



(11) **EP 3 290 798 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

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

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

(21) Anmeldenummer: **17187858.0**

(22) Anmeldetag: **25.08.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

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

(72) Erfinder:  
• **Snijder, Ab**  
**8051 JH Hattem (NL)**  
• **Koudijs, Jan**  
**3771 CC Barneveld (NL)**  
• **Westra, Jan**  
**8181 MG Heerde (NL)**

(30) Priorität: **02.09.2016 DE 102016216630**  
**10.03.2017 DE 102017204003**

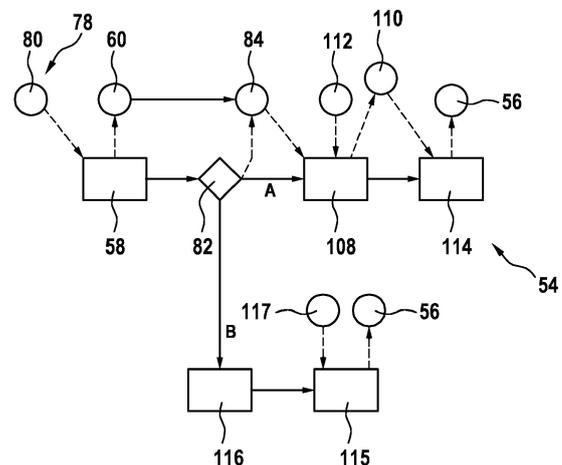
(54) **VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG UND REGELUNG EINES BRENNSTOFF-LUFT-VERHÄLTNISSES IN EINEM HEIZSYSTEM SOWIE EINE STEUEREINHEIT UND EIN HEIZSYSTEM**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren (54) zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem. Es wird vorgeschlagen, dass das Verfahren (54) die folgenden Schritte umfasst:

- Erzeugen einer vorübergehenden, zeitlichen Fluidzufuhränderung (60) einer Fluidzufuhrkenngroße,
  - Versuch, ein Signalmaximum (84) einer mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung (60) korrelierten zeitlichen Änderung von mindestens einer Verbrennungskenngröße zu ermitteln,
  - Ermitteln einer Sollverbrennungskenngröße auf Basis des Signalmaximums (84), falls ein Signalmaximum (84) ermittelt wurde,
  - Regeln des Heizsystems auf Basis der Sollverbrennungskenngröße, falls ein Signalmaximum (84) ermittelt wurde,
- und dass die Fluidzufuhränderung (60) so gewählt ist, dass bei der zeitlichen Änderung von der mindestens einen Verbrennungskenngröße (86) ein Verbrennungskenngrößenmaximum mindestens zwei Mal angenommen wird.

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

**Fig. 2**



**EP 3 290 798 A1**

## Beschreibung

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

## Stand der Technik

**[0002]** Um eine optimale Verbrennung zu gewährleisten, ist es bei dem Betrieb von Gasbrenner notwendig, das richtige Brennstoff-Luft-Verhältnis sicherzustellen. Dazu wird der Gasbrenner auf Basis von einer Sensorik gemessenen Verbrennungskenngröße geregelt, in dem diese Verbrennungskenngröße einer Sollverbrennungskenngröße angeglichen wird. Dabei muss die korrekte Funktionsweise der für die Bestimmung der Verbrennungskenngröße eingesetzten Sensorik gewährleistet sein. Aus dem Stand der Technik sind Gasbrenner bekannt, welche dazu Verfahren zur Kalibrierung der entsprechenden Sensorik ausführen. Dabei wird in der Regel die Sollverbrennungskenngröße an veränderliche innere und/oder äußere Bedingungen angepasst. In solchen Kalibrierverfahren wird der Gasbrenner weitgehend über seinen gesamten Leistungsbereich gefahren. Das hat den Nachteil, dass während einer solchen Kalibrierung verstärkt Schadstoffe ausgestoßen werden können. Die Dauer einer solchen Kalibrierung liegt im Bereich von mehreren Sekunden bis hin zu Minuten. Das hat den zusätzlichen Nachteil, dass in dieser Zeit der Gasbrenner für den normalen Betrieb nicht zur Verfügung steht.

## Offenbarung der Erfindung

### Vorteile

**[0003]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem, welches die folgenden Schritte umfasst:

- Erzeugen einer vorübergehenden, zeitlichen Fluidzufuhränderung einer Fluidzufuhrkenngröße,
- Versuch, ein Signalmaximum einer mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung korrelierten zeitlichen Änderung von mindestens einer Verbrennungskenngröße zu ermitteln,
- Ermitteln einer Sollverbrennungskenngröße auf Basis des Signalmaximums, falls ein Signalmaximum ermittelt wurde,
- Regeln des Heizsystems auf Basis der Sollverbrennungskenngröße, falls ein Signalmaximum ermittelt wurde,

und dadurch gekennzeichnet ist, dass die Fluidzufuhränderung so gewählt ist, dass bei der zeitlichen Änderung

von der mindestens einen Verbrennungskenngröße ein Verbrennungskenngrößenmaximum mindestens zwei Mal angenommen wird, hat den Vorteil, dass die Sollverbrennungskenngröße im laufenden, regulären Betrieb des Heizsystems ermittelt werden kann. Das Verfahren stellt nur einen kurzzeitigen Eingriff in die Regelung des Heizsystems dar, bei dem nur kleine Fluidzufuhränderungen vorgenommen werden im Vergleich zu möglichen gesamten Fluidzufuhränderungen im Betrieb des Heizsystems. Auf diese Weise wird das Heizsystem stets mit einem vorgesehenen, optimierten Brennstoff-Luft-Verhältnis betrieben. Das Brennstoff-Luft-Verhältnis wird auch als Lambdawert bezeichnet. So wird eine vorgesehene Leistung des Heizsystems unter einem minimalen Schadstoffausstoß erzeugt. Zusätzlich entfällt die Notwendigkeit, spezielle Kalibrierzyklen zur Einstellung der Sollverbrennungskenngröße zu fahren. Das hat den Vorteil, dass keine weiteren Emissionen entstehen und das Heizsystem weitgehend immer in einem Regelbetrieb operieren kann, sodass es stets im vollen Umfang zur Verfügung steht. Dadurch, dass die Fluidzufuhränderung so gewählt ist, dass bei der zeitlichen Änderung von der mindestens einen Verbrennungskenngröße das Verbrennungskenngrößenmaximum mindestens zweimal angenommen wird, wird das Signalmaximum besonders zuverlässig erkannt. Das ermöglicht eine besonders präzise Bestimmung der Sollverbrennungskenngröße.

**[0004]** Dabei ist unter "Heizsystem" mindestens ein Gerät zur Erzeugung von Wärmeenergie zu verstehen, insbesondere ein Heizgerät bzw. Heizbrenner, insbesondere zur Verwendung in einer Gebäudeheizung und/oder zur Warmwassererzeugung, bevorzugt durch das Verbrennen von einem gasförmigen oder flüssigen Brennstoff. Ein Heizsystem kann auch aus mehreren solchen Geräten zur Erzeugung von Wärmeenergie sowie weiteren, den Heizbetrieb unterstützenden Vorrichtungen, wie etwa Warmwasser- und Brennstoffspeichern, bestehen.

**[0005]** 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 einem Brennstoff, korreliert ist. Vorteilhaft kann, insbesondere durch eine Steuer- und/oder Regeleinheit des Heizsystems, wenigstens anhand der Fluidzufuhrkenngröße auf einen Volumenstrom und/oder einen Massenstrom des zumindest einen Fluids geschlossen werden und/oder der Volumenstrom und/oder der Massenstrom des zumindest einen Fluids ermittelt werden. Ein Beispiel für eine Fluidzufuhrkenngröße ist die Angabe einer Öffnungsweite eines Brennstoffventils. Unter einer "vorübergehenden, zeitlichen Fluidzufuhränderung" soll eine zeitlich eingeschränkte Variation der Fluidzufuhrkenngröße verstanden werden, sodass diese vom Wert der Fluidzufuhrkenngröße vor Beginn der Fluidzufuhrände-

zung abweicht. Bevorzugt wird die Fluidzufuhrkenngröße über den Zeitraum der Fluidzufuhränderung vergrößert oder verkleinert. Bevorzugt wird dabei die Fluidzufuhrkenngröße zuerst monoton vergrößert und anschließend monoton verkleinert, bzw. zuerst monoton verkleinert und anschließend monoton vergrößert. Bevorzugt ist die Zeitdauer der Fluidzufuhränderung pulsartig und kurz gegenüber den im üblichen Betrieb des Heizsystems vorgesehenen zeitlichen Variationen der Fluidzufuhrkenngröße.

**[0006]** Dabei ist unter einem "Puls", einer "pulsartigen Änderung" oder einem "pulsförmigen Signal" ein 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.

**[0007]** Unter einer "Verbrennungskenngröße" soll insbesondere eine skalare Kenngröße verstanden werden, welche insbesondere mit der Verbrennung, insbesondere des Gemischs, insbesondere aus der Verbrennungsluft und dem Brennstoff, korreliert ist. Ein Beispiel für eine Verbrennungskenngröße ist ein Ionisationsstrom, welcher an einer Flamme des Heizsystems gemessen wird. Vorteilhaft kann, insbesondere durch die Steuer- und/oder Regeleinheit des Heizsystems, wenigstens anhand der Verbrennungskenngröße auf ein Vorhandensein und/oder eine Güte der Verbrennung geschlossen werden und/oder das Vorhandensein und/oder die Güte der Verbrennung ermittelt werden. Vorteilhaft kann anhand der Verbrennungskenngröße zumindest in Teilintervallen und zumindest in bestimmten Betriebszuständen des Heizsystems eindeutig einem Maß für die Güte der Verbrennung zugeordnet werden. Ein Beispiel für ein Maß für die Güte der Verbrennung ist das Brennstoff-Luft-Verhältnis. Vorteilhaft entspricht die Verbrennungskenngröße zumindest einem oder genau einem, die Verbrennung abbildenden und/oder charakterisierenden Messwert, wie beispielsweise einem Verbrennungssignal, insbesondere einer Lichtintensität, einem Schadstoffausstoß, einer Temperatur und/oder vorteilhaft einem Ionisationssignal bzw. kann die Verbrennungskenngröße einem solchen Messwert eindeutig zugeordnet werden. Unter einem "Signalmaximum" ist die maximale Amplitude der Verbrennungskenngröße in einem mit der zeitlichen Änderung der Fluidzufuhrkenngröße korrelierten Zeitraum zu verstehen. Ein Signalmaximum ist insbesondere die maximale Amplitude eines Pulses der Fluidzufuhrkenngröße. Unter einem "Verbrennungskenngrößenmaximum" soll ein in zumindest bestimmten Betriebszuständen des Heizsystems maximal möglicher Wert der Verbrennungskenngröße bei einem konstantem Brennerleistungsparameter verstanden werden. Vorteilhaft lässt sich das Verbrennungskenngrößenmaximum eindeutig einem wohlbestimmten Wert des Brennstoff-Luft-Verhältnisses zuordnen. Ein Verbrennungskenngrößenmaximum ist ein maximal möglicher Wert der Verbrennungskenngröße bei einem

konstanten Brennerleistungsparameter.

**[0008]** Unter "Brennerleistungsparameter" soll insbesondere eine Kenngröße verstanden werden, welche mit der Leistung, insbesondere einer Heizleistung, des Heizsystems korreliert ist. Vorteilhaft kann, insbesondere durch die Steuer- und/oder Regeleinheit des Heizsystems, wenigstens anhand des Brennerleistungsparameters die Leistung, insbesondere Heizleistung, des Heizsystems ermittelt werden. Vorteilhaft entspricht der Brennerleistungsparameter mindestens einem oder genau einem, die Leistung abbildenden Messwert bzw. kann einem solchen Messwert eindeutig zugeordnet werden. Ein solcher Messwert kann beispielsweise eine Temperatur, eine Luftdurchflussmenge, ein Gebläsesteuersignal oder eine Gebläsedrehzahl sein.

