wert für niedrige Gebläsedrehzahl 74 haben und dieser Wert jeweils mit einer ansteigenden Gebläsedrehzahl 74 sinkt. Auf diese Weise ist das Verfahren 54 weniger empfindlich für Fluktuationen des Ionisationsstroms 62, welche typischerweise bei kleinen Brennerleistungen größer sind. Es ist auch möglich, dass die Fluidzufuhränderung 90 bei kleinen Gebläsedrehzahl 74 klein ist und mit einer ansteigenden Gebläsedrehzahl 74 steigt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Regelung des Heizsystems 46 nicht durch eine zu starke Fluidzufuhränderung 90 gestört wird.

Patentansprüche

1. Verfahren (54) zur Kontrolle eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem (46), welches die folgenden Schritte umfasst:

- Ermitteln eines relativen Signalmaximums (58) einer Verbrennungskenngröße (60), wobei die Verbrennungskenngröße (60) mit dem Brennstoff-Luft-Verhältnis korreliert ist,
- Ermitteln eines durchschnittlichen Normalwerts (66) der Verbrennungskenngröße (60),
- Feststellung eines ersten Fehlzustandes, falls das relative Signalmaximum (58) eine erste Signaluntergrenze (70) nicht erreicht oder falls der durchschnittliche Normalwert (66) zu stark von einem Sollwert (72) abweicht, oder Feststellung eines ersten Normalzustandes, falls das relative Signalmaximum (58) eine erste Signaluntergrenze (70) erreicht und falls der durchschnittliche Normalwert (66) nicht zu stark von einem Sollwert (72) abweicht,

dadurch gekennzeichnet, dass ein Testbetrieb durchgeführt wird, falls ein Testzeitpunkt (86) erreicht wird und welcher die folgenden zusätzlichen Schritte aufweist:

- Erzeugen einer vorübergehenden, zeitlichen Fluidzufuhränderung (90) einer Fluidzufuhrkenngröße (92),
- Ermitteln eines relativen korrelierten Signalmaximums (106) einer Verbrennungskenngröße

(60), welches mit der Fluidzufuhränderung (90) korreliert ist,

- Feststellung eines zweiten Fehlzustandes, falls das relative korrelierte Signalmaximum (106) eine zweite Signaluntergrenze (110) nicht erreicht, oder Feststellung eines zweiten Normalzustandes, falls das relative korrelierte Signalmaximum (106) eine zweite Signaluntergrenze (110) erreicht.

2. Verfahren (54) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidzufuhrkenngröße (92) einem Steuersignal zum Dosieren eines Brennstoffs und/oder einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft entspricht.

3. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Testzeitpunkt (86) verschoben wird bzw. ein Testzeitpunktabstand erhöht wird, falls ein erster Normalzustand festgestellt wird.

4. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein oder der Testbetrieb durchgeführt wird, falls eine Zeit seit einem letzten Testbetrieb einen Maximaltestzeitabstand überschreitet.

5. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem zusätzlichen Schritt eine Brennerleistung des Heizsystems erhöht wird, falls ein erster Fehlzustand festgestellt wird und/oder falls eine erste Fehlerzählvariable (76) eine erste untere Fehlergrenze (122) überschreitet.

6. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder die erste Fehlerzählvariable (76) erhöht wird, falls ein erster Fehlzustand festgestellt wird und/oder eine zweite Fehlerzählvariable (112) erhöht wird, falls ein zweiter Fehlzustand festgestellt wird.

7. Verfahren (54) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Fehlerreaktion durchgeführt wird, falls die erste Fehlerzählvariable (76) eine erste obere Fehlergrenze (116) überschreitet und/oder falls die zweite Fehlerzählvariable (112) eine zweite Fehlergrenze (118) überschreitet.

8. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungskenngröße (60) durch eine Ionisationsstrommessung an einer Flamme (40) des Heizsystems (46) bestimmt wird.

