



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:
07.08.2024 Patentblatt 2024/32
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23N 1/00 (2006.01) F23N 5/24 (2006.01)
- (21)

Anmeldenummer: 24153104.5
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23N 5/242; F23N 1/002; F23N 2231/28
- (22)

Anmeldetag: 22.01.2024

- (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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN
- (72)

Erfinder:
• Hahn, Marco
42117 Wuppertal (DE)
• Nettingsmeier, Tim
42369 Wuppertal (DE)
- (74)

Vertreter: Popp, Carsten
Vaillant GmbH
IR-IP
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid (DE)
- (30)

Priorität: 24.01.2023 DE 102023101626
- (71)

Anmelder: Vaillant GmbH
42859 Remscheid NRW (DE)

(54)

VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES HEIZGERÄTES, COMPUTERPROGRAMM, REGEL- UND STEUERGERÄT UND HEIZGERÄT

(57) Vorgeschlagen wird ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes (1) Das Heizgerät (1) umfasst eine Fördereinrichtung (2) zum Fördern eines Gemisches aus Brenngas und Verbrennungsluft zu einem Brenner (3), und ein Regel- und Steuergerät (7) zur Regelung des Verbrennungsluftverhältnisses der Verbrennung einbeziehend einen Verbrennungsparameter, der einen Rückschluss auf eine Temperatur einer Flamme am Brenner (3) zulässt, wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte umfasst:

a) Ändern einer Regelgröße der Verbrennungsregelung,

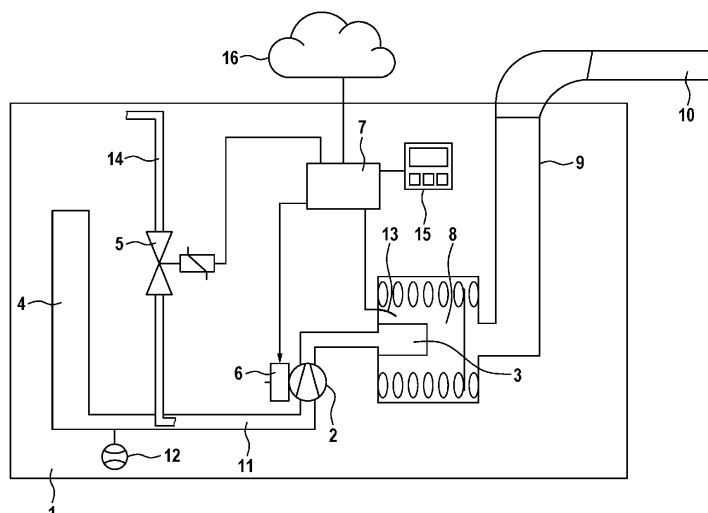
die eine Minderung des Verbrennungsluftverhältnisses der Verbrennung bewirkt, und Erfassen des Verbrennungsparameters,

b) Erfassen eines Leistungsparameters, der einen Rückschluss auf eine Leistung des Heizgerätes (1) zulässt,

c) Feststellen eines sicheren Betriebs des Heizgerätes (1) anhand des erfassten Verbrennungsparameters und des Leistungsparameters.

Zudem wird ein Regel- und Steuergerät (7), ein Heizgerät (1) sowie ein Computerprogramm vorgeschlagen.

Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes, ein Computerprogramm, ein Regel- und Steuergerät und ein Heizgerät.

[0002] Es sind eine Vielzahl von Heizgeräten bekannt, die einen in einer Brennkammer ein Gemisch aus einem Brennstoff, insbesondere Gas oder Wasserstoff, und Umgebungsluft verbrennen, um Wärme zur Versorgung eines Gebäudes oder für eine Bereitstellung von Warmwasser zu gewinnen.

[0003] Durch eine zunehmende Verwendung von Wasserstoff als Brennstoff steigt bei derartigen Heizgeräten das Risiko von Flammenrückschlägen. Eine Ursache hierfür liegt in der erheblich höheren Flammengeschwindigkeit von Wasserstoff gegenüber anderen Brennstoffen begründet. Ein Flammenrückschlag bezeichnet eine Ausbreitung einer Flamme vom Brenner in Richtung einer Gemischzuführung des Heizgerätes und sorgt dabei für erhebliche Geräuschbelastung und kann auch zu einer Beschädigung des Heizgerätes, beispielsweise einer Fördereinrichtung (eines Gebläses), führen. Zudem zeigt ein Flammenrückschlag einen ineffizienten Betrieb des Heizgerätes an, bei dem ein erhöhtes Risiko einer Emission unverbrannten Brenngases besteht.

[0004] Zudem ist die sehr robust durchführbare Möglichkeit einer Flammenüberwachung mittels Erfassen eines Ionisationsstromes der Flamme bei der Verbrennung von Wasserstoff nicht oder nur sehr eingeschränkt einsetzbar, da eine Wasserstoffflamme eine zu geringe Anzahl Ladungsträger freisetzt. Daher kommen zur Flammenüberwachung sowie für die Verbrennungsregelung andere Sensoren zum Einsatz, wie beispielsweise optische Sensoren (zum Beispiel UV- (Ultraviolett-) Sensoren zum Erfassen der von der Flamme emittierten UV-Strahlung oder auch Temperatursensoren, zum Erfassen einer Temperatur der Flamme. Nachteilig weisen derartige Sensoren in der Regel einen Sensordrift auf, der altersbedingt eintreten kann. Nicht zuletzt besteht bei einem Temperatursensor bzw. einem optischen Sensor das Problem einer möglichen Beeinflussung durch Verschmutzung.

[0005] Um Flammenrückschläge zu verhindern können Flammensperren eingesetzt werden, die häufig den verfügbaren Strömungsquerschