



(11)

**EP 3 290 797 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**06.10.2021 Patentblatt 2021/40**

(51) Int Cl.:  
**F23N 1/00 (2006.01)**      **F23N 5/18 (2006.01)**  
**F23N 5/24 (2006.01)**      **F23N 5/12 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **17187709.5**

(22) Anmeldetag: **24.08.2017**

(54) **VERFAHREN ZUM ERFASSEN EINES ALTERUNGSZUSTANDS EINES HEIZSYSTEMS SOWIE EINE STEUEREINHEIT UND EIN HEIZSYSTEM**

METHOD FOR DETECTING A STATE OF AGEING OF A HEATING SYSTEM AS WELL AS A CONTROL UNIT AND A HEATING SYSTEM

PROCÉDÉ DE DÉTECTION D'UN ÉTAT DE VIEILLISSEMENT D'UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE AINSI QU'UNE 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: **02.09.2016 DE 102016216630**  
**02.09.2016 DE 102016216613**  
**02.09.2016 DE 102016216625**  
**10.03.2017 DE 102017204030**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**07.03.2018 Patentblatt 2018/10**

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

(72) Erfinder:  
• **Smith, Lean**  
**8171 KC Vaassen (NL)**  
• **Leerkes, Danny**  
**7391 HN Twello (NL)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A2-2012/084819 DE-A1- 10 057 233**  
**DE-A1- 10 300 602 DE-C1- 10 003 819**

**EP 3 290 797 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen eines Alterungszustands eines Heizsystems. Die Erfindung betrifft auch eine Steuereinheit, die zum Ausführen des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildet ist sowie ein Heizsystem mit einer Steuereinheit gemäß der vorliegenden Erfindung.

## Stand der Technik

**[0002]** Um eine optimale Verbrennung zu gewährleisten, ist es bei dem Betrieb von Gasbrennern notwendig, das richtige Brennstoff-Luft-Verhältnis sicherzustellen. Dazu muss die korrekte Funktionsweise der für die Bestimmung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eingesetzten Sensorik gewährleistet sein. Im Stand der Technik sind Verfahren bekannt, in der ein Alterungszustand der Sensorik zur Bestimmung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses ermittelt und überwacht wird. Dazu sind spezielle Testbetriebsphasen nötig, in denen der Gasbrenner nicht für den normalen, vorgesehenen Heizbetrieb zur Verfügung steht. Zusätzlich muss der Gasbrenner in diesen Testbetriebsphasen bei unterschiedlichen Leistungsbereichen betrieben werden müssen, was einen unerwünschten Energieverbrauch und einen erhöhten Schadstoffausstoß zur Folge hat. DE10003819C1 beschreibt ein Verfahren zum Erfassen eines Alterungszustands eines Heizsystems gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Offenbarung der Erfindung

### Vorteile

**[0003]** Die Erfindung schafft ein Verfahren zum Erfassen eines Alterungszustands eines Heizsystems. Dadurch, dass ein zeitlicher Verlauf einer Verbrennungskenngröße, insbesondere eines Ionisationsstroms, in einem Zündbetrieb berücksichtigt wird, ergibt sich der Vorteil dass der Alterungszustand während des normalen, vorgesehenen Heizbetriebs des Heizsystems ermittelt wird. Das Heizsystem steht dem Benutzer stets zur Verfügung und kann mit minimalen Emissionen betrieben werden. Auf diese Weise wird der Bedienungskomfort gesteigert. Das Verfahren hat den zusätzlichen Vorteil, dass der Alterungszustand unmittelbar nach einem Einschaltvorgang festgestellt wird. Sollte ein unvorteilhafter Alterungszustand erfasst werden, kann der Betrieb des Heizsystems wenigstens teilweise eingeschränkt werden oder, falls notwendig das Heizsystem heruntergefahren werden. Auf diese Weise wird die Betriebssicherheit erhöht.

**[0004]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen des kapazitiven Berührungsschalters möglich.

**[0005]** Unter "Heizsystem" ist mindestens ein Gerät zur Erzeugung von Wärmeenergie zu verstehen, insbe-

sondere 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.

**[0006]** Unter "Alterungszustand" ist ein Kennwert, insbesondere ein skalarer Kennwert, zu verstehen, der einen Zustand des Heizsystems beschreibt. Der Alterungszustand bildet ab, in welchem Umfang das Heizsystem betrieben werden kann. Insbesondere kann der Alterungszustand von einem Ergebnis einer Leistungsüberprüfung des Heizsystems abhängen. Beispielsweise kann überprüft werden, wie schnell das Heizsystem vorgegebene Testleistungen erreicht. Insbesondere soll der Alterungszustand den Zustand von im Heizsystem vorhandenen Komponenten berücksichtigen. Beispielsweise kann erfasst werden, ob ein Brennstoffventil im vollem Umfang offenbar ist und wie schnell es auf Steuerungsbefehle anspricht. Insbesondere kann der Alterungszustand eine Leistungsfähigkeit einer Sensorik zur Erfassung der Verbrennungskenngröße aufweisen. Ist die Sensorik eine Ionisationssonde, bildet sich auf einer Ionisationssonde mit der Zeit eine Oxidationsschicht ab. Die Oxidationsschicht hat einen ohmschen Widerstand, welche den erfassten Ionisationsstrom senkt. Das kann im Heizsystem zu Einschränkungen bei einer Regelung des Betriebs führen. Es ist notwendig, die Ionisationssonde auszuwechseln, sobald die Oxidationsschicht zu dick ist. Im Verfahren gemäß des Hauptanspruchs soll der Alterungszustand insbesondere der Alterungszustand der Sensorik zur Erfassung der Verbrennungskenngröße, insbesondere einer Ionisationssonde, erfasst werden. Dabei soll unter einem hohen bzw. niedrigen Alterungszustand ein skalarer Alterungszustand verstanden werden, der ein altes bzw. junges System beschreibt. Beispielsweise kann der Alterungszustand mit einer Zahl zwischen 1 und 10 beschrieben werden, wobei der Wert 1 ein neues, im vollen Umfang funktionsfähiges Heizsystem beschreibt und der Wert 10 ein stark gealtertes, in einem minimalen Umfang funktionsfähiges Heizsystem beschreibt.

**[0007]** Unter einer "Verbrennungskenngröße" soll insbesondere eine skalare Kenngröße verstanden werden, welche insbesondere mit einer 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 entspricht die Verbrennungskenngröße zu-

mindest 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 "Zündbetrieb" ist eine Betriebsphase des Heizsystems zu verstehen, in der der Brennstoff entzündet wird. Bevorzugt wird ein Brennstoff-Luft-Gemisch in einem Brenner entzündet. Insbesondere wird im Zündbetrieb eine Brennstoffzufuhr und, falls notwendig, eine Luftzufuhr gesteuert bzw. geregelt. Der Zündbetrieb ist eine wesentliche Betriebsphase eines Einschaltvorgangs des Heizsystems. Vorteilhaft wird der Zündbetrieb beendet, sobald das Heizsystem wie gewünscht betrieben werden kann, insbesondere in einem Regelbetrieb.