9. Verfahren (54) nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sollwert (72) und/oder die erste Signaluntergrenze (70) und/oder gegebenenfalls die Fluidzufuhränderung (90) und/oder gegebenenfalls die zweite Signaluntergrenze (110) von einem Brennerleistungsparameter (73) abhängen.

10. Steuereinheit (18) für ein Heizsystem (46), aufweisend einen Datenspeicher (48), eine Recheneinheit (50) und eine Kommunikationsschnittstelle (52) zur Ansteuerung der Komponenten eines Heizsystems (46), wobei die Steuereinheit (18) dazu eingerichtet ist, ein Verfahren (54) zur Kontrolle eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.
11. Heizsystem (46) mit einer Steuereinheit (18) nach Anspruch 10, mit einer Ionisationssonde (42) an einer Flamme (40) und mit einem Gebläse (32) mit variierbarer Gebläsedrehzahl (74).

Claims

1. Method (54) for monitoring a fuel/air ratio in a heating system (46), which comprises the following steps:

- ascertaining a relative signal maximum (58) of a combustion characteristic variable (60), wherein the combustion characteristic variable (60) is correlated with the fuel/air ratio,
- ascertaining an average normal value (66) of the combustion characteristic variable (60),
- establishing a first fault state if the relative signal maximum (58) does not reach a first lower signal limit (70) or if the average normal value (66) deviates from a target value (72) to too great an extent, or establishing a first normal state if the relative signal maximum (58) reaches a first lower signal limit (70) and if the average normal value (66) does not deviate from a target value (72) to too great an extent,

characterized in that a test operation is carried out if a test time (86) is reached, and comprises the following additional steps:

- generating a temporary temporal fluid-supply variation (90) of a fluid-supply characteristic variable (92),
- ascertaining a relative correlated signal maximum (106) of a combustion characteristic variable (60), which relative correlated signal maximum is correlated with the fluid-supply variation (90);
- establishing a second fault state if the relative correlated signal maximum (106) does not reach

a second lower signal limit (110), or establishing a second normal state if the relative correlated signal maximum (106) reaches a second lower signal limit (110).

2. Method (54) according to Claim 1, **characterized in that** the fluid-supply characteristic variable (92) corresponds to a control signal for dosing of a fuel and/or of combustion air and/or of a mixture of a fuel and combustion air.
3. Method (54) according to either of the preceding claims, **characterized in that** the test time (86) is delayed or a test time interval is increased if a first normal state is established.
4. Method (54) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a or the test operation is carried out if a time since a last test operation exceeds a maximum test time interval.
5. Method (54) according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in an additional step, a burner power of the heating system is increased if a first fault state is established and/or if a first fault-counting variable (76) exceeds a first lower fault limit (122).
6. Method (54) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a or the first fault-counting variable (76) is increased if a first fault state is established and/or a second fault-counting variable (112) is increased if a second fault state is established.
7. Method (54) according to Claim 6, **characterized in that** a fault response is carried out if the first fault-counting variable (76) exceeds a first upper fault limit (116) and/or if the second fault-counting variable (112) exceeds a second fault limit (118).
8. Method (54) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the combustion characteristic variable (60) is determined by way of an ionization-current measurement at a flame (40) of the heating system (46).
9. Method (54) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the target value (72) and/or the first lower signal limit (70) and/or possibly the fluid-supply variation (90) and/or possibly the second lower signal limit (110) depend on a burner power parameter (73).
10. Control unit (18) for a heating system (46), having a data storage unit (48), a computing unit (50) and a communication interface (52) for controlling the components of a heating system (46), wherein the control

unit (18) is configured to carry out a method (54) for monitoring a fuel/air ratio in a heating system (46) according to one of the preceding claims.

11. Heating system (46) having a control unit (18) according to Claim 10, having an ionization probe (42) at a flame (40) and having a blower (32) with variable blower rotational speed (74).