**[0009]** Unter einem "Versuch", ein Signalmaximum einer mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung korrelierten zeitlichen Änderung von mindestens einer Verbrennungskenngröße zu ermitteln, soll ein Verfahrensschritt verstanden werden, in welchem ein Signalmaximum einer mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung korrelierten zeitlichen Änderung von mindestens einer Verbrennungskenngröße gemessen bzw. festgestellt wird. Abhängig vom Ergebnis bzw. Wert des Signalmaximums können im weiteren Verlauf des Verfahrens optional unterschiedliche folgende Schritte ausgewählt werden, falls das notwendig und/oder erwünscht ist.

**[0010]** Unter "Regeln des Heizsystems" ist das einmalige oder wiederholte, insbesondere periodische, Einstellen von Betriebsparametern des Heizsystems gemeint, so dass das Heizsystem die spezifizierte und/oder angeforderte Leistung im vollen Umfang stets erfüllen kann, insbesondere unter veränderlichen inneren und äußeren Bedingungen, insbesondere bei Verschleißprozessen und wechselnden Rand- und Umweltbedingungen. Dabei sind unter "Betriebsparameter" Parameter zu verstehen, die von der Steuerung des Heizsystems zum Steuern und Überwachen von im Heizsystem ablaufenden Prozessen verwendet werden. Beispiele für "Betriebsparameter" sind die Gebläsedrehzahl bzw. die Gebläsedrehzahlkennlinie, eine Flammenionisationskennlinie oder eine Öffnungsweite eines Brennstoffregelventils.

**[0011]** Unter "Sollverbrennungskenngröße" soll insbesondere eine skalare Kenngröße verstanden werden, welche die gewünschte Größe der Verbrennungskenngröße beschreibt. Nimmt die Verbrennungskenngröße den Wert der Sollverbrennungskenngröße an, weist die Verbrennung die vorgesehenen Eigenschaften auf, insbesondere bezüglich einer Schadstoffemission. Damit ist mit "Regeln des Heizsystems auf Basis der Sollverbrennungskenngröße" ein Betrieb des Heizsystems gemeint, bei dem die Betriebsparameter so eingestellt werden, dass die Verbrennungskenngröße weitgehend den Wert der Sollverbrennungskenngröße annimmt.

**[0012]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens nach dem Hauptanspruch möglich.

**[0013]** Wird das Heizsystem auf Basis einer Standard-

verbrennungskenngröße geregelt, falls kein Signalmaximum ermittelt wurde, hat das den Vorteil, dass das Heizsystem auch bei einem nicht ermittelbaren Signalmaximum funktionsfähig bleibt. Auf diese Weise wird die Zuverlässigkeit des Heizsystems sichergestellt.

**[0014]** Wird eine erste Fehlerreaktion ausgeführt, falls kein Signalmaximum ermittelt wird, so erhöht sich die Zuverlässigkeit des Verfahrens. Kann kein Signalmaximum ermittelt werden, befindet sich das Heizsystem in einem unvorteilhaften Betriebszustand welcher durch die erste Fehlerreaktion korrigiert wird bzw. auf welchen mit der erste Fehlerreaktion reagiert wird.

**[0015]** Wird die die Fluidzufuhränderung abhängig von einem Brennerleistungsparameter gewählt, ermöglicht das die präzise Anpassung der benötigten Änderung der Fluidzufuhrkenngröße um das Verbrennungskenngrößenmaximum mindestens zwei Mal anzunehmen. Auf diese Weise kann die benötigte Fluidzufuhränderung minimiert werden, so dass die benötigte Fluidmenge, bevorzugt Brennstoff, eingespart wird und so die Emissionen reduziert werden.

**[0016]** Wird in einem zusätzlichem Schritt eine vorübergehende zeitliche zusätzliche Fluidzufuhränderung erzeugt, wobei diese zusätzliche Fluidzufuhränderung der Fluidzufuhränderung entgegengesetzt ist, so hat das den Vorteil, dass die durch die Fluidzufuhränderung bedingte zusätzliche Heizleistung und die zusätzlichen Emissionen ausgeglichen werden. Im zeitlichen Mittel über die Fluidzufuhränderung und die zusätzliche Fluidzufuhränderung hat die Fluidzufuhrkenngröße den im Regelbetrieb vorgesehenen Wert.

**[0017]** Wird in einem zusätzlichen Schritt überprüft, ob die zeitliche Änderung der mindestens einen Verbrennungskenngröße eine Doppelpeakstruktur aufweist, hat das den Vorteil, dass zuverlässig verifiziert wird, ob das Signalmaximum dem Verbrennungskenngrößenmaximum entspricht. Dabei ist unter "Doppelpeakstruktur" ein zeitlicher Verlauf der Verbrennungskenngröße in einem mit der zeitlichen Änderung der Fluidzufuhrkenngröße korrelierten Zeitraum zu verstehen, welcher mindestens zwei Maxima, gegebenenfalls mit weitgehend gleicher Amplitude, aufweist.

**[0018]** Wird eine erste Fehlerreaktion ausgeführt, falls keine Doppelpeakstruktur erkannt wird, wird auf diese Weise das Verfahren robuster und sicherer. Auf diese Weise wird die Präzision und Zuverlässigkeit der Bestimmung der Sollverbrennungskenngröße verbessert.

**[0019]** Wenn festgestellt wird, dass die zeitliche Änderung der mindestens einen Verbrennungskenngröße keine Doppelpeakstruktur aufweist, wird die Fluidzufuhränderung in den nächsten Schritten vergrößert, um auf diese Weise die Detektion einer Doppelpeakstruktur im weiteren Verlauf des Verfahrens zu ermöglichen. Das macht das Verfahren zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses besonders robust und zuverlässig. Dabei sind unter "nächsten Schritten" danach folgende Schritte des Verfahrens zu verstehen, in denen eine Fluidzufuhränderung erzeugt wird. Insbesondere

sind unter "nächsten Schritte" Schritte zu verstehen, die zu einer nächsten Iteration des Verfahrens gehören.

**[0020]** Wird die Sollverbrennungskenngröße durch eine Produktbildung vom Signalmaximum mit einem Kalibrierungsfaktor ermittelt, so wird eine besonders einfache und zuverlässige Methode zur Bestimmung der Sollverbrennungskenngröße realisiert. Zusätzlich werden auf diese Weise alle relevanten Einflüsse auf die Verbrennung automatisch bei der Wahl der Sollverbrennungskenngröße mitberücksichtigt, welche einen Einfluss auf das Verbrennungskenngrößenmaximum haben. Das erspart die Notwendigkeit einer zusätzlichen Sensorik zur Berücksichtigung dieser Einflüsse.

**[0021]** Entspricht die Fluidzufuhrkenngröße einem Steuersignal zum Dosieren eines Brennstoffs und/oder der Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft, wird auf diese Weise keine Vermessung des Brennstoffs und oder der Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft bzw. eines Durchflusses dieser Fluide benötigt. Das vereinfacht das Verfahren und macht es robust gegenüber Fehlfunktionen.

**[0022]** Wird die mindestens eine Verbrennungskenngröße durch eine Ionisationsstrommessung an einer Flamme des Heizsystems bestimmt, ist das besonders vorteilhaft, da zwischen dem Ionisationsstrom an einer Flamme und dem Brennstoff-Luft-Verhältnis ein funktionaler Zusammenhang besteht, welcher besonders günstig auswertbar ist. Insbesondere weist der Ionisationsstrom ein Verbrennungskenngrößenmaximum auf, welches bei einem Brennstoff-Luft-Verhältnis von 1 liegt.

**[0023]** Das Verfahren wird weiter verbessert, wenn der Brennerleistungsparameter eine Gebläsedrehzahl ist oder von dieser abhängt und/oder ein Massenfluss einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft ist oder von diesem abhängt und/oder ein Volumenfluss einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft ist oder von diesem abhängt und/oder eine Laufzeit einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft ist oder von dieser abhängt. Die Gebläsedrehzahl lässt sich einfach und zuverlässig bestimmen und liefert eine gute Abschätzung der Brennerleistung. Ein Massenfluss und/oder ein Volumenfluss einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft erlauben eine besonders präzise Abschätzung der Brennerleistung. Eine Laufzeit einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft lässt sich besonders einfach und kostengünstig bestimmen.

**[0024]** Weist die zeitliche Fluidzufuhränderung eine zumindest weitgehend rechteckige Form auf, hat das den Vorteil, dass die zeitliche Änderung von der mindestens einen Verbrennungskenngröße besonders einfach detektiert werden kann. Auf diese Weise wird die Zuverlässigkeit des Verfahrens weiter gesteigert. Dabei ist unter "weitgehend rechteckige Form der Fluidzufuhränderung"

ein zeitlicher Verlauf der Fluidzufuhrkenngröße zu verstehen, bei dem die Fluidzufuhrkenngröße zunächst einen Normalwert aufweist. Anschließend wird die Fluidzufuhrkenngröße schnell auf einen weitgehend konstanten Maximalzufuhrwert erhöht. Danach wird die Fluidzufuhrkenngröße schnell auf den Normalwert gesenkt. Dieser zeitliche Verlauf der Fluidzufuhrkenngröße hat in guter Näherung die Form einer Rechteckfunktion. Ein solcher zeitlicher Verlauf der Fluidzufuhrkenngröße wird üblicherweise als Rechtecksignal bezeichnet.

**[0025]** Die Verwendung einer Steuereinheit für ein Heizsystem, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses in einem Heizsystem auszuführen, hat den Vorteil, dass durch das Betreiben des Heizsystems bei der richtigen Einstellung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses die Haltbarkeit des Heizsystems erhöht wird, Fehlfunktionen vermieden werden und somit die Sicherheit erhöht wird.

**[0026]** Ein Heizsystem mit einer erfindungsgemäßen Steuereinheit, mit einem Dosierer für einen Brennstoff und/oder für Verbrennungsluft und/oder für eine Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft, sowie mit einer Ionisationssonde an einer Flamme und mit einem Gebläse mit variierbarer Gebläsedrehzahl hat den Vorteil, dass im Betrieb des Heizsystems eine falsche Einstellung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses weitgehend verhindert wird. Auf diese Weise werden unvorhergesehene, starke Belastungen des Heizsystems durch beispielsweise zu hohe Brenntemperaturen und/oder zu hohe Gebläsedrehzahlen und/oder zu hohe Rußemissionen und/oder zu starke Vibrationen vermieden. Das ermöglicht eine kostengünstige Herstellung des Heizsystems. Zusätzlich wird auf der Brennstoffverbrauch gesenkt und die Lebensdauer des Heizsystems erhöht bzw. das Zeitintervall zwischen den erforderlichen Inspektionsintervallen gesenkt.

**[0027]** Weist das Heizsystem mindestens einen Dosierer für einen Brennstoff und/oder für Verbrennungsluft und/oder für eine Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft auf, ist damit eine zeitliche Änderung einer Fluidzufuhrkenngröße besonders einfach erzeugbar.

**[0028]** Dabei soll unter einem "Dosierer" insbesondere eine, insbesondere elektrische und/oder elektronische, Einheit, insbesondere Aktoreinheit, vorteilhaft Stelleinheit, verstanden werden, welche dazu vorgesehen ist, das zumindest eine Fluid, insbesondere den Verbrennungsluftstrom, den Brennstoffstrom und/oder den Gemischstrom, insbesondere aus der Verbrennungsluft und dem Brennstoff, zu beeinflussen. Insbesondere ist der zumindest eine Dosierer dazu vorgesehen, einen Volumenstrom und/oder einen Massenstrom, insbesondere der Verbrennungsluft und/oder des Brennstoffs, einzustellen, zu regulieren und/oder zu fördern. Der Dosierer für Verbrennungsluft kann dabei vorteilhaft als, insbesondere drehzahlvariabler, Ventilator und/oder vorzugsweise als, insbesondere drehzahlvariables, Gebläse

ausgebildet sein. Der Dosierer für Brennstoff kann vorteilhaft als, insbesondere durchsatzvariable, Brennstoffpumpe und/oder vorzugsweise als, insbesondere durchsatzvariables, Brennstoffventil ausgebildet sein. Insbesondere sind der Dosierer für Verbrennungsluft und/oder der Dosierer für Brennstoff dazu vorgesehen, eine Heizleistung der Heizgerätevorrichtung zu modulieren.

**[0029]** Weist das Heizsystem eine Ionisationssonde an der Flamme des Heizgeräts auf, ist damit ein besonders günstiger und zuverlässiger Sensor zur Messung einer Verbrennungskenngröße realisiert. Ionisationsdetektoren werden üblicherweise in Heizgeräten zur Flammendetektion eingesetzt.

**[0030]** Weist das Heizsystem ein Gebläse mit variierbarer Gebläsedrehzahl auf, kann auf diese Weise ein einfaches und robustes Mittel zur Einstellung und Bestimmung der Leistung des Heizgeräts realisiert werden.

Zeichnungen

**[0031]** In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Regeln und/oder Kalibrieren eines Heizsystems, der erfindungsgemäßen Steuereinheit und des erfindungsgemäßen Heizsystems dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Heizsystems mit der erfindungsgemäßen Steuereinheit,

Figur 2 das erfindungsgemäße Verfahren zum Regeln und/oder Kalibrieren eines Heizsystems,

Figur 3 eine schematische Darstellung einer Fluidzufuhränderung und

einer zeitlichen Änderung von einer Verbrennungskenngröße,

Figur 4 eine schematische Darstellung einer Abhängigkeit des Ionisationsstroms vom Brennstoff-Luft-Verhältnis,

Figur 5 schematische Darstellungen von Fluidzufuhränderungen und zeitlichen Änderungen von einer Verbrennungskenngröße bei unterschiedlichen Messungen und

Figuren 6 bis 8 Varianten des Verfahrens zum Regeln und/oder Kalibrieren eines Heizsystems.

## Beschreibung

**[0032]** In den verschiedenen Ausführungsvarianten erhalten gleiche Teile bzw. Schritte die gleichen Bezugszahlen.

**[0033]** 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.

**[0034]** Als wesentliche Komponenten befinden sich eine Wärmезelle 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.

**[0035]** Die Wärmезelle 16 weist einen Brenner 28, einen Wärmetauscher 30, ein Gebläse 32, ein Dosierer 34 sowie ein Zuluftsystem 36, ein Abgassystem 38 und, wenn die Wärmезelle 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 80 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.

**[0036]** 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.

**[0037]** In Figur 2 ist das erfindungsgemäße Verfahren 54 zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56 in einem Heizsystem 46 abgebildet. Im Ausführungsbeispiel wird in einem Schritt 58 eine zeitliche Fluidzufuhränderung 60 einer Fluidzufuhrkenngroße 62 erzeugt. Im Ausführungsbeispiel ist die Fluidzufuhrkenngroße 62 ein Steuersignal 64 an den Dosierer 34 (siehe Figur 3). Das Steuersignal 64 wird durch eine Angabe einer Stromstärke charakterisiert. Das Steuersignal 64 wird durch die Steuereinheit 18 an das Brennstoffventil 44 gesendet. In der Steuereinheit 18 ist ein Zusammenhang zwischen einem durch das Brennstoffventil 44 durchgelassenen Brennstofffluss und einem dafür nöti-

gen Steuersignal 64 hinterlegt.

**[0038]** Die Fluidzufuhränderung 60 im Ausführungsbeispiel ist in Figur 3 abgebildet. Die erste Abszissenachse 66 stellt eine Zeit dar. Auf der ersten Ordinatenachse 68 ist die Fluidzufuhrkenngroße 62 dargestellt. Die Fluidzufuhränderung 60 verläuft in einem weitgehend rechteckförmigen Puls. Zunächst hat das Steuersignal 64 einen weitgehend konstanten Normalzufuhrwert 70. Anschließend wird das Steuersignal 64 so schnell wie möglich auf einen Maximalzufuhrwert 72 erhöht. Danach wird das Steuersignal 64 so schnell wie möglich auf den Normalwert 70 gesenkt. Eine in Figur 3 abgebildete Pulshöhe 74 beträgt 65 mA. Eine in Figur 3 abgebildete Pulsbreite 76 beträgt 40 ms.

**[0039]** Im Ausführungsbeispiel wird die Fluidzufuhränderung 60 in Schritt 58 abhängig von einem Brennerleistungsparameter 78 gewählt. Der Brennerleistungsparameter 78 ist eine Gebläsedrehzahl 80 (siehe Figur 2). Die Gebläsedrehzahl 80 ist ein von der Steuereinheit 18 bestimmter Kennwert, welcher ein Gebläsesteuersignal bestimmt. Das Gebläsesteuersignal wird von der Steuereinheit 18 an das Gebläse 32 gesendet und bestimmt eine Drehzahl des Gebläses 32. Die Pulshöhe 74 wird im Ausführungsbeispiel abhängig von der Gebläsedrehzahl 80 gewählt. Die Pulshöhe 74 steigt linear mit der Gebläsedrehzahl 80 an. Zwischen einer minimalen Gebläsedrehzahl und einer maximalen Gebläsedrehzahl nimmt die Pulshöhe 74 Werte in einem Intervall zwischen 10 mA und 1000 mA an. Im regulären Betrieb des Heizsystems 46 nimmt die Pulshöhe 74 bevorzugt Werte zwischen 40 mA und 100 mA an. Die Pulsbreite 76 wird im Ausführungsbeispiel abhängig von der Gebläsedrehzahl 80 gewählt. Die Pulsbreite 76 steigt linear mit der Gebläsedrehzahl 80 an. Zwischen einer minimalen Gebläsedrehzahl und einer maximalen Gebläsedrehzahl nimmt die Pulsbreite 76 Werte in einem Intervall zwischen 1 ms und 2000 ms an. Im regulären Betrieb des Heizsystems 46 nimmt die Pulsbreite 76 Werte zwischen 10 ms und 200 ms an, bevorzugt 100 ms.

**[0040]** In einem folgenden Schritt 82 (siehe Figur 2) wird versucht, ein Signalmaximum 84 einer mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung 60 korrelierten zeitlichen Änderung von einer Verbrennungskenngröße 86 zu ermitteln. Die Verbrennungskenngröße 86 ist im Ausführungsbeispiel ein Ionisationsstrom 88 (siehe Figur 3). Der Ionisationsstrom 88 wird von der Ionisationssonde 42 an der Flamme 40 ermittelt und an die Steuereinheit 18 übermittelt. Nach der Fluidzufuhränderung 60 weist der zeitliche Verlauf des Ionisationsstroms 88 das Signalmaximum 84 auf. Im Ausführungsbeispiel wird das Signalmaximum 84 vom Ionisationsstrom 88 zwei Mal angenommen.

**[0041]** Das Signalmaximum 84 wird im Ausführungsbeispiel ermittelt, indem von der Steuereinheit 18 überprüft wird, ob der Ionisationsstrom 88 stärker als ein Signalrauschen über den Ionisationsstromnormalwert 90 hinaus ansteigt. Der Ionisationsstromnormalwert 90 wird im Ausführungsbeispiel bestimmt, in dem der über die

Zeitdauer der Pulsbreite 76 gemessene, mittlere Ionisationsstrom 88 ermittelt wird. In alternativen Varianten wird der Ionisationsstromnormalwert 90 bestimmt, in der der mittlere Ionisationsstrom 88 zwischen der Fluidzufuhränderung 60 und der mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung 60 korrelierten zeitlichen Änderung der mindestens einen Verbrennungskenngröße 86 ermittelt wird. In weiteren Varianten wird ein Wert des Ionisationsstrom 88, welcher vor der mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung 60 korrelierten zeitlichen Änderung der mindestens einen Verbrennungskenngröße 86 aufgenommen wurde, beispielsweise zu Beginn der Fluidzufuhränderung 60, als Ionisationsstromnormalwert 90 verwendet.

**[0042]** Das Signalmaximum 84 wird vom Ionisationsstrom 88 zwei Mal angenommen. Das Signalmaximum 84 entspricht einem Verbrennungskenngrößenmaximum 92. Der Grund dafür ist die Ausgestaltung der Fluidzufuhränderung 60 und der Zusammenhang zwischen dem Ionisationsstrom 88 und dem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56. Das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 berechnet sich aus einer Luftmenge geteilt durch eine Brennstoffmenge in einer Mischung aus dem Brennstoff und der Verbrennungsluft, welche dem Brenner 28 zugeführt wird. Figur 4 illustriert den Zusammenhang zwischen dem Ionisationsstrom 88 und dem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 bei einer konstanten Gebläsedrehzahl 80. Auf der ersten Ordinatenachse 68 ist der Ionisationsstrom 88 aufgetragen. Auf einer zweiten Abszissenachse 94 ist das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 dargestellt. Auf dem Graphen des Ionisationsstroms 88 sind unterschiedliche Messungen 96, 98, 100, 102 und 104 markiert. Diese Messungen weisen jeweils die gleiche Gebläsedrehzahl 80 und jeweils unterschiedliche Brennstoff-Luft-Verhältnisse 56 auf. Die einzelnen Messungen werden später diskutiert. Der Verlauf des Ionisationsstroms 88 weist ein Verbrennungskenngrößenmaximum 92 bei einem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 von 1 auf (Messung 98). Bei einer Vergrößerung oder Verkleinerung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56 ausgehend vom Verbrennungskenngrößenmaximum 92 nimmt der Ionisationsstrom 88 ab. Bevorzugt wird das Heizsystem 46 mit einem Luftüberschuss betrieben, also mit einem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 größer als 1. Besonders bevorzugt wird das Heizsystem 46 mit einem Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 zwischen 1.2 und 1.4, bevorzugt 1.3 (Messung 102) betrieben. Das Verfahren 54 stellt sicher, dass das Heizsystem 46 mit einem vorgegebenen Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 betrieben wird.

**[0043]** Aufgrund der Fluidzufuhränderung 60 wird kurzzeitig das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 gesenkt. Ist das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 größer als 1, wird das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 durch die Erhöhung der Fluidzufuhrkenngröße 62 auf den Maximalzufuhrwert 72 auf einen Wert kleiner als 1 gesenkt. Die anschließende Absenkung der Fluidzufuhrkenngröße 62 auf den Normalwert 70 bewirkt ein Ansteigen des Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56 auf den ursprünglichen Wert größer als

1. Auf diese Weise nimmt infolge der Fluidzufuhränderung 60 das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 zwei Mal den Wert 1 an. Der Ionisationsstrom 88 nimmt zweimal das Verbrennungskenngrößenmaximum 92 an. Der Ionisationsstrom 88 weist zwei lokale Maxima auf, was eine Doppelpeakstruktur 106 darstellt (siehe Figur 3).

**[0044]** Im Ausführungsbeispiel wird die Absenkung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses 56 auf einen Wert kleiner 1 sichergestellt, in dem für jeden Brennerleistungsparameter 78 durch Labortests eine ausreichend große Fluidzufuhränderung 60 ausgewählt ist, so dass infolge dieser Fluidzufuhränderung 60 in allen Betriebszuständen und unter weitgehend allen Umweltbedingungen stets das Brennstoff-Luft-Verhältnisse 56 unterhalb von 1 gesenkt wird, insbesondere bei einem vorliegenden Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 größer 1, insbesondere bei einem vorliegenden Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 größer 1.3. Dazu sind die Zusammenhänge zwischen der benötigten Pulshöhe 74 bzw. der benötigten Pulsbreite 76 abhängig von der Gebläsedrehzahl 80 in der Steuereinheit 18 gespeichert.

**[0045]** Im Ausführungsbeispiel wird das Signalmaximum 84 durch die Steuereinheit 18 ermittelt, indem der maximale Ionisationsstrom 88 in einem mit der zeitlichen Änderung des Ionisationsstroms 88 korrelierten Zeitraums ermittelt wird. Der mit der zeitlichen Änderung des Ionisationsstroms 88 korrelierte Zeitraum wird dadurch festgelegt, dass dieser mit einer ersten Abweichung des Ionisationsstroms 88 vom Ionisationsstromnormalwert 90 über ein Signalrauschen hinaus beginnt und mit einer Rückkehr des Ionisationsstroms 88 zum Ionisationsstromnormalwert 90 innerhalb der Grenzen des Signalrauschens endet. Ist ein mit der zeitlichen Änderung des Ionisationsstroms 88 korrelierter Zeitraum innerhalb einer Ermittlungszeit nicht ermittelbar, kann kein Signalmaximum 84 ermittelt werden. Die Ermittlungszeit hat die Länge einer in der Steuereinheit 18 hinterlegten Zeitschwelle. Die Ermittlungszeit beginnt mit der Fluidzufuhränderung 60. In alternativen Ausführungsformen beginnt die Ermittlungszeit mit dem Ende der Fluidzufuhränderung 60 oder mit dem Ende einer Zeitverzögerung nach der Fluidzufuhränderung 60. Die Zeitverzögerung berücksichtigt eine Fließdauer des Fluids vom Dosierer 34 bis zum Brenner 28. Im Ausführungsbeispiel beträgt die Zeitschwelle 2 Sekunden. In Varianten wird eine Zeitschwelle zwischen 1 Sekunde und 5 Sekunden gewählt. In alternativen Ausführungsformen wird das Signalmaximum 84 bestimmt, in denen die Steuereinheit 18 die beiden Maxima der Doppelpeakstruktur 106 identifiziert. Das Signalmaximum 84 ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel aus den beiden Maxima der Doppelpeakstruktur 106. In weiteren Ausführungsformen wird das Signalmaximum 84 bestimmt, in dem der Ionisationsstrom 88 über die Ermittlungszeit gemessen wird. Nimmt der Ionisationsstrom 88 über die Ermittlungszeit einen Wert größer als der Ionisationsstromnormalwert 90 über ein Signalrauschen hinaus an, wird der über die Ermittlungszeit größte Wert des Ionisationsstroms 88 als

Signalmaximum 84 gewählt. Nimmt der Ionisationsstrom 88 über die Ermittlungszeit keinen Wert größer als der Ionisationsstromnormalwert 90 über ein Signalrauschen hinaus an, kann kein Signalmaximum 84 ermittelt werden.

**[0046]** In einem weiteren Schritt 108 wird eine Sollverbrennungskenngröße 110 basierend auf dem Signalmaximum 84 bestimmt, falls ein Signalmaximum 84 im Schritt 82 ermittelt wurde (Pfad A in Figur 2). Im Ausführungsbeispiel wird die Sollverbrennungskenngröße 110 als das Produkt aus dem Signalmaximum 84 und einem Kalibrierungsfaktor 112 ermittelt. Der Kalibrierungsfaktor 112 ist ein in der Steuereinheit 18 hinterlegter Wert zwischen 0 und 1. Im Ausführungsbeispiel beträgt der Kalibrierungsfaktor 112 0.75. In alternativen Varianten nimmt der Kalibrierungsfaktor 112 Werte zwischen 0.6 und 0.9 an. In besonderen Ausführungen ist der Kalibrierungsfaktor 112 abhängig vom Brennerleistungsparameter 78.

**[0047]** In einem weiteren Schritt 114 wird das Heizsystem 46 auf Basis der in Schritt 108 ermittelten Sollverbrennungskenngröße 110 geregelt, falls ein Signalmaximum 84 im Schritt 82 ermittelt wurde. Dazu wird die Sollverbrennungskenngröße 110 im Datenspeicher 48 der Steuereinheit 18 gespeichert. Mit der in Schritt 108 ermittelten Sollverbrennungskenngröße 110 wird eine in der Steuereinheit 18 hinterlegte Flammenionisationskennlinie aktualisiert. Die Flammenionisationskennlinie beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Brennerleistungsparameter 78 und der Sollverbrennungskenngröße 110. Zu einem vorgegebenen Brennerleistungsparameter 78 wird durch die Steuereinheit 18 mithilfe der Flammenionisationskennlinie die Sollverbrennungskenngröße 110 zugeordnet. Die Flammenionisationskennlinie wird empirisch ermittelt und ist in der Steuereinheit 18 abgelegt. Im Ausführungsbeispiel wird die Flammenionisationskennlinie durch das Verfahren 54 aktualisiert, falls das notwendig ist.

**[0048]** In alternativen Ausführungsformen wird das Heizsystem 46 ohne Verwendung einer Flammenionisationskennlinie geregelt. Die Regelung des Heizsystems 46 basiert alleine auf der in Schritt 108 ermittelten Sollverbrennungskenngröße 110.

**[0049]** Der Normalwert 70 des Steuersignals 64 wird im Ausführungsbeispiel durch die Steuereinheit 18 so gewählt bzw. an das Brennstoffventil 44 übermittelt, dass der Ionisationsstrom 88 den Wert der Sollverbrennungskenngröße 110 annimmt. Dazu wird im Ausführungsbeispiel ein geschlossener Regelkreis verwendet, wobei der Ionisationsstrom 88 eine Regelgröße, das Steuersignal 64 eine Stellgröße und die Sollverbrennungskenngröße 110 eine Führungsgröße ist. Auf diese Weise wird das vorgesehene Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 erreicht. In Varianten des Verfahrens sind in der Steuereinheit 18 für unterschiedliche gewünschte Brennstoff-Luft-Verhältnisse 56 unterschiedliche Flammenionisationskennlinien gespeichert.

**[0050]** Kann in Schritt 82 kein Signalmaximum 84 ermittelt werden, wird das Verfahren auf dem Pfad B fort-

gesetzt. In diesem Fall wird eine erste Fehlerreaktion 116 und ein Schritt 115 ausgeführt. Bei der ersten Fehlerreaktion 116 wird eine in der Steuereinheit 18 gespeicherte erste Fehlerzählvariable um 1 erhöht. Überschreitet die erste Fehlerzählvariable einen Maximalwert, so wird das Verfahren 54 beendet, das Heizsystem 46 heruntergefahren und eine Fehlermeldung ausgegeben. Im Ausführungsbeispiel hat der Maximalwert den Wert 7. In alternativen Ausführungen nimmt der Maximalwert Werte zwischen 1 und 10 an. Wird in Schritt 82 ein Signalmaximum 84 ermittelt, wird die Fehlerzählvariable um 1 erniedrigt, falls ihr Wert größer als 0 ist. In Varianten wird die erste Fehlerzählvariable auf den Wert 0 gesetzt, falls in Schritt 82 ein Signalmaximum 84 ermittelt wird. In Schritt 115 wird das Heizsystem 46 auf Basis von einer Standardverbrennungskenngröße 117 geregelt. Die Standardverbrennungskenngröße 117 wird auf Basis des Brennerleistungsparameters 78 aus der in der Steuereinheit 18 hinterlegten Flammenionisationskennlinie bestimmt. In alternativen Varianten kann die Position der Schritte 116 und 115 getauscht werden.

**[0051]** Figur 5 illustriert den Ablauf des Verfahrens 54 bei den unterschiedlichen Messungen 96, 98, 100, 102 und 104 mit jeweils unterschiedlichen Brennstoff-Luft-Verhältnissen 56 (siehe Figur 4). Auf den ersten Abszissenachsen 66 ist für jede Messung jeweils eine gleiche Zeit dargestellt. Die zweiten Ordinatenachsen 118 stellen jeweils die Fluidzufuhrkenngröße 62 dar. Die dritten Ordinatenachsen 120 bilden jeweils den Ionisationsstrom 88 ab. Bei der Messung 102 beträgt das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 den vorgesehenen Wert 1.3. Die durch das Verfahren 54 ermittelte Sollverbrennungskenngröße 110 gleicht der durch die Steuereinheit 18 bereits verwendeten Sollverbrennungskenngröße 110. Die Fluidzufuhrkenngröße 62 und der Ionisationsstrom 88 werden daher nicht verändert.

**[0052]** Bei der Messung 104 beträgt das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 1.45. Die in der Steuereinheit 18 hinterlegte Sollverbrennungskenngröße 110 ist zu niedrig. Zum Vergleich ist ein Vergleichsionisationsstrom 122 als gestrichelte Linie in der Figur 5 eingezeichnet, welcher dem Verlauf des Ionisationsstroms 88 aus der Messung 102 entspricht. Die durch das Verfahren 54 neu bestimmte Sollverbrennungskenngröße 110 ist größer als der Ionisationsstromnormalwert 90. Im Schritt 114 wird das Steuersignal 64 vergrößert, so dass sich das Brennstoffventil 44 weiter öffnet. Der Ionisationsstromnormalwert 90 steigt an. Bei der Messung 100 beträgt das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 1.15. Die durch das Verfahren 54 neu bestimmte Sollverbrennungskenngröße 110 ist kleiner als der Ionisationsstromnormalwert 90. Im Schritt 114 wird das Steuersignal 64 verkleinert, sodass sich das Brennstoffventil 44 seinen Durchlass verkleinert.

**[0053]** Bei der Messung 98 hat das Brennstoff-Luft-Verhältnisse 56 den Wert 1. Infolge der Fluidzufuhränderung 60 sinkt der Ionisationsstrom 88. Das Verfahren 54 kann kein Signalmaximum 84 feststellen. Die erste Fehlerreaktion 116 wird ausgeführt. Das Heizsystem 46

wird heruntergefahren. Bei der Messung 96 hat das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 den Wert 0.85. Die Fluidzufuhränderung 60 bewirkt ein Absinken des Ionisationsstroms 88. Damit kann kein Signalmaximum 84 festgestellt werden und es wird die Fehlerreaktion erste 116 ausgeführt, das Heizsystem 46 wird heruntergefahren.

**[0054]** In alternativen Ausführungsformen wird im Schritt 82 zusätzlich ein Signalminimum ermittelt. Dieses wird analog zur Ermittlung des Signalmaximums 84 über eine hinreichend stark vom Signalauschen unterscheidbare Absenkung des Ionisationsstroms 88 festgestellt. Ist das Signalminimum groß genug bzw. unterschreitet der Abstand des Signalminimums zum Ionisationsstromnormalwert 90 einen in der Steuereinheit 18 hinterlegten Maximalabweichungswert, so wird das Signalmaximum 84 auf den Wert des Ionisationsstromnormalwerts 90 gesetzt. Ist der Abstand des Signalminimums zum Ionisationsstromnormalwert 90 klein genug, entspricht der Ionisationsstromnormalwert 90 weitestgehend dem Verbrennungskenngrößenmaximum 92.

**[0055]** Das Verfahren 54 wird im Ausführungsbeispiel periodisch wiederholt. Figur 5 zeigt in den Messungen 100, 102 und 104 eine der Änderung des Ionisationsstroms 88 folgende Fluidzufuhränderung 60, welche zu einer nächsten Iteration des Verfahrens 54 gehört. Ein Zeitabstand zwischen den Iterationen des Verfahrens 54 wird abhängig vom Betriebszustand des Heizsystems 46 und von den äußeren Bedingungen gewählt. Im Ausführungsbeispiel beträgt der Zeitabstand zwischen 1 Sekunde und 20 Sekunden, bevorzugt 2 Sekunden.

**[0056]** Im Ausführungsbeispiel wird die Fluidzufuhränderung 60 abhängig von der Gebläsedrehzahl 80 gewählt. Die Pulshöhe 74 und die Pulsbreite 76 hängen jeweils linear von der Gebläsedrehzahl 80 ab. In alternativen Ausführungen ist in der Steuereinheit 18 eine Fluidzufuhränderungskennlinie abgespeichert, welche dem Brennerleistungsparameter 78 eine Fluidzufuhränderung 60 zuordnet. Die Fluidzufuhränderungskennlinie ist zumindest auf Intervallen des Parameterbereichs des Brennerleistungsparameters 78 definiert. Die Fluidzufuhränderungskennlinie ist durch Labortests ermittelt und so gewählt, dass durch die anhand der Fluidzufuhränderungskennlinie gewählte Fluidzufuhränderung 60 in allen Betriebszuständen und unter weitgehend allen Umweltbedingungen stets das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 unterhalb von 1 gesenkt wird, insbesondere bei einem vorliegenden Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 größer als 1, insbesondere bei einem vorliegenden Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 größer als 1.3.

**[0057]** In alternativen Ausführungsformen wird in einem zusätzlichen Schritt 124 eine zusätzliche Fluidzufuhränderung 126 erzeugt. Die zusätzliche Fluidzufuhränderung 126 ist der Fluidzufuhränderung 60 weitgehend entgegengesetzt. Auf diese Weise entspricht die mittlere Fluidzufuhrkenngröße 62 über einen Zeitraum, welcher die Fluidzufuhränderung 60 und die zusätzliche Fluidzufuhränderung 126 umfasst weitgehend dem Normalzufuhrwert 72. In bevorzugten Ausführungsformen

gleichet der Graph des zeitlichen Verlaufes der Fluidzufuhrkenngröße 62 der zusätzlichen Fluidzufuhränderung 126 weitgehend dem am Normalzufuhrwert 72 gespiegelten und zeitlich verschobenen Graphen des zeitlichen Verlaufes der Fluidzufuhrkenngröße 62 der Fluidzufuhränderung 60. Wird beispielsweise die Fluidzufuhränderung 60 durch einen weitgehend rechteckigen Puls mit einer bestimmten positiven Pulshöhe 74 und einer bestimmten Pulsbreite 76 realisiert, so wird die zusätzliche Fluidzufuhränderung 126 durch einen weitgehend rechteckigen Puls mit einer weitgehend gleichen Pulsbreite 76 und einer zusätzlichen Pulshöhe umgesetzt, welche vom Betrag der Pulshöhe 74 des ersten weitgehend rechteckigen Pulses der Fluidzufuhränderung 60 weitgehend entspricht und negativ ist. Dabei kann der Schritt 124 an einer beliebigen Stelle im Verfahren 54 ausgeführt werden. In Figur 6 ist eine Variante abgebildet, bei welcher der Schritt 124 nach dem Schritt 82 ausgeführt wird. In bevorzugten Ausführungsformen ist der Schritt 124 so positioniert, dass die zusätzliche Fluidzufuhränderung 126 die mit der Fluidzufuhränderung 60 korrelieren Änderung der Verbrennungskenngröße 86 nicht beeinflusst. Bevorzugt wird Schritt 124 nach dem Schritt 58 ausgeführt, besonders bevorzugt nach dem Schritt 82.

**[0058]** In Varianten des Verfahrens 54 wird in einem zusätzlichen Schritt 128 überprüft, ob die zeitliche Änderung der mindestens einen Verbrennungskenngröße 86 eine Doppelpeakstruktur 106 aufweist. Der Schritt 128 wird bevorzugt nach dem Schritt 58 und bevorzugt vor dem Schritt 108 durchgeführt. Figur 7 zeigt eine Variante, in welcher auf dem Pfad A nach dem Schritt 82 der Schritt 128 ausgeführt wird. Wird im Schritt 128 festgestellt, dass eine Doppelpeakstruktur 106 vorliegt, so wird das Verfahren auf dem Pfad C mit dem Schritt 108 fortgesetzt. Liegt keine Doppelpeakstruktur 106 vor, wird das Verfahren auf dem Pfad D fortgesetzt und die erste Fehlerreaktion 116 ausgeführt. Das Heizsystem 46 wird in Schritt 115 basierend auf der Standardverbrennungskenngröße 117 geregelt. Dabei wird im Schritt 128 der in der Steuereinheit 18 gespeicherte zeitliche Verlauf der Änderung der Verbrennungskenngröße 86 infolge der Fluidzufuhränderung 60 auf die Existenz von mindestens zwei lokalen Maxima untersucht. In alternativen Varianten wird der Schritt 128 vor dem Schritt 82 ausgeführt.

**[0059]** In besonderen Varianten wird eine zweite Fehlerreaktion 130 durchgeführt, falls keine Doppelpeakstruktur 106 vorliegt. Bei der zweiten Fehlerreaktion 130 wird eine zweite Fehlerzählvariable 132 um 1 erhöht (siehe Figur 8).

**[0060]** In bevorzugten Varianten, in denen die zweite Fehlerreaktion 130 durchgeführt wird, wird, falls die zweite Fehlerzählvariable 132 um eins erhöht wurde, bei der nächsten Iteration des Verfahrens 54 im Schritt 58 die Fluidzufuhränderung 60 vergrößert. Dabei ist die Fluidzufuhränderung 60 durch eine maximale, von dem Brennerleistungsparameter 78 abhängige Fluidzufuhränderung, welche in der Steuereinheit 18 hinterlegt ist, nach oben begrenzt. Auf diese Weise lässt sich eine nicht aus-

reichende Fluidzufuhränderung 60 korrigieren. Ist die Fluidzufuhränderung 60 nicht ausreichend, wird das Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 nicht unter den Wert 1 gesenkt. Figur 8 zeigt eine Variante, in welcher auf dem Pfad die nach der ersten Fehlerreaktion 116 die zweite Fehlerreaktion 130 ausgeführt wird. Die zweite Fehlerzählvariable 132 beeinflusst die Auswahl der Fluidzufuhränderung 60, welche in Schritt 58 der folgenden Iteration des Verfahrens 54 getroffen wird. Dabei kann in alternativen Ausführungsformen die Reihenfolge der Schritte 116, 130 und 115 auf dem Pfad D beliebig verändert werden.

**[0061]** Im Ausführungsbeispiel wird die Sollverbrennungskenngröße 110 durch eine Produktbildung vom Signalmaximum 84 mit dem Kalibrierungsfaktor 112 ermittelt. In alternativen Varianten hängt der Kalibrierungsfaktor 112 vom Betriebszustand des Heizsystems 46 ab. In bevorzugten Varianten hängt der Kalibrierungsfaktor 112 vom Brennerleistungsparameter 78 ab. In weiteren Varianten ist in der Steuereinheit 18 eine Sollverbrennungskenngrößenkennlinie hinterlegt. Mithilfe der Sollverbrennungskenngrößenkennlinie wird dem Signalmaximum 84 die Sollverbrennungskenngröße 110 zugeordnet. Die Sollverbrennungskenngrößenkennlinie ist vom Betriebszustand des Heizsystems 46 abhängig. Insbesondere hängt die Sollverbrennungskenngrößenkennlinie vom gewünschten Brennstoff-Luft-Verhältnis 56 und/oder vom Brennerleistungsparameter 78 ab.

**[0062]** Im Ausführungsbeispiel ist die Fluidzufuhrkenngröße 62 ein Steuersignal 64 an das Brennstoffventil 44. In alternativen Ausführungsformen ist die Fluidzufuhrkenngröße 62 ein vom Steuersignal 64 ableitbarer skalarer Wert. In weiteren Ausführungen ist die Fluidzufuhrkenngröße 62 eine Öffnungsweitenwahl des Brennstoffventils 44. Anhand der Öffnungsweitenwahl wird von der Steuereinheit 18 ein Steuersignal 64 an das Brennstoffventil 44 ermittelt und übermittelt. In weiteren Varianten entspricht die Fluidzufuhrkenngröße 62 einem Steuersignal 64 zum Dosieren einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und einer Verbrennungsluft. Dabei enthält das durch die Steuereinheit 18 gesendete Steuersignal 64 mindestens einem Steuerbefehl an mindestens einen Dosierer 34. 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 62 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 ein Dosierungswert ist eine gemessene Öffnungsweite des Brennstoffventils 44 und/oder ein gemessener Brennstofffluss.

**[0063]** Im Ausführungsbeispiel ist die Verbrennungskenngröße 86 ein Ionisationsstrom 88. Der Ionisationsstrom 88 wird durch eine Ionisationsstrommessung an einer Flamme 40 des Heizsystems 46 bestimmt. Der lo-

nisationsstrom 88 wird durch die Ionisationssonde 42 ermittelt und an die Steuereinheit 18 übermittelt. In weiteren Ausführungsformen ist die Verbrennungskenngröße 86 eine Lichtintensität, ein Spektrum, ein Lambda-Wert, ein Schadstoffausstoß und/oder eine Temperatur. Dabei wird die Lichtintensität und/oder das Spektrum an der Flamme 40 durch mindestens eine Fotodiode ermittelt. Der Lambda-Wert wird mit einer Lambda-Sonde in einem Abgas gemessen. Das Abgassystem 38 weist die Lambda-Sonde auf. Der Schadstoffausstoß wird durch eine Sensorvorrichtung ermittelt, welche sich an der Flamme 40 und/oder im Abgassystem 38 befindet. Die Temperatur wird durch ein Kontaktthermometer und/oder ein berührungslos arbeitendes Thermometer, insbesondere ein Pyrometer bestimmt. Dabei kann sich das Thermometer im Abgassystem 38 befinden und/oder die Flamme 40 vermessen.

**[0064]** Im Ausführungsbeispiel ist der Brennerleistungsparameter 78 die Gebläsedrehzahl 80. Die Gebläsedrehzahl 80 ist ein von der Steuereinheit 18 bestimmter Kennwert, welcher ein Gebläsesteuersignal bestimmt. In alternativen Ausführungsformen ist der Brennerleistungsparameter 78 eine gemessene Gebläsedrehzahl und/oder eine Temperatur und/oder eine Luftdurchflussmenge und/oder eine Durchflussmenge des Luft-Brennstoff-Gemisches. Dabei kann die Luftdurchflussmenge bzw. die Durchflussmenge des Luft-Brennstoff-Gemisches als ein Volumenfluss oder als ein Massenfluss bestimmt werden. In weiteren Ausführungsformen ist der Brennerleistungsparameter 78 eine Laufzeit einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft. In besonderen Varianten wird eine Laufzeit als Zeitdifferenz zwischen der Fluidzufuhränderung 60 und der mit der Fluidzufuhränderung 60 korrelierten zeitlichen Änderung der Verbrennungskenngröße 86 bestimmt. Die Laufzeit entspricht der Zeit, welche die Mischung aus Brennstoff und Verbrennungsluft benötigt, um von dem Brennstoffventil 44 zur Ionisationssonde 42 zu gelangen. Die Laufzeit ist ein Maß für die Durchflussmenge des Luft-Brennstoff-Gemisches. Diese Parameter können auch in Kombination eingesetzt werden. Dabei kann die Temperatur im Abgassystem 38 und/oder von der Flamme 40 bestimmt werden.

**[0065]** Im Ausführungsbeispiel hat die Fluidzufuhränderung 60 eine weitgehend rechteckige Form. In alternativen Ausführungsformen hat die Fluidzufuhränderung 60 weitgehend die Form einer Rampe und/oder weitgehend eine Dreiecksform und/oder weitgehend die Form eines Sinus und/oder weitgehend die Form einer Gaußkurve. Im Ausführungsbeispiel wird die Fluidzufuhränderung 60 abhängig vom Brennerleistungsparameter 78 gewählt. Die Pulshöhe 74 und Pulsbreite 76 hängen jeweils linear von der Gebläsedrehzahl 80 ab. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass das Heizsystem 46 durch die Fluidzufuhränderung 60 nicht zu stark in seinem Regelbetrieb gestört wird. In alternativen Ausführungen weist die Fluidzufuhränderung 60 einen funktionalen Zu-

sammenhang zum Brennerleistungsparameter 78 auf. Der funktionale Zusammenhang ist so gewählt, dass eine gute Detektion des Signalmaximums 84 unter der Berücksichtigung der technischen Eigenschaften des Heizsystems 46 möglich ist. Treten beispielsweise bei bestimmten Gebläsedrehzahlen 80 Resonanzen auf, welche das Signalrauschen des Ionisationsstroms 88 vergrößern, so wird bei diesen Gebläsedrehzahlen 80 die Fluidzufuhränderung 60 erhöht.

### Patentansprüche

1. Verfahren (54) zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46), welches die folgenden Schritte umfasst:

- Erzeugen einer vorübergehenden, zeitlichen Fluidzufuhränderung (60) einer Fluidzufuhrkenngröße (62),
- Versuch, ein Signalmaximum (84) einer mit der zeitlichen Fluidzufuhränderung (60) korrelierten zeitlichen Änderung von mindestens einer Verbrennungskenngröße (86) zu ermitteln,
- Ermitteln einer Sollverbrennungskenngröße (110) auf Basis des Signalmaximums (84), falls ein Signalmaximum (84) ermittelt wurde,
- Regeln des Heizsystems (46) auf Basis der Sollverbrennungskenngröße (110), falls ein Signalmaximum (84) ermittelt wurde,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidzufuhränderung (60) so gewählt ist, dass bei der zeitlichen Änderung von der mindestens einen Verbrennungskenngröße (86) ein Verbrennungskenngrößenmaximum (92) mindestens zwei Mal angenommen wird.

2. Verfahren (54) zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem zusätzlichen Schritt das Heizsystem (46) auf Basis einer Standardverbrennungskenngröße (117) geregelt wird, falls kein Signalmaximum (84) ermittelt wurde.

3. Verfahren (54) zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Fehlerreaktion (116) ausgeführt wird, falls kein Signalmaximum (84) ermittelt wurde.

4. Verfahren (54) zur Einstellung und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidzufuhränderung (60) abhängig von einem Bren-

nerleistungsparameter (78) gewählt wird.

5. Verfahren (54) zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem zusätzlichen Schritt, eine vorübergehende zeitliche zusätzliche Fluidzufuhränderung (126) erzeugt wird, wobei diese zusätzliche Fluidzufuhränderung (126) der Fluidzufuhränderung (60) weitgehend entgegengesetzt ist.

6. Verfahren (54) zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem zusätzlichen Schritt überprüft wird, ob die zeitliche Änderung der mindestens einen Verbrennungskenngröße (86) eine Doppelpeakstruktur (106) aufweist.

7. Verfahren (54) zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Fehlerreaktion (116) ausgeführt wird, falls keine Doppelpeakstruktur  $[[m1]]$   $[[Mic2]]$  (106) erkannt wird.

8. Verfahren (54) zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn festgestellt wird, dass die zeitliche Änderung der mindestens einen Verbrennungskenngröße (86) keine Doppelpeakstruktur (106) aufweist, die Fluidzufuhränderung (60) in den nächsten Schritten vergrößert wird.

9. Verfahren (54) zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollverbrennungskenngröße (110) durch eine Produktbildung vom Signalmaximum (84) mit einem Kalibrierungsfaktor (112) ermittelt wird.

10. Verfahren (54) zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidzufuhrkenngröße (62) einem Steuersignal (64) zum Dosieren eines Brennstoffs und/oder der Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft entspricht.

11. Verfahren (54) zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die min-

destens eine Verbrennungskenngröße (86) durch eine Ionisationsstrommessung an einer Flamme (40) des Heizsystems (46) bestimmt wird.

12. Verfahren (54) zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennerleistungsparameter (78) eine Gebläsedrehzahl (80) ist oder von dieser abhängt und/oder ein Massenfluss einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft ist oder von diesem abhängt und/oder ein Volumenfluss einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft ist oder von diesem abhängt und/oder einer Laufzeit einer Verbrennungsluft und/oder einer Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft ist oder von dieser abhängt.
13. Verfahren (54) zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**, dass die zeitliche Fluidzufuhränderung (60) eine zumindest weitgehend rechteckige Form aufweist.
14. Steuereinheit (18) für ein Heizsystem (46), wobei die Steuereinheit (18) dazu eingerichtet ist, dass ein Verfahren (54) zur Kontrolle und Regelung eines Brennstoff-Luft-Verhältnisses (56) in einem Heizsystem (46) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführbar ist.
15. Heizsystem (46) mit einer Steuereinheit (18) nach Anspruch 13, mit einem Dosierer (34) für einen Brennstoff und/oder für Verbrennungsluft und/oder für eine Mischung aus einem Brennstoff und Verbrennungsluft, sowie mit einer Ionisationssonde (42) an einer Flamme (40) und mit einem Gebläse (32) mit variierbarer Gebläsedrehzahl (80).

45

50

55

Fig. 1

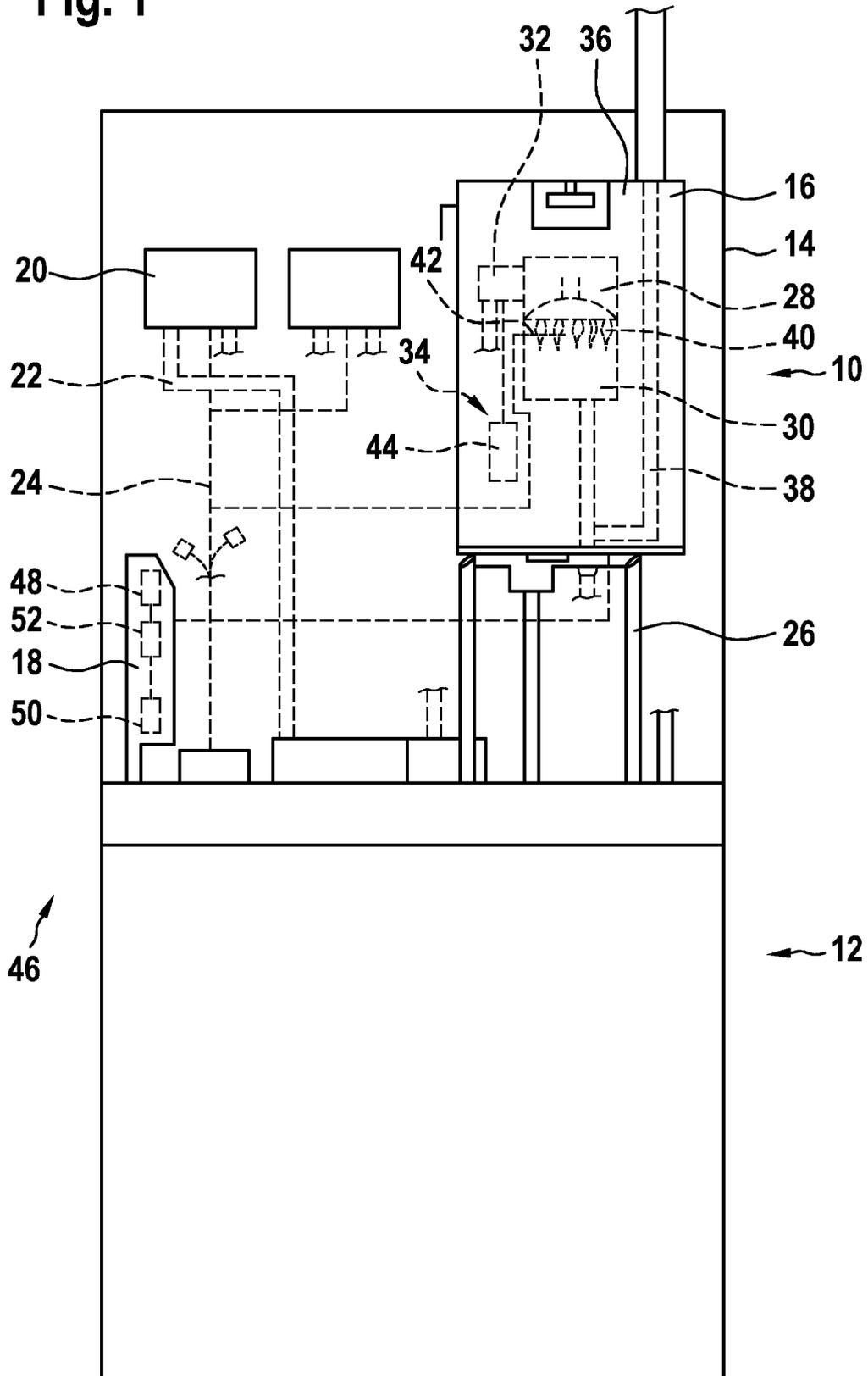
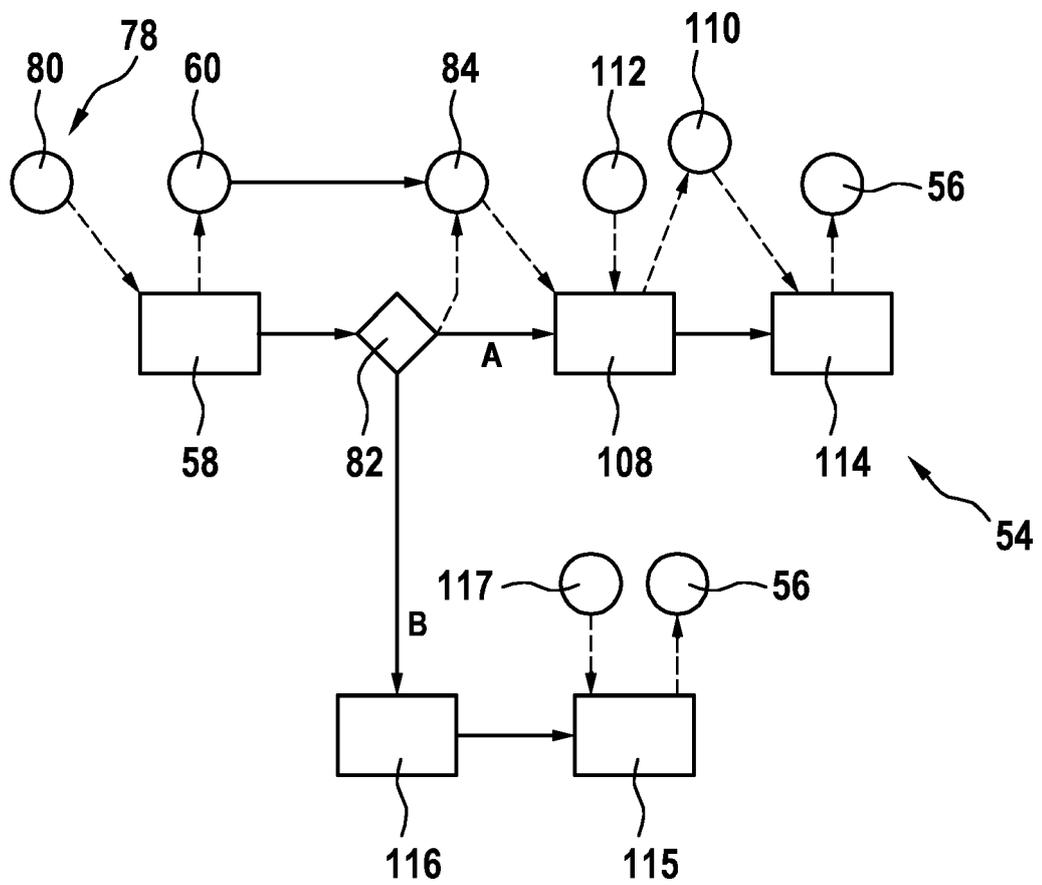
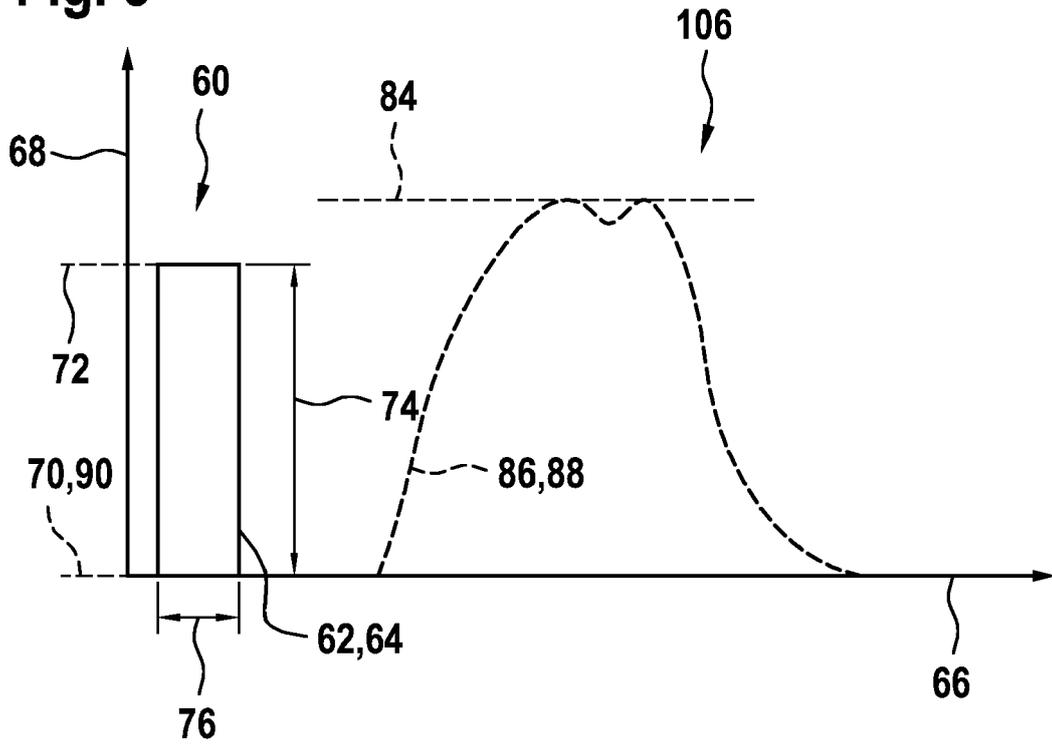


Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**

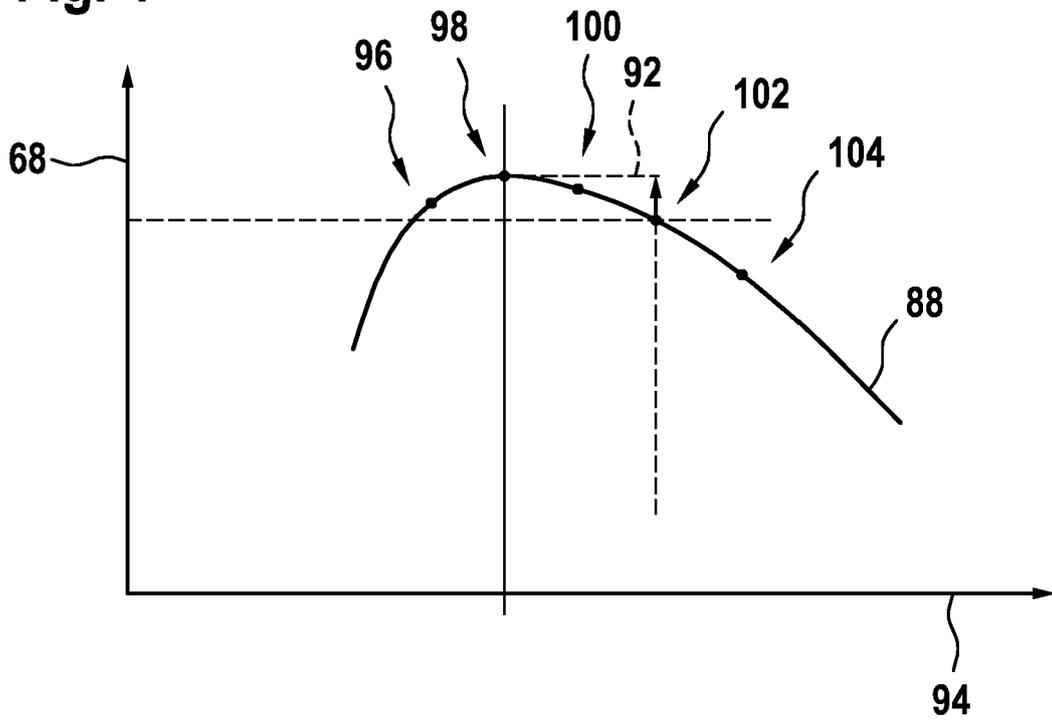


Fig. 5

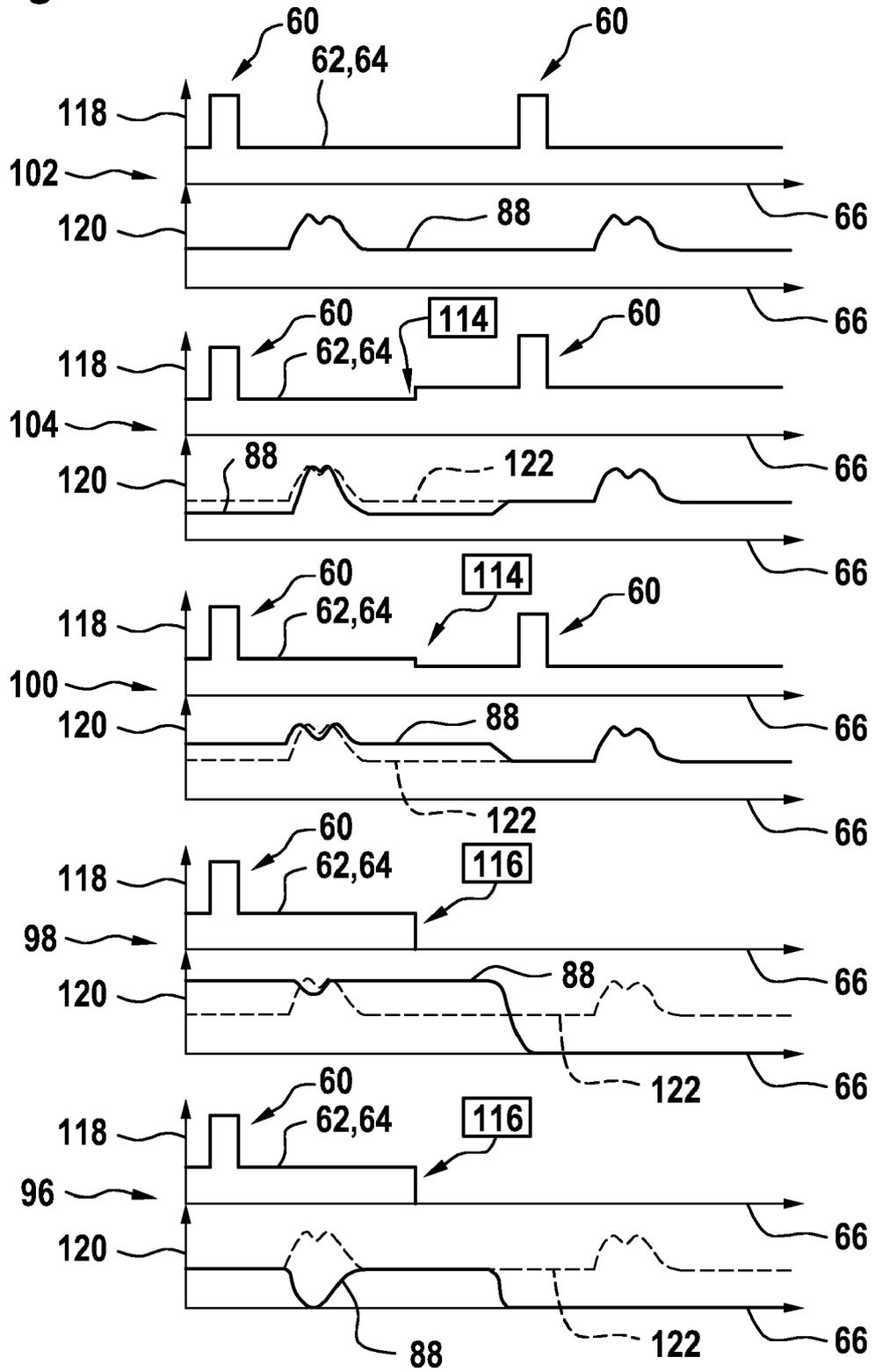


Fig. 6

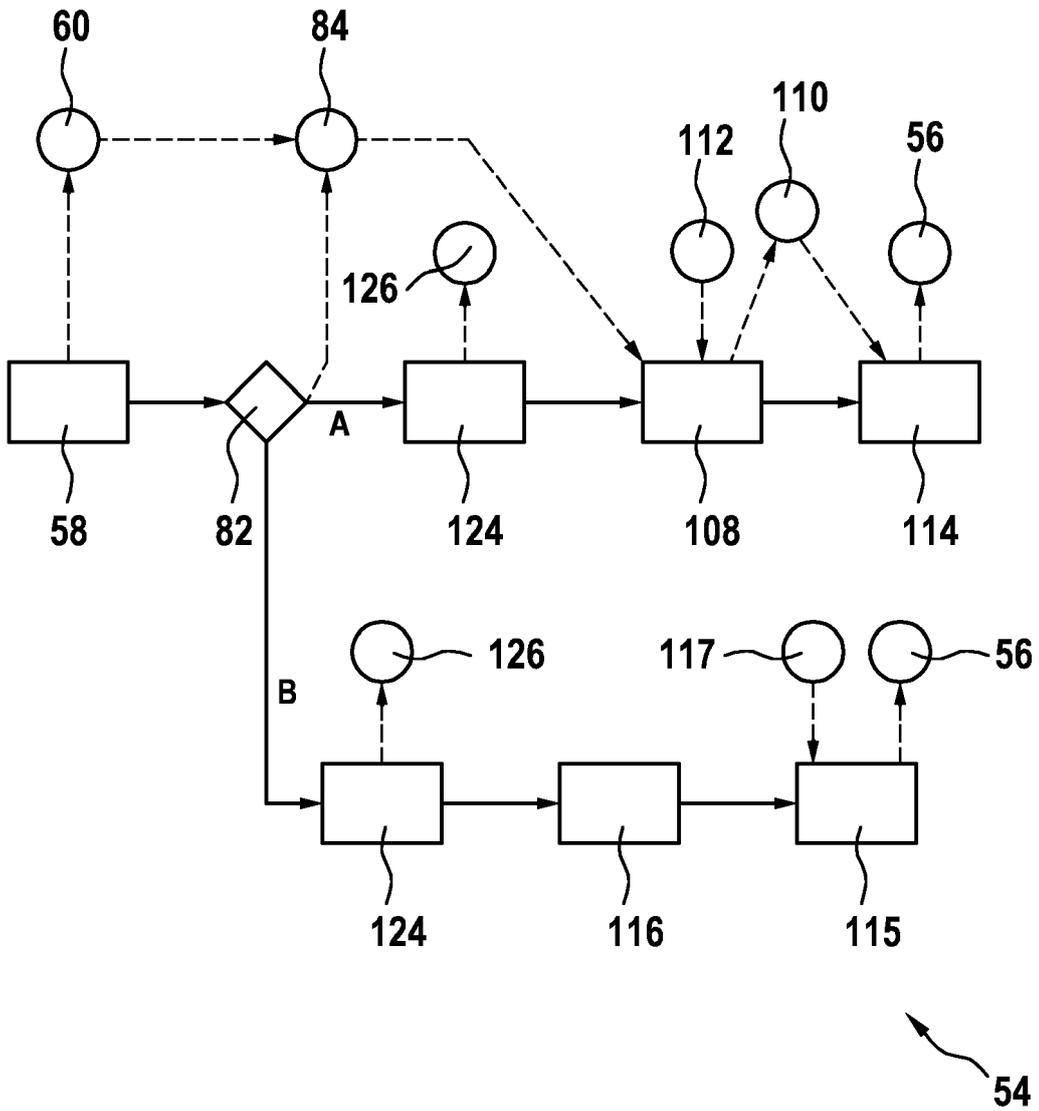
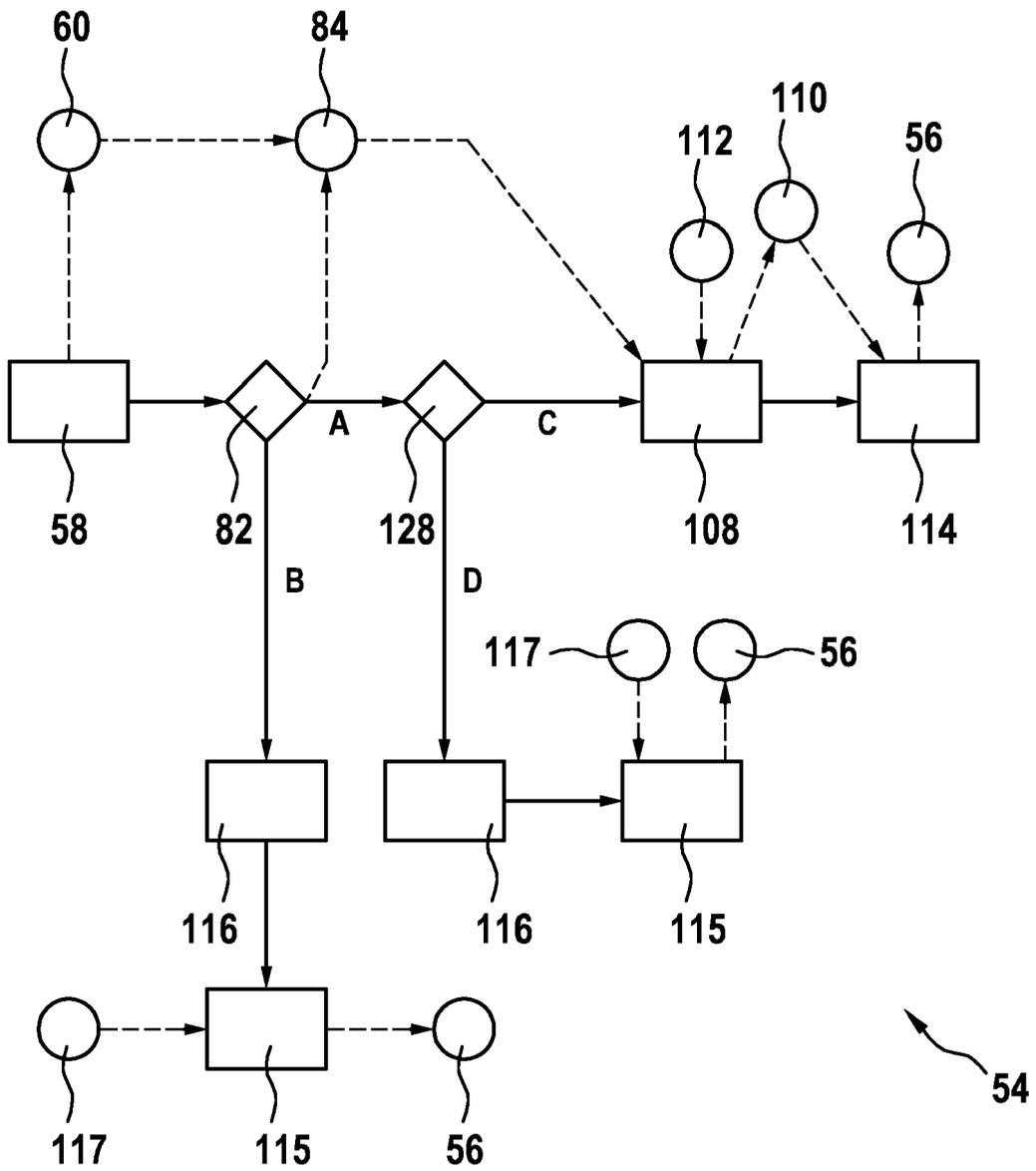


Fig. 7



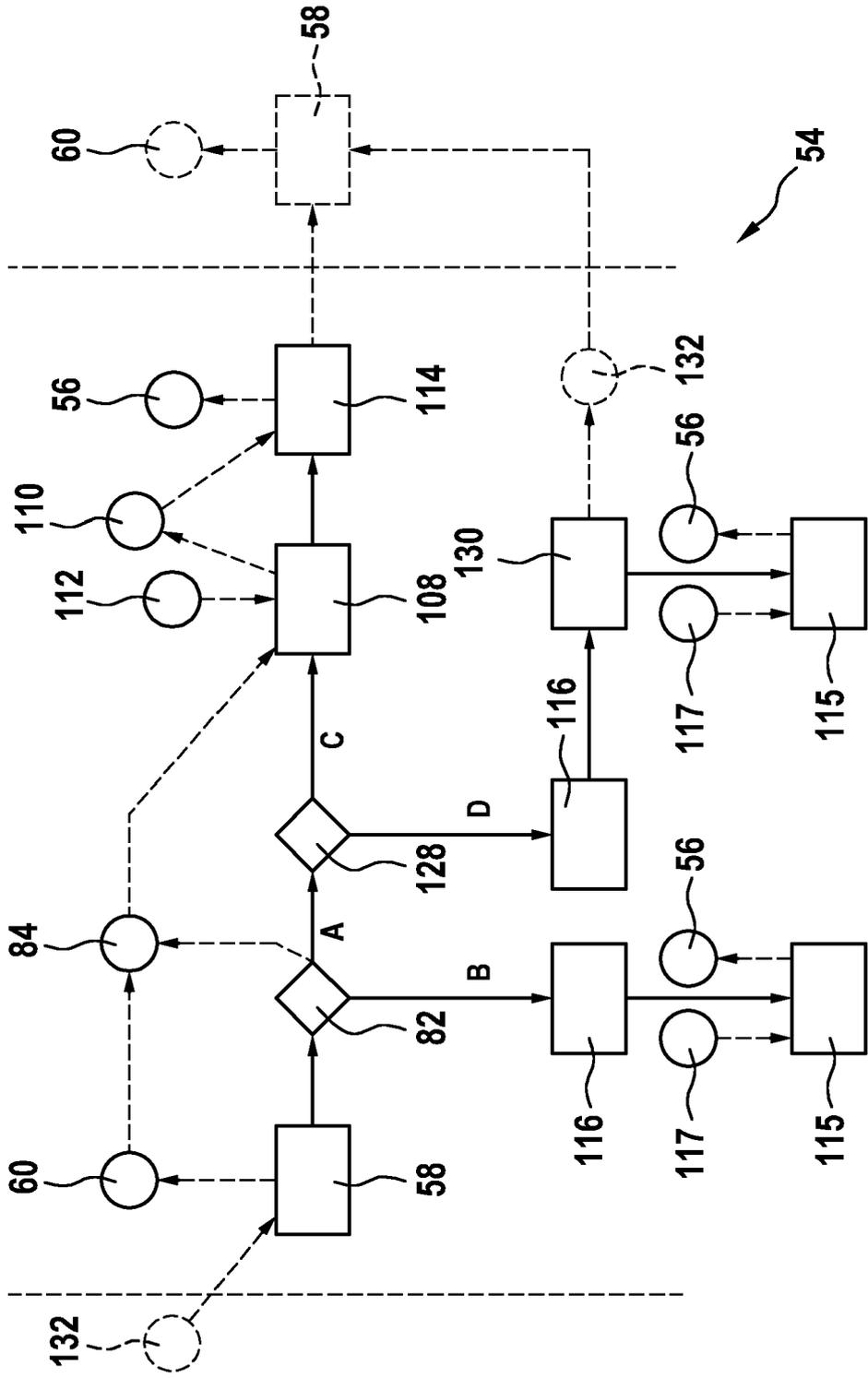


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 17 18 7858

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 770 824 A2 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 2. Mai 1997 (1997-05-02) * Spalte 4, Zeile 31 * -----	1,2,4,9, 10,12-15	INV. F23N1/00 F23N5/12
X	EP 1 750 058 A2 (MERLONI TERMOSANITARI SPA [IT]) 7. Februar 2007 (2007-02-07)  * Absätze [0033], [0037], [0039], [0042], [0048]; Abbildungen 8, 9 * -----	1,3,6,7, 9-11,14, 15	
X	DE 102 36 979 C1 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 14. August 2003 (2003-08-14) * Absatz [0039] - Absätze [0042], [0046]; Abbildungen 4, 5 * -----	1,6,7,14	
A	DE 10 2010 055567 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21. Juni 2012 (2012-06-21) * Absätze [0018], [0019], [0029], [0031], [0043]; Abbildungen 1-4 * -----	1,2	
A	EP 1 293 727 A1 (SIEMENS BUILDING TECH AG [CH]) 19. März 2003 (2003-03-19) * Absätze [0028], [0029] * -----	3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)  F23N
3 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>16. Januar 2018</b>	Prüfer <b>Harder, Sebastian</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 18 7858

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-01-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0770824 A2	02-05-1997	AT 189301 T	15-02-2000
		CA 2188616 A1	26-04-1997
		EP 0770824 A2	02-05-1997
		US 5924859 A	20-07-1999
-----			
EP 1750058 A2	07-02-2007	CN 1975257 A	06-06-2007
		EP 1750058 A2	07-02-2007
		JP 2007040697 A	15-02-2007
-----			
DE 10236979 C1	14-08-2003	KEINE	
-----			
DE 102010055567 A1	21-06-2012	CN 103443547 A	11-12-2013
		DE 102010055567 A1	21-06-2012
		EP 2655971 A2	30-10-2013
		WO 2012084819 A2	28-06-2012
-----			
EP 1293727 A1	19-03-2003	AT 310925 T	15-12-2005
		DE 50108177 D1	29-12-2005
		DK 1293727 T3	06-03-2006
		EP 1293727 A1	19-03-2003
		ES 2253314 T3	01-06-2006
		US 2005037301 A1	17-02-2005
		WO 03023283 A1	20-03-2003
-----			

EPO FORM P0461

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