**[0009]** Das Verfahren wird weiter verbessert, werden eine Senke im zeitlichen Verlauf der Verbrennungskenngröße berücksichtigt wird. Unter einer "Senke" soll ein Abschnitt des zeitlichen Verlaufs der Verbrennungskenngröße verstanden werden, in den die Verbrennungskenngröße nach einem lokalen Maximum auf ein lokales Minimum abfällt. Zur Charakterisierung der Senke sind insbesondere das lokale Maximum und das lokale Minimum nötig. Die Senke kann auch den weiteren zeitlichen Verlauf der Verbrennungskenngröße umfassen, insbesondere einen Anstieg der Verbrennungskenngröße nach dem lokalen Minimum. Die Berücksichtigung der Senke hat den Vorteil, dass die Senke mit dem Alterungszustand der Sensorik zur Erfassung der Verbrennungskenngröße korreliert.

**[0010]** Wird die Senke durch eine Senkentiefe, beschrieben durch eine Differenz zwischen einem Verbrennungskenngrößenmaximum und einem Verbrennungskenngrößenminimum im Zündbetrieb, berücksichtigt, hat das den Vorteil, dass die Senkentiefe ein Parameter ist, der besonders einfach und zuverlässig ermittelt werden kann. Weiterhin ist die Senke tief ein Parameter, der die Senke gut repräsentiert. Auf diese Weise wird das Verfahren zuverlässiger und schneller. Ist die Verbrennungskenngröße ein Ionisationsstrom, korreliert die Senkentiefe mit dem ohmschen Widerstand der Ionisationssonde.

**[0011]** Das Verfahren wird präziser und zuverlässiger, wenn eine Abkühlzeit und/oder eine Sondentemperatur einer Sonde zur Erfassung der Verbrennungskenngröße, insbesondere einer Ionisationssonde, vor dem Zündbetrieb berücksichtigt wird. Im Allgemeinen sind die Prozesse, die zur Bildung der Senke führen, temperaturabhängig. Beispielsweise hängt der ohmsche Widerstand der Ionisationssonde von ihrer Temperatur ab. Unter "Abkühlzeit" soll eine Zeit verstanden werden, in der die Sonde zur Erfassung der Verbrennungskenngröße nicht erhitzt wurde. Insbesondere ist die Abkühlzeit eine Zeit, in der ein Brenner des Heizsystems nicht betrieben wurde. Beispielsweise kann die Abkühlzeit eine Zeit zwi-

schen einem letzten Heizbetrieb und den Zündbetrieb sein.

**[0012]** Wird berücksichtigt, ob ein Betrag der bzw. einer Senkentiefe eine Senkenschwelle überschreitet, ist das eine besonders zuverlässige und robuste Methode, den Alterungszustand zu erfassen. Beispielsweise kann der Alterungszustand stark erhöht werden, wenn die Senkentiefe einen vorher festgelegten, kritischen Wert überschreitet. Auf diese Weise kann eine Alterung der Sonde zur Erfassung der Verbrennungskenngröße stärker berücksichtigt werden, sobald diese Alterung stärkere Einflüsse auf den Betrieb des Heizsystems hat.

**[0013]** Ein Verfahren zum Festlegen eines Inspektionszeitpunktes des Heizsystems, bei dem der Alterungszustand mit einem Verfahren gemäß des Hauptanspruchs erfasst und berücksichtigt wird hat den Vorteil, dass der Inspektionszeitpunkt bedarfsgerecht festgelegt wird. Mit dem Verfahren werden unnötige, insbesondere zu frühe Inspektionen vermieden. Dabei soll unter einer "Inspektion" ein Vorgang verstanden werden, in der eine Funktionsweise des Heizsystems überprüft wird. Falls notwendig, werden Reparaturen durchgeführt und Verschleißteile erneuert. Durch eine Inspektion kann eine Funktionsfähigkeit des Heizsystems zumindest teilweise wiederhergestellt werden.

**[0014]** Ein Verfahren zum Steuern eines Zündbetriebs des Heizsystems, bei dem der Alterungszustand mit einem Verfahren gemäß des Hauptanspruchs erfasst und berücksichtigt wird hat den Vorteil, dass auf diese Weise die Funktionsfähigkeit des Heizsystems erhöht werden kann. Insbesondere kann abhängig vom Alterungszustand der Zündbetrieb anders gestaltet werden, so dass beispielsweise eine Ionisationssonde mit einer für einen sonst üblichen Zündbetrieb zu großen Oxidationsschicht weiterverwendet werden kann.

**[0015]** Wird eine Fluidzufuhrkenngröße, insbesondere ein Ventilsteuersignal für ein Brennstoffventil, vorübergehend erhöht, insbesondere pulsformig erhöht, hat das den Vorteil, dass die Verbrennungskenngröße im Zündbetrieb besser erfasst werden kann.

**[0016]** Unter einer "Fluidzufuhrkenngröße" 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 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. Ein Beispiel für eine Fluidzufuhrkenngröße ist die Angabe einer Öffnungsweite eines Brennstoffventils.

**[0017]** Dabei ist unter einem "Puls", einer "pulsartigen Änderung" oder einem "pulsförmigen Signal" ein zeitli-

cher 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.

**[0018]** Ist die Verbrennungskenngröße ein Ionisationsstrom, hat das den Vorteil, dass der Ionisationsstrom einen besonders günstig auswertbaren Zusammenhang zum Brennstoff-Luft-Verhältnis hat. Das erlaubt eine präzise und zuverlässige Regelung und/oder Kalibrierung des Heizsystems. Weiterhin lässt sich die Alterung der Ionisationssonde mit der Oxidationsschicht besonders gut erfassen. Das erlaubt einen zuverlässigen Betrieb des Heizsystems.

**[0019]** Ist eine bzw. die Fluidzufuhrkenngröße ein Ventilsteuersignal für ein Brennstoffventil, hat das den Vorteil, dass auf diese Weise eine besonders zuverlässige und präzise Einstellung einer Fluidzufuhr bzw. eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses möglich ist.

**[0020]** Die Verwendung einer Steuereinheit für ein Heizsystem, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, ein Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung auszuführen, hat den Vorteil, dass durch den präzise bekannten Alterungszustand und gegebenenfalls durch das Vermeiden von unnötigen Inspektionen die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des Heizsystems erhöht wird.

**[0021]** Ein Heizsystem mit einer Steuereinheit gemäß der vorliegenden Erfindung, mit mindestens einem Brennstoffventil für einen Brennstoff, mit einer Ionisationssonde an einer Flamme und mit einem Gebläse mit variierbarer Gebläsedrehzahl hat den Vorteil, dass durch den zuverlässig bekannten Alterungszustand ein besonders sicherer Betrieb des Heizsystems möglich ist.

## Zeichnungen

**[0022]** In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele des ... gemäß der vorliegenden Erfindung abgebildet/dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1

## Beschreibung

**[0023]** In den verschiedenen Ausführungsvarianten erhalten gleiche Teile die gleichen Bezugszahlen.

**[0024]** 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.

**[0025]** Als wesentliche Komponenten befinden sich eine Wärmeeinheit 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.

**[0026]** Die Wärmeeinheit 16 weist einen Brenner 28, einen Wärmetauscher 30, ein Gebläse 32, ein Dosiergerät 34 sowie ein Zuluftsystem 36, ein Abgassystem 38 und, wenn die Wärmeeinheit 16 in Betrieb ist, eine Flamme 40 auf. In die Flamme 40 ragt eine Ionisationssonde 42. Der Dosiergerät 34 ist als Brennstoffventil 44 ausgebildet. Eine Gebläsedrehzahl 54 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.

**[0027]** 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.

**[0028]** Figur 2 illustriert das Ausführungsbeispiel des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung. Figur 2 zeigt den zeitlichen Verlauf eines Ionisationsstroms 56, eines Ventilsteuersignals 58 und der Gebläsedrehzahl 54 auf einer ersten Ordinatenachse 60 während eines Zündbetriebs und danach. Eine erste Abszissenachse 62 bildet eine Zeit ab.

**[0029]** Die Steuereinheit 18 weist eine Gebläsedrehzahlkennlinie auf, welche einer gewünschten Heizleistung die benötigte Gebläsedrehzahl zuordnet. Der Wert der Gebläsedrehzahl 54 beschreiben die Anzahl der Umdrehungen pro Minute eines Laufrads des Gebläses 32. Die Gebläsedrehzahlkennlinie wird im Labor ermittelt, wobei die technischen Eigenschaften des Heizsystems 46 berücksichtigt werden. Die gewünschte Gebläsedrehzahl wird durch einen Regelkreis eingestellt, bei dem eine

dem Gebläse 32 zur Verfügung gestellte Leistung so variiert wird, dass die erfasste Gebläsedrehzahl 54 den Wert der gewünschten Gebläsedrehzahl annimmt. Die Gebläsedrehzahl 54 wird durch eine Hall-Sonde am Gebläse 32 erfasst. Die Hall-Sonde erfasst die Anzahl der Umdrehungen des Laufrads des Gebläses 32 pro Minute. Die erfasste Gebläsedrehzahl 54 ist ein Brennerleistungsparameter 64.

**[0030]** Der Ionisationsstrom 56 ist ein von der Ionisationssonde 42 an der Flamme 40 des Brenners 28 gemessener elektrischer Strom. Der Ionisationsstrom 56 ist eine Verbrennungskenngröße 66. Der erfasste Ionisationsstrom 56 wird von der Steuereinheit 18 empfangen. Im Ausführungsbeispiel wird der Ionisationsstrom 56 weitgehend kontinuierlich erfasst. Der Ionisationsstrom 56 wird zumindest abschnittsweise als eine Funktion der Zeit in der Steuereinheit 18 gespeichert. Auf diese Weise kann der zeitliche Verlauf des erfassten Ionisationsstroms 56 analysiert werden.

**[0031]** Das Ventilsteuersignal 58 ist ein Steuersignal, welches an das Brennstoffventil 44 gesendet wird und eine gewünschte Öffnungsweite des Brennstoffventils 44 beschreibt. Das Ventilsteuersignal 58 kann durch eine Angabe der gewünschten Öffnungsweite des Brennstoffventils 44 charakterisiert werden. Die gewünschte Öffnungsweite des Brennstoffventils 44 wird im Ausführungsbeispiel mit einer Prozentangabe zwischen 0 % und 100 % beschrieben, wobei eine Öffnungsweite von 0 % einem vollständig geschlossenen Brennstoffventil 44 entspricht und eine Öffnungsweite von 100 % einem vollständig geöffneten Brennstoffventil 44 entspricht. Mit "erhöhen bzw. senken des Ventilsteuersignals 58" ist gemeint, dass das Ventilsteuersignal 58 so geändert wird, dass die gewünschte Öffnungsweite des Brennstoffventils 44 im Vergleich zur einer letzten gewünschten Öffnungsweite des Brennstoffventils 44 erhöht bzw. gesenkt wird. Das Ventilsteuersignal 58 ist eine Fluidzufuhrkenngröße 68.

**[0032]** Ein Alterungszustand wird aus dem zeitlichen Verlauf des Ionisationsstroms 56 ermittelt. Der Alterungszustand wird im Ausführungsbeispiel zum Steuern und/oder Regeln des Heizsystems 46 verwendet. Der Alterungszustand charakterisiert im Ausführungsbeispiel weitgehend einen Zustand der Ionisationssonde 42 im Folgenden wird Alterungszustand des Heizsystems 46 und Alterungszustand der Ionisationssonde 42 synonym verwendet. Unter "Regeln oder Kalibrieren des Heizsystems 46" ist das einmalige oder wiederholte, insbesondere periodische, Einstellen von Betriebsparametern des Heizsystems 46 gemeint, so dass das Heizsystem 46 spezifizierte und/oder angeforderte Leistungen weitgehend im vollen Umfang 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 insbesondere von der Steuereinheit 18 des Heizsystems 46 zum Steuern und Überwachen von im Heizsystem

tem 46 ablaufenden Prozessen verwendet werden. Beispiele für "Betriebsparameter" sind die Gebläsedrehzahl 54 bzw. die Gebläsedrehzahlkennlinie, eine Flammenionisationskennlinie oder die angeforderte oder erfasste Öffnungsweite des Brennstoffventils 44.

**[0033]** Figur 2 zeigt, wie zu Beginn des Zündbetriebs zunächst die Gebläsedrehzahl 54 auf einen gewünschten Wert erhöht wird. Sobald die erfasste Gebläsedrehzahl 54 den gewünschten Wert erreicht hat, wird das Brennstoffventil 44 geöffnet. Zunächst wird das Ventilsteuersignal 58 so schnell wie möglich auf einen Startwert geöffnet. Anschließend wird das Ventilsteuersignal 58 linear mit einem Steigungswinkel erhöht. Der Ionisationsstrom 56 wird von der Steuereinheit 18 überwacht. Sobald ein Ionisationsstrommaximum 72 zu einem ersten Zeitpunkt 74 erfasst wird, wird das lineare Erhöhen des Ventilsteuersignals 58 unterbrochen und das Ventilsteuersignal 58 auf einem konstanten Zündwert gehalten. Das Ionisationsstrommaximum 72 ist ein Verbrennungskenngrößenmaximum 73.

**[0034]** An einem zweiten Zeitpunkt 76 wird von der Steuereinheit 18 überprüft, ob der Ionisationsstrom 56 sich nicht zu stark von einer Sollionisation 84 unterscheidet. Unterscheidet sich der Ionisationsstrom 56 nicht zu stark von der Sollionisation, wird der Zündbetrieb abgeschlossen und ein Closed-Loop-Modus gestartet. Der zweite Zeitpunkt 76 wird mit einem in der Steuereinheit 18 hinterlegten Sicherheitsabstand 78 zum ersten Zeitpunkt 74 gewählt. Der Sicherheitsabstand 78 hängt vom Brennerleistungsparameter 64 ab. Der Sicherheitsabstand 78 wurde in Labortests empirisch ermittelt. Der sich als Abstand 78 ist so gewählt, dass sich der Ionisationsstrom 56 nach der Zündung weitgehend stabilisieren kann. In Varianten des Ausführungsbeispiels hängt der Sicherheitsabstand 78 vom Alterungszustand der Ionisationssonde 42 ab. Nach dem Ansteigen auf das Ionisationsstrommaximum 72 bei der Zündung sinkt der Ionisationsstrom 56 schnell auf ein Ionisationsstromminimum 80 ab. Das Ionisationsstromminimum 80 ist ein Verbrennungskenngrößenminimum 81. Anschließend steigt der Ionisationsstrom 56 wieder langsam. Dieser charakteristische Verlauf der zeitlichen Entwicklung des Ionisationsstroms 56 im Zündbetrieb wird als eine Senke 82 bezeichnet.

**[0035]** Im Ausführungsbeispiel liegt das Ionisationsstrommaximum 72 bei 80  $\mu\text{A}$ . Das Ionisationsstromminimum 80 liegt bei 20  $\mu\text{A}$ . Diese Werte hängen von inneren und äußeren Bedingungen des Heizsystems 46 ab, insbesondere vom Brennerleistungsparameter 64, der Verbrennungskenngröße 66 und dem Alterungszustand der Ionisationssonde 42. Typische Werte für das Ionisationsstrommaximum 72 liegen zwischen 10  $\mu\text{A}$  und 1000  $\mu\text{A}$ , insbesondere zwischen 20  $\mu\text{A}$  und 100  $\mu\text{A}$ , insbesondere zwischen 30  $\mu\text{A}$  und 80  $\mu\text{A}$ . Typische Werte für das Ionisationsstromminimum 80 liegen zwischen 0  $\mu\text{A}$  und 100  $\mu\text{A}$ , insbesondere zwischen 10  $\mu\text{A}$  und 60  $\mu\text{A}$ , insbesondere zwischen 20  $\mu\text{A}$  und 40  $\mu\text{A}$ .

**[0036]** Zum zweiten Zeitpunkt 76 beginnt in Figur 2 der

Closed-Loop-Modus. Unter "Closed-Loop-Modus" soll ein Regelprozess verstanden werden, bei dem ein erster Betriebsparameter, welcher bevorzugt einem Stellsignal an eine Komponente des Heizsystems entspricht, so eingestellt wird, dass ein zweiter Betriebsparameter weitgehend den Wert eines Sollbetriebsparameters annimmt. Bevorzugt wird der erste Betriebsparameter iterativ angepasst. Im Ausführungsbeispiel wird im Closed-Loop-Modus die Gebläsedrehzahl 54 bzw. der erste Brennerleistungsparameter 64 weitgehend konstant gehalten. Das Ventilsteuersignal 58 wird so eingestellt, dass der Ionisationsstrom 56 weitgehend den Wert der Sollionisation 84 annimmt. Im Closed-Loop-Modus wird der erfasste Ionisationsstrom 56 weitgehend kontinuierlich mit der Sollionisation 84 verglichen. In alternativen Ausführungsformen wird der aktuelle Ionisationsstrom 56 in Zeitintervallen mit der Sollionisation 84 verglichen, bevorzugt periodisch. Bevorzugt sind die Zeitintervalle kurz gegenüber für eine Regelung und/oder Steuerung des Heizsystems 46 typischen Zeitskalen, beispielsweise zwischen 10 ms und 10.000 ms, insbesondere zwischen 100 ms und 1000 ms. Die Sollionisation 84 hängt von der Gebläsedrehzahl 54 ab. Im Ausführungsbeispiel wird die benötigte Sollionisation 84 abhängig von der Gebläsedrehzahl 54 durch eine in der Steuereinheit 18 hinterlegte Sollionisationkennlinie ermittelt. Die Sollionisationkennlinie wird durch Laborversuche ermittelt und an die Anforderungen des Heizsystems 46 angepasst. Es ist denkbar, dass die Sollionisationkennlinie bzw. die Sollionisation 84 durch besondere Verfahren im Betrieb des Heizsystems 46 ermittelt wird, insbesondere durch Verfahren zum Kalibrieren des Heizsystems 46. Die Sollionisation 84 ist eine Sollverbrennungskenngröße.

**[0037]** Ist der aktuelle erfasste Ionisationsstrom 56 kleiner als die Sollionisation, wird im Ausführungsbeispiel das Ventilsteuersignal 58 erhöht. Ist der aktuelle Ionisationsstrom 56 größer als die Sollionisation, wird das Ventilsteuersignal 58 gesenkt. Im Ausführungsbeispiel wird das Ventilsteuersignal 58 umso stärker erhöht bzw. gesenkt, je größer die Abweichung des aktuellen Ionisationsstroms 56 von der Sollionisation 84 ist. In der Steuereinheit 18 ist ein linearer Zusammenhang hinterlegt, welcher einer Differenz des Ionisationsstrom 56 zur Sollionisation 84 eine Änderung des Ventilsteuersignal 58 zugeordnet. Ist ein Betrag der Differenz des Ionisationsstroms 56 zur Sollionisation 84 kleiner als eine Ionisationsschwelle, wird das Ventilsteuersignal 58 nicht verändert. Die Ionisationsschwelle ist ein in der Steuereinheit 18 hinterlegter Wert zur Berücksichtigung von Messungenauigkeiten bzw. eines Signalrauschen des erfassten Ionisationsstroms 56. Im Ausführungsbeispiel hängt die Ionisationsschwelle vom Brennerleistungsparameter 64 ab.

**[0038]** In Varianten der bevorzugten Ausführungsform hat der in der Steuereinheit 18 hinterlegte Zusammenhang zwischen der Differenz des Ionisationsstrom 56 zur Sollionisation 84 und der Änderung des Ventilsteuersignals 58 die Form einer beliebigen, monoton steigenden

Funktion, insbesondere linear und/oder quadratisch und/oder exponentiell und/oder einer Potenzfunktion. In bevorzugten Ausführungsformen wird die Fluidzufuhrkenngröße 68 umso stärker verändert und/oder erhöht bzw. gesenkt, je größer die Abweichung der aktuellen erfassten Verbrennungskenngröße 66 von der Sollverbrennungskenngröße ist.

**[0039]** Durch eine Veränderung des Ventilsteuersignals 58 ändert sich ein Brennstoff-Luft-Verhältnis in einer dem Brenner 28 zugeführten Brennstoff-Luft-Mischung. Der erfasste Ionisationsstrom 56 ändert sich in Abhängigkeit von der Veränderung des Ventilsteuersignals 58 auf diese Weise kann das Ventilsteuersignal 58 iterativ so verändert werden, dass der erfasste Ionisationsstrom 56 weitgehend der Sollionisation 84 gleicht. Das eingestellte Ventilsteuersignal 58, bei dem der erfasste Ionisationsstrom 56 weitgehend der Sollionisation 84 gleicht, wird von der Steuereinheit 18 als Regelwert erfasst.

**[0040]** Im Ausführungsbeispiel wird zur Charakterisierung der Senke 82 eine Senkentiefe 86 ermittelt. Die Senkentiefe 86 wird ermittelt, indem vom Verbrennungskenngrößenmaximum 72 das Verbrennungskenngrößenminimum 80 subtrahiert wird. Die Senkentiefe 86 hängt von einer Sondentemperatur der Ionisationssonde 42 bzw. von einer Abkühlzeit ab. Die Abkühlzeit beschreibt die Zeit zwischen einem Zeitpunkt an dem in Brenner 28 zum letzten Mal eine Flamme 40 vorhanden war und einem danach folgenden Zündzeitpunkt, beispielsweise dem ersten Zeitpunkt 74. Je länger die Abkühlzeit, umso geringer die Sondentemperatur der Ionisationssonde 42 bzw. umso näher liegt die Sondentemperatur an einer Umgebungstemperatur.

**[0041]** Figur 3 zeigt die Senkentiefe 86 als Funktion der Abkühlzeit. Eine zweite Ordinatenachse 88 bildet die Senkentiefe 86 ab. Die Abkühlzeit ist auf einer zweiten Abszissenachse 90 gezeigt. Es sind zwei Verläufe der Senkentiefe 86 gezeigt. Ein erster Verlauf 92 zeigt die Senkentiefe 86 einer gealterten Ionisationssonde 42. Ein zweiter Verlauf 94 zeigt die Senkentiefe 86 einer neuwertigen Ionisationssonde 42. Bei einem dritten Zeitpunkt 96 beträgt die Abkühlzeit 0 Minuten. Beide Verläufe der Senkentiefe 86 haben zum dritten Zeitpunkt 96 den Wert 0  $\mu$ A. Mit steigender Abkühlzeit steigt die Senkentiefe 86 streng monoton an. Die Senkentiefe 86 der gealterten Ionisationssonde 42 wächst schneller als die Senkentiefe 86 der neuwertigen Ionisationssonde 42. Der Grund ist eine Temperaturabhängigkeit einer Oxidationsschicht auf den Ionisationssonde 42. Ein ohmscher Widerstand der Oxidationsschicht steigt mit sinkender Temperatur. Die gealterte Ionisationssonde 42 weist eine dickere Oxidationsschicht als die neuwertige Ionisationssonde 42 auf.

**[0042]** Mit größer werdender Abkühlzeit nähert sich die Sondentemperatur der Ionisationssonde einer Umgebungstemperatur an. Die Senkentiefe 86 saturiert wird größer werdender Abkühlzeit. Der Wert der Senkentiefe 86 des ersten Verlaufs 92 strebt gegen einen ersten Sättigungswert 98. Der Wert der Senkentiefe 86 des zwei-

ten Verlaufs 94 strebt gegen einen zweiten Saturationswert 100. Der erste Saturationswert 98 hat einen Wert von 90  $\mu\text{A}$ . Der zweite Saturationswert 100 hat einen Wert von 45  $\mu\text{A}$ .

**[0043]** Im Ausführungsbeispiel wird die Abkühlzeit berücksichtigt, indem zum Erfassen des Alterungszustandes nur eine solche Senkentiefe 86 berücksichtigt wird, die bei einer Abkühlzeit erfasst wird, die eine Zeitschwelle 102 überschreitet. Die Zeitschwelle 102 beträgt im Ausführungsbeispiel 30 Minuten. Die Zeitschwelle 102 ist eine in der Steuereinheit 18 hinterlegte Konstante. Die Zeitschwelle 102 ist so gewählt, dass unter weitgehend allen Betriebsbedingungen, insbesondere unter allen möglichen Brennerleistungsparameter 64, die Ionisationssonde 42 innerhalb der Zeitschwelle 102 weitgehend auf eine Umgebungstemperatur abkühlt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der erfasste Wert der Senkentiefe 86 ausreichend nahe an einem Saturationswert liegt.

**[0044]** Wird eine Senkentiefe 86 erfasst bei der die Abkühlzeit über der Zeitschwelle 102 liegt, wird im Ausführungsbeispiel der Wert der Senkentiefe 86 als Alterungszustand der Ionisationssonde 42 erfasst. Je größer der Wert der Senkentiefe 86 bzw. des Alterungszustandes, umso weiter fortgeschritten ist eine Alterung der Ionisationssonde 42 bzw. umso ausgeprägter ist eine Oxidationsschicht der Ionisationssonde 42.

**[0045]** In alternativen Ausführungsformen ist es denkbar, dass beim Erfassen der Senkentiefe 86 die Sondentemperatur der Ionisationssonde 42 erfasst und berücksichtigt wird. Beispielsweise kann eine Senkentiefe 86 nur dann zum Erfassen eines Alterungszustandes verwendet werden, wenn die Sondentemperatur eine Temperaturgrenze unterschreitet.

**[0046]** In besonderen Ausführungsformen wird beim Erfassen der Senkentiefe 86 die Sondentemperatur und/oder die Abkühlzeit erfasst. Anschließend wird durch die Steuereinheit 18 anhand der erfassten Senkentiefe 86 und der Sondentemperatur und/oder der Abkühlzeit ein Saturationswert der Senkentiefe 86 ermittelt. Es ist denkbar, dass die Steuereinheit 18 eine Saturationswertkennlinie aufweist, welche der erfassten Senkentiefe 86 und der Sondentemperatur und/oder der Abkühlzeit den Saturationswert zuordnet. Die Saturationswertkennlinie kann empirisch in Laborversuchen ermittelt werden. Die Saturationswertkennlinie berücksichtigt die technischen Eigenschaften des Heizsystems 46, insbesondere die Eigenschaften des Brenners 28 und der Ionisationssonde 42. In diesen Varianten wird der ermittelte Saturationswert der Senkentiefe 86 als Alterungszustand verwendet.

**[0047]** Im Ausführungsbeispiel wird eine erfasste Senkentiefe 86 zur Beschreibung des Alterungszustands verwendet. In Varianten des Ausführungsbeispiels wird der erfassten Senkentiefe 86 mit einer in der Steuereinheit 18 hinterlegten Alterungszustandskennlinie ein Alterungszustand zugeordnet. Der Alterungszustand kann beispielsweise Werte zwischen 0 % und 100 % anneh-

men, wobei ein Wert von 0 % eine neuwertige Ionisationssonde 42 und ein Wert von 100 % eine unbenutzbare Ionisationssonde 42 beschreibt. Die Alterungszustandskennlinie ist empirisch in Laborversuchen ermittelt worden. In weiteren Ausführungsformen wird der Alterungszustand mithilfe des Ionisationsstromminimums 80 ermittelt. Das Ionisationsstromminimum 80 ist bei einer gealterten Ionisationssonde 42 kleiner als bei einer neuwertigen Ionisationssonde 42.

**[0048]** Im Ausführungsbeispiel wird während des Zündbetriebs von der Steuereinheit 18 überprüft, ob der Wert des Ionisationsstrom 56 nicht zu stark von der Sollionisation 84 abweicht. Der Grund ist, dass bei einem zu stark abweichenden Ionisationsstrom 56 möglicherweise der Closed-Loop-Modus nicht wie vorgesehen funktioniert. Beispielsweise ist es denkbar, dass der Ionisationsstrom 56 im Closed-Loop-Modus zu lang gebraucht, um sich auf der Sollionisation 84 zu stabilisieren. Es ist möglich, dass das Heizsystem durch einen Sicherheitsmechanismus, der den Ionisationsstrom 56 überwacht heruntergefahren wird, bevor sich der Ionisationsstrom 56 im Closed-Loop-Modus stabilisiert. In einem solchen Fall ist der Betrieb des Heizsystems 46 mit einer zu stark gealterten Ionisationssonde 42 nicht oder nur eingeschränkt möglich. Im Ausführungsbeispiel wird überprüft, ob der Alterungszustand bzw. die Senkentiefe 86 bei einer Abkühlzeit größer als die Zeitschwelle 102 eine Senkenschwelle 104 überschreitet. Die Senkenschwelle 104 beträgt im Ausführungsbeispiel 70  $\mu\text{A}$  (siehe Figur 3). Hat der Alterungszustand einen Wert größer als die Senkenschwelle 104, wird ein Inspektionszeitpunkt festgelegt. Als Inspektionszeitpunkt wird die aktuell vorliegende Zeit gewählt. Das Heizsystem 46 gesendet an einem Betreiber des Heizsystems 46 eine Nachricht, das Heizsystem 46 so schnell wie möglich zu warten. Die Senkenschwelle 104 einem Heizsystem hinterlegt Wert. Die Senkenschwelle 104 ist so gewählt, dass das Heizsystem 46 noch voraussichtlich bis zur stattfindenden Inspektion bzw. Wartung im weitgehend vollen Umfang funktionsfähig bleibt.

**[0049]** Im Ausführungsbeispiel wird der Alterungszustand zum Steuern des Zündbetriebs verwendet. Überschreitet der Alterungswert die Senkenschwelle 104, wird das Ventilsteuersignal 58 vorübergehend pulsformig erhöht. Dazu wird ein Zündzeitpunkt aus einem vorhergehenden Zündbetrieb erfasst. Es wird ein relativer Zeitabstand zwischen einem Zeitpunkt, an dem das Ventilsteuersignal 58 im vorhergehenden Zündbetrieb auf den Startwert geöffnet wurde und dem Zündzeitpunkt ermittelt. In Abhängigkeit von diesem relativen Zeitabstand ein voraussichtlicher Zündzeitpunkt des Zündbetrieb ermittelt.

**[0050]** In der Steuereinheit 18 ist eine Fließgeschwindigkeit hinterlegt. Die Fließgeschwindigkeit beschreibt, wie lange das Brennstoff-Luft-Gemisch vom Brennstoffventil 44 zum Brenner 28 fließt. Im Ausführungsbeispiel wird die Fließgeschwindigkeit in einem Closed-Loop-Modus betrieben ermittelt. Dazu wird bei einem konstanten

Brennerleistungsparameter 64 auf das weitgehend konstante Ventilsteuersignal eine kurzzeitige, pulsformig Änderung, beispielsweise eine Erhöhung um 5 %, auf geprägt. Anschließend erfasst die Steuereinheit 18, zu welchem Zeitpunkt diese pulsformige Änderung den weitgehend konstanten Ionisationsstrom 56 kurzzeitig erhöht. Die Fließgeschwindigkeit ist mit der Leistung des Heizsystems 46 korreliert.

**[0051]** Im Ausführungsbeispiel wird ein Pulszeitpunkt ermittelt, in dem vom voraussichtlichen Zündzeitpunkt die Fließgeschwindigkeit subtrahiert wird. Zum Pulszeitpunkt wird das Ventilsteuersignal 58 zusätzlich zum vorgesehenen, weitgehend Rampen vermieden Verlauf im Zündbetrieb pulsformig erhöht. Das Ventilsteuersignal 58 wird zum Pulszeitpunkt ausgehend vom aktuell vorhandenen Wert so schnell wie möglich um eine Pulshöhe erhöht. Anschließend wird das Ventilsteuersignal 58 so schnell wie möglich um die Pulshöhe gesenkt. Im Ausführungsbeispiel beträgt die Pulshöhe 10 %. Die Pulshöhe ist abhängig vom Brennerleistungsparameter 64. In Varianten des Ausführungsbeispiels hängt die Pulshöhe zusätzlich vom Wert des Alterungszustands ab. Je höher der Alterungszustand, umso höher die Pulshöhe. Typische Werte für die Pulshöhe liegen zwischen 1 % und 25 %, insbesondere zwischen 5 % und 15 %.

**[0052]** Auf diese Weise wird zum Pulszeitpunkt kurzfristig ein Brennstoffanteil im Brennstoff-Luft-Gemisch erhöht. Zum Zündzeitpunkt steht kurzfristig ein fetteres Brennstoff-Luft-Gemisch zur Verfügung. Der Wert des Ionisationsstroms 56 wird erhöht, insbesondere wird der Wert des Ionisationsstromminimums 80 erhöht. Der Ionisationsstrom 56 stabilisiert sich schneller bei der Solionisation 84. Das ermöglicht einen sicheren Übergang vom Zündbetrieb in den Closed-Loop-Modus. Auf diese Weise kann das Heizsystem 46 auch mit einer gealterten Ionisationssonde 42 sicher und zuverlässig verwendet werden.

**[0053]** In Varianten des Ausführungsbeispiels ist es denkbar, dass ein zum Pulszeitpunkt erzeugter Puls im Ventilsteuersignal 58 eine beliebige andere Form hat. Insbesondere kann der Puls die Form eines Rechtecksignals und/oder einer Rampe und/oder eine Dreiecksform und/oder eine Gaußform haben.

**[0054]** In weiteren Varianten wird zur Berücksichtigung des Alterungszustandes der Startwert und/oder der Steigungswinkel des Ventilsteuersignals 58 beim Steuern des Zündbetriebs angepasst. Der Startwert und/oder der Steigungswinkel des Ventilsteuersignals 58 werden angepasst, wenn der Alterungszustand eine Senkenschwelle 104 übersteigt. Der Startwert und/oder der Steigungswinkel werden im Vergleich zu einem im üblichen Betrieb vorgesehenen Startwert und/oder Steigungswinkel erhöht. In besonderen Varianten werden der Startwert und/oder der Steigungswinkel umso stärker erhöht, je größer der Wert des Alterungszustands ist.

**[0055]** In alternativen Varianten wird zum Erfassen des Alterungszustandes des Heizsystems 46 bzw. der Sonde zur Erfassung der Verbrennungskenngröße 66 wenigstens

ein vorheriger zeitlicher Verlauf der Verbrennungskenngröße 66 in wenigsten einem vorherigen Zündbetrieb berücksichtigt. Auf diese Weise kann eine zeitliche Entwicklung berücksichtigt werden. Beispielsweise kann in mehreren vorherigen Zündbetrieben eine vorherige Senkentiefe erfasst und in der Steuereinheit 18 abgelegt werden. Zur Ermittlung des Alterungszustandes können die Senkentiefe 86 und die vorherigen Senkentiefen verwendet werden, insbesondere können die Senkentiefe 86 und die vorherigen Senkentiefen statistisch ausgewertet werden. Beispielsweise ist es denkbar, dass aus der Senkentiefe 86 und den vorherigen Senkentiefen ein Mittelwert ermittelt wird. Falls notwendig, kann bei der Mittelung der Senkentiefe 86 und der vorherigen Senkentiefen eine Gewichtung verwendet werden, beispielsweise eine umso schwächere Gewichtung, je weiter eine Erfassung der jeweiligen vorherigen Senkentiefe zurückliegt. Der Mittelwert kann als Alterungszustand verwendet werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen eines Alterungszustandes eines Heizsystems (46), **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zeitlicher Verlauf einer Verbrennungskenngröße (66), insbesondere eines Ionisationsstroms (56), in einem Zündbetrieb berücksichtigt wird, wobei der Zündbetrieb eine wesentliche Betriebsphase eines Einschaltvorgangs des Heizsystems ist.
2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Senke (82) im zeitlichen Verlauf der Verbrennungskenngröße (66) berücksichtigt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Senke (82) durch eine Senkentiefe (86), beschrieben durch eine Differenz zwischen einem Verbrennungskenngrößenmaximum (73) und einem Verbrennungskenngrößenminimum (81) im Zündbetrieb, berücksichtigt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abkühlzeit und/oder eine Sondentemperatur einer Sonde zur Erfassung der Verbrennungskenngröße (66), insbesondere einer Ionisationssonde (42), vor dem Zündbetrieb berücksichtigt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** berücksichtigt wird, ob ein Betrag der bzw. einer Senkentiefe (86) eine Senkenschwelle (104) überschreitet.
6. Verfahren zum Festlegen eines Inspektionszeitpunktes des Heizsystems (46), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Alterungszustand mit einem Ver-

fahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche erfasst und berücksichtigt wird.

7. Verfahren zum Steuern eines Zündbetriebs des Heizsystems (46), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Alterungszustand mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 erfasst und berücksichtigt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Fluidzufuhrkenngroße (68), insbesondere ein Ventilsteuersignal (58) für ein Brennstoffventil (44), vorübergehend erhöht wird, insbesondere pulsförmig erhöht wird.
9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine bzw. die Fluidzufuhrkenngroße (68) ein Ventilsteuersignal (58) für ein Brennstoffventil (44) ist und/oder die Verbrennungskenngröße (66) ein Ionisationsstrom (56) ist.
10. Steuereinheit (18) für ein Heizsystem (46), wobei die Steuereinheit (18) dazu eingerichtet ist, dass ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführbar ist.
11. Heizsystem (46) mit einer Steuereinheit (18) nach Anspruch 10, mit mindestens einem Brennstoffventil (44) für einen Brennstoff, mit einer Ionisationssonde (42) an einer Flamme (40) und mit einem Gebläse (32) mit variierbarer Gebläsedrehzahl (54).

## Claims

1. Method for detecting a state of ageing of a heating system (46), **characterized in that** a variation over time of a characteristic combustion variable (66), in particular an ionization current (56), is taken into account in an ignition operating mode, wherein the ignition operating mode is an essential operating phase of a switching-on process of the heating system.
2. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a dip (82) in the variation over time of the characteristic combustion variable (66) is taken into account.
3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the dip (82) is taken into account by a depth of dip (86), described by a difference between a characteristic combustion-variable maximum (73) and a characteristic combustion-variable minimum (81) in the ignition operating mode.
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a cooling-down time and/or a

probe temperature of a probe for detecting the characteristic combustion variable (66), in particular an ionization probe (42), is taken into account before the ignition operating mode.

5. Method according to one of Claims 3 and 4, **characterized in that** it is taken into account whether an amount of the or a depth of dip (86) exceeds a dip threshold (104).
6. Method for fixing an inspection time of the heating system (46), **characterized in that** the state of ageing is detected and taken into account by a method according to one of the preceding claims.
7. Method for controlling an ignition operating mode of the heating system (46), **characterized in that** the state of ageing is detected and taken into account by a method according to one of Claims 1 to 6.
8. Method according to Claim 7, **characterized in that** a characteristic fluid-feed variable (68), in particular a valve control signal (58) for a fuel valve (44), is temporarily increased, in particular is increased in a pulsed form.
9. Method according to the preceding claim, **characterized in that** a or the characteristic fluid-feed variable (68) is a valve control signal (58) for a fuel valve (44) and/or the characteristic combustion variable (66) is an ionization current (56).
10. Control unit (18) for a heating system (46), wherein the control unit (18) is designed such that a method according to one of the preceding claims can be performed.
11. Heating system (46) with a control unit (18) according to Claim 10, with at least one fuel valve (44) for a fuel, with an ionization probe (42) at a flame (40) and with a blower (32) with variable blower speed (54).

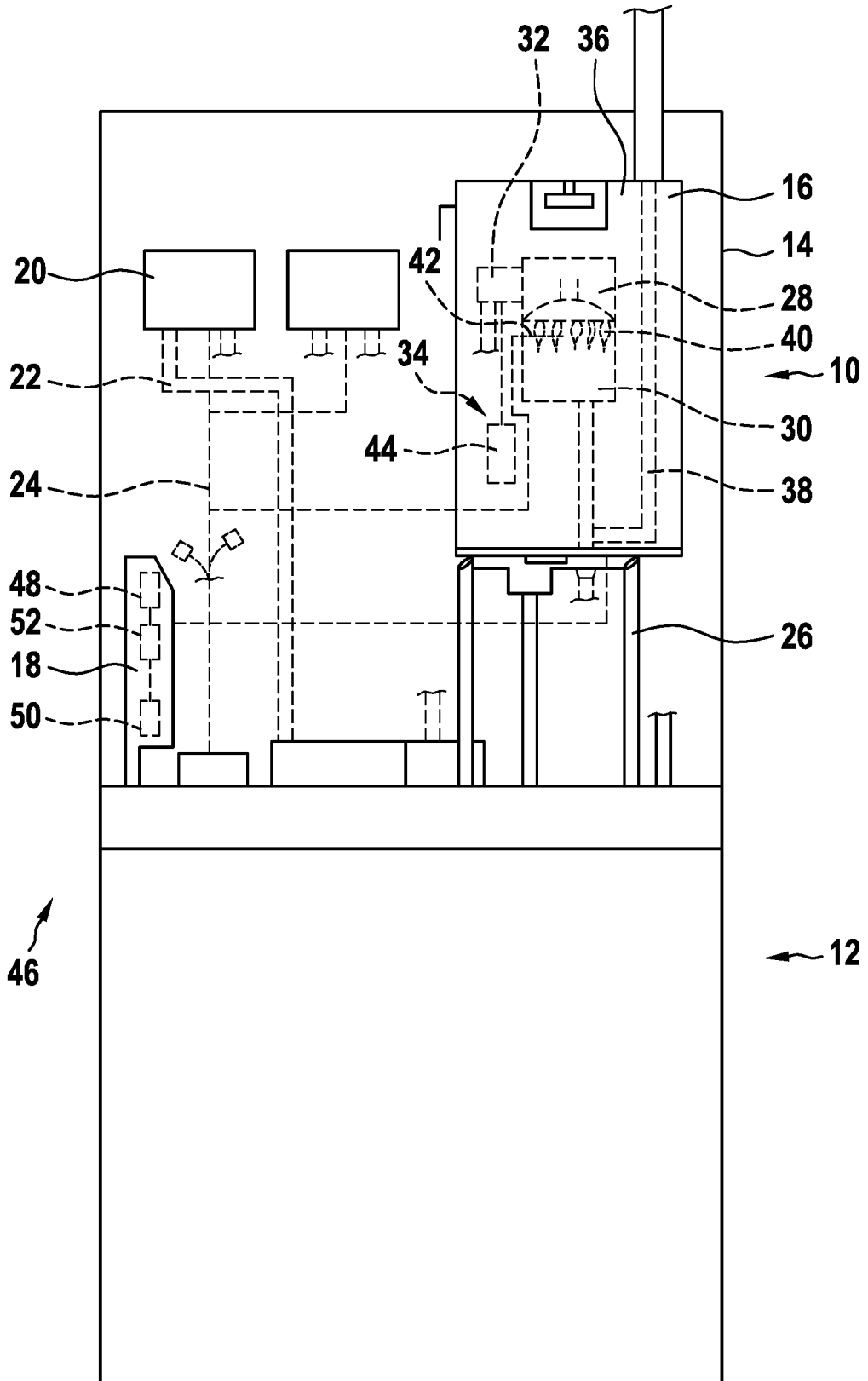
## Revendications

1. Procédé de détection d'un état de vieillissement d'un système de chauffage (46), **caractérisé en ce qu'une** variation dans le temps d'une grandeur caractéristique de combustion (66), en particulier un courant d'ionisation (56), est prise en compte dans un mode d'allumage, le mode d'allumage étant une phase de fonctionnement essentielle d'un processus de mise en marche du système de chauffage.
2. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** dépression (82) dans la variation dans le temps de la grandeur caractéris-

- tique de combustion (66) est prise en compte.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la dépression (82) est prise en compte sous la forme d'une profondeur de dépression (86), décrite comme étant une différence entre un maximum de grandeur caractéristique de combustion (73) et un minimum de grandeur caractéristique de combustion (81) dans le mode d'allumage. 5  
10
  4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un temps de refroidissement et/ou une température d'une sonde de détection de la grandeur caractéristique de combustion (66), notamment d'une sonde d'ionisation (42), sont pris en compte avant le mode d'allumage. 15
  5. Procédé selon l'une des revendications 3 et 4, **caractérisé en ce que** la valeur de la ou d'une profondeur de dépression (86) est prise en compte si celle-ci dépasse un seuil de dépression (104). 20
  6. Procédé de détermination d'un instant d'inspection du système de chauffage (46), **caractérisé en ce que** l'état de vieillissement est détecté et pris en compte à l'aide d'un procédé selon l'une des revendications précédentes. 25
  7. Procédé de commande d'un mode d'allumage du système de chauffage (46), **caractérisé en ce que** l'état de vieillissement est détecté et pris en compte à l'aide d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 6. 30  
35
  8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**une grandeur caractéristique d'alimentation en fluide (68), notamment un signal de commande de soupape (58) destiné à une soupape de combustible (44), est augmentée temporairement, en particulier est augmentée sous la forme d'impulsions. 40
  9. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'**une ou la grandeur caractéristique d'alimentation en fluide (68) est un signal de commande de soupape (58) destiné à une soupape de combustible (44) et/ou la grandeur caractéristique de combustion (66) est un courant d'ionisation (56). 45
  10. Unité de commande (18) destinée à un système de chauffage (46), l'unité de commande (18) étant conçue de façon à pouvoir mettre en œuvre un procédé selon l'une des revendications précédentes. 50
  11. Système de chauffage (46) comprenant une unité de commande (18) selon la revendication 10, au moins une soupape de combustible (44) destinée à un combustible, une sonde d'ionisation (42) sur une

flamme (40) et un ventilateur (32) ayant une vitesse de rotation variable (54) .

Fig. 1





**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10003819 C1 [0002]