Revendications

1. Procédé (54) de contrôle d'un rapport combustible/air dans un système de chauffage (46), ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- déterminer un maximum de signal relatif (58) d'un paramètre de combustion (60), le paramètre de combustion (60) étant corrélé au rapport combustible/air,
- déterminer une valeur normale moyenne (66) du paramètre de combustion (60),
- constater un premier état d'erreur si le maximum de signal relatif (58) n'atteint pas une première limite de signal inférieure (70) ou si la valeur normale moyenne (66) s'écarte trop d'une valeur cible (72), ou constater un premier état normal si le maximum de signal relatif (58) atteint une première limite de signal inférieure (70) et si la valeur normale moyenne (66) ne s'écarte pas trop d'une valeur cible (72),

caractérisé en ce qu'un mode de test est réalisé si un instant de test (86) est atteint, lequel comporte les étapes supplémentaires suivantes :

- générer une variation d'alimentation en fluide temporaire (90) en fonction du temps d'un paramètre d'alimentation en fluide (92),
- déterminer un maximum de signal corrélé relatif (106) d'un paramètre de combustion (60), lequel maximum est corrélé avec la variation d'alimentation en fluide (90),
- constater un deuxième état d'erreur si le maximum de signal corrélé relatif (106) n'atteint pas une deuxième limite de signal inférieure (110), ou constater un deuxième état normal si le maximum de signal corrélé relatif (106) atteint une deuxième limite de signal inférieure (110).

2. Procédé (54) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le paramètre d'alimentation en fluide (92) correspond à un signal de commande du dosage de combustible et/ou d'air de combustion et/ou d'un mélange de combustible et d'air de combustion.
3. Procédé (54) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'instant de test (86)

est décalé ou un intervalle de temps de test est augmenté si un premier état normal est constaté.

4. Procédé (54) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** ou le mode de test est réalisé si un temps écoulé depuis un dernier mode de test dépasse un intervalle de temps de test maximum.
5. Procédé (54) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans une étape supplémentaire, la puissance de brûleur du système de chauffage est augmentée si un premier état d'erreur est constaté et/ou si une première variable de compteur d'erreurs (76) dépasse une première limite d'erreur inférieure (122).
6. Procédé (54) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** ou la première variable de compteur d'erreurs (76) est augmentée si un premier état d'erreur est constaté et/ou une deuxième variable de compteur d'erreurs (112) est augmentée si un deuxième état d'erreur est constaté.
7. Procédé (54) selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'une** réaction d'erreur est effectuée si la première variable de compteur d'erreurs (76) dépasse une première limite d'erreur supérieure (116) et/ou si la deuxième variable de compteur d'erreurs (112) dépasse une deuxième limite d'erreur (118).
8. Procédé (54) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le paramètre de combustion (60) est déterminé par une mesure de courant d'ionisation sur une flamme (40) du système de chauffage (46) .
9. Procédé (54) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur cible (72) et/ou la première limite de signal inférieure (70) et/ou, le cas échéant, la variation d'alimentation en fluide (90) et/ou, le cas échéant, la deuxième limite de signal inférieure (110) dépendent d'un paramètre de puissance de brûleur (73).
10. Unité de commande (18) destinée à un système de chauffage (46), ladite unité de commande comportant une mémoire de données (48), une unité de calcul (50) et une interface de communication (52) pour commander les composants d'un système de chauffage (46), l'unité de commande (18) étant conçue pour mettre en œuvre un procédé (54) de contrôle d'un rapport combustible/air dans un système de chauffage (46) selon l'une des revendications précédentes.
11. Système de chauffage (46) comprenant une unité

de commande (18) selon la revendication 10, une sonde d'ionisation (42) sur une flamme (40) et un ventilateur (32) à vitesse variable (74).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

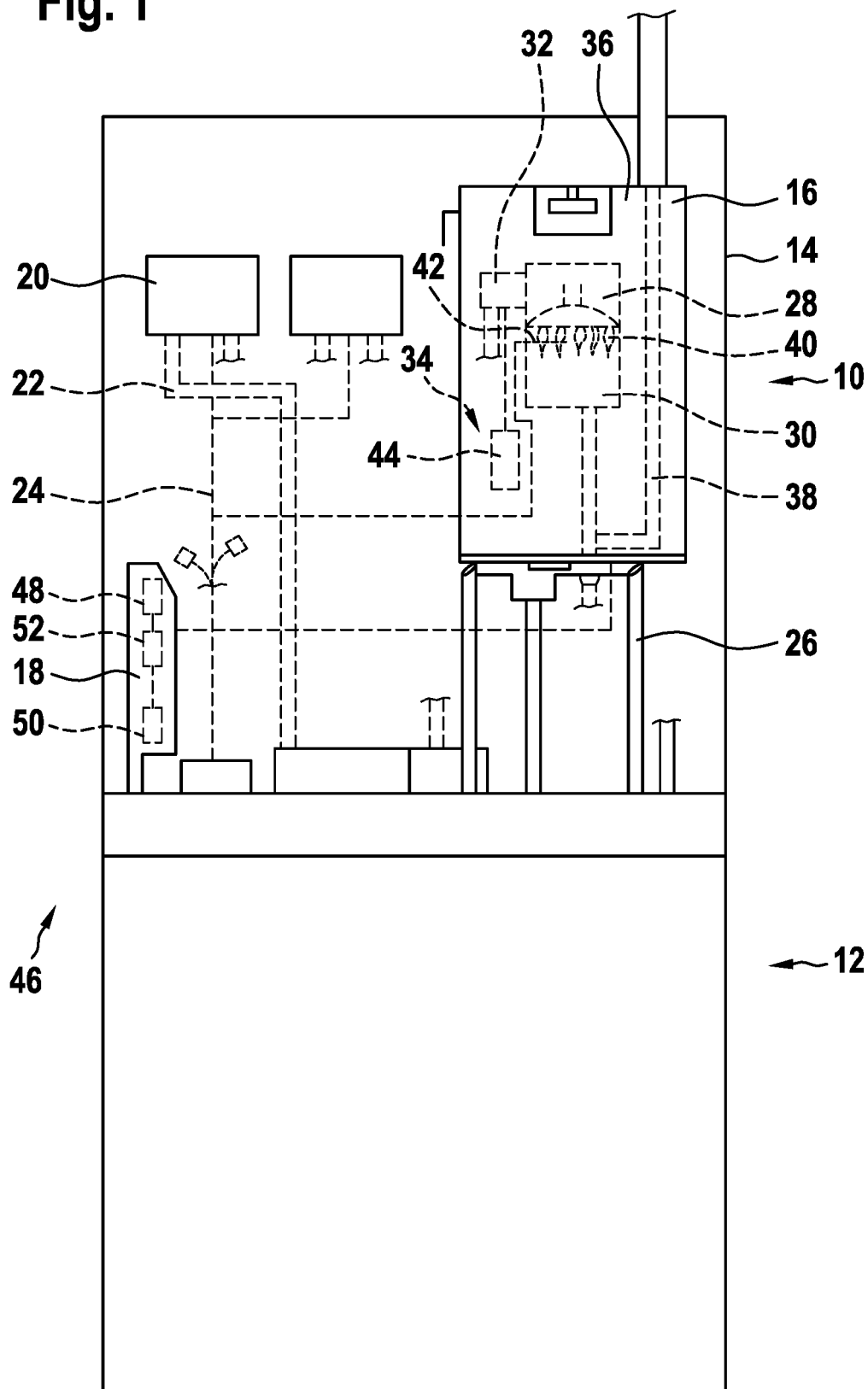


Fig. 2

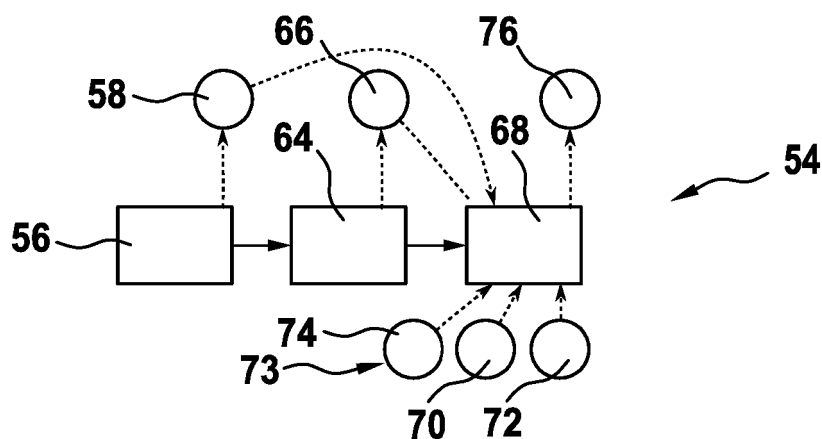


Fig. 3

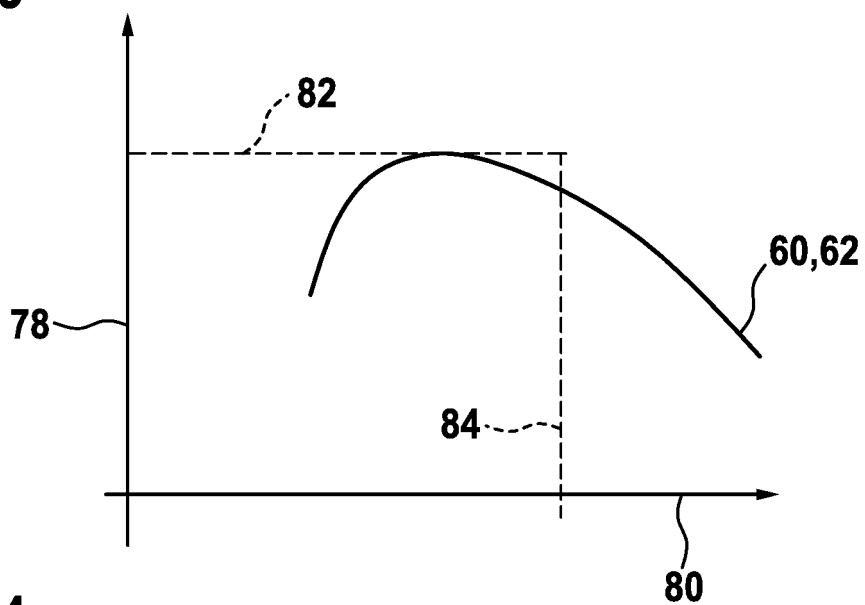


Fig. 4

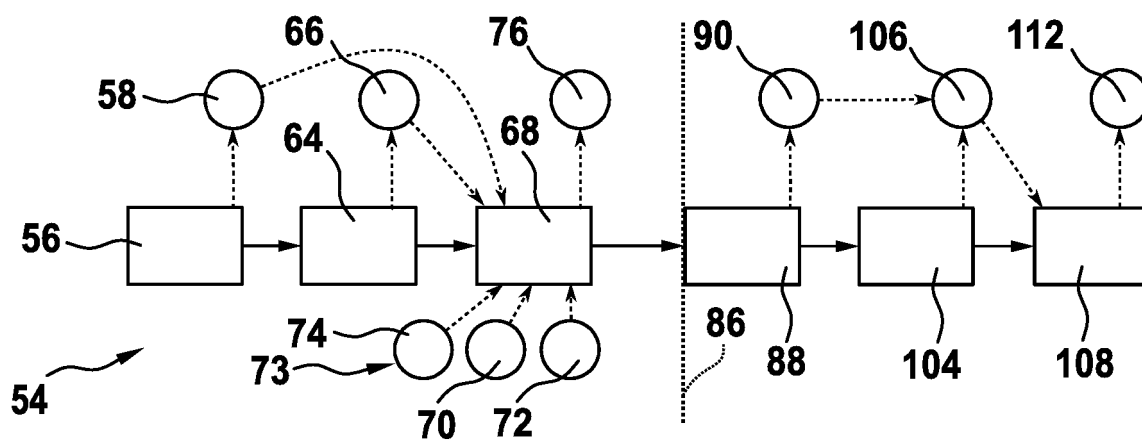
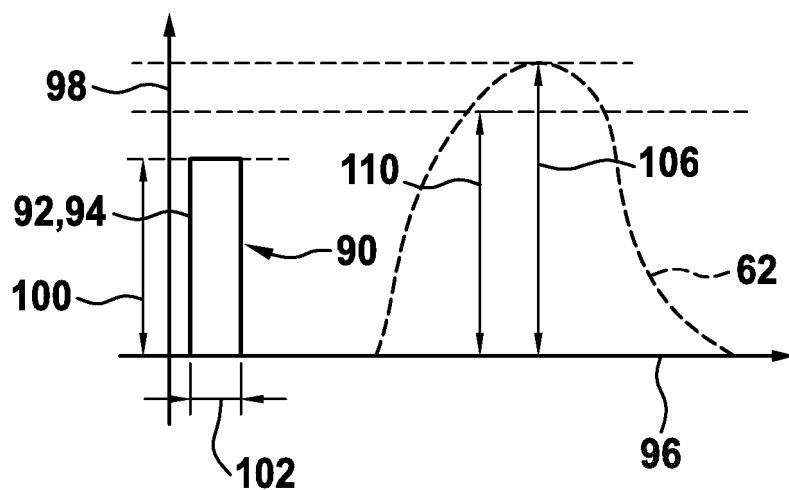
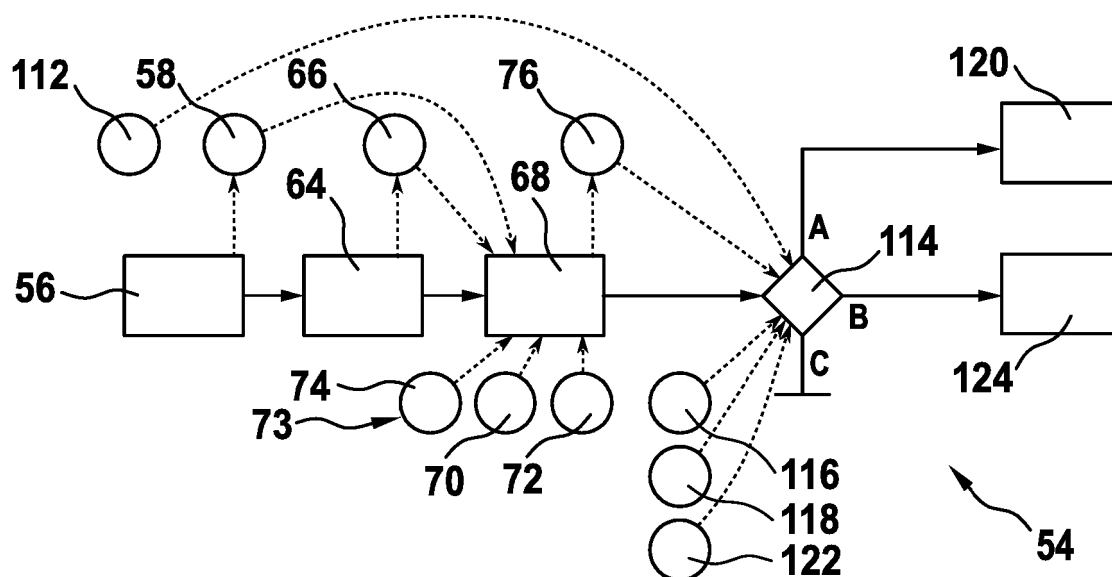


Fig. 5**Fig. 6**

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

- EP 0806610 A2 [0002]
- DE 102010055567 [0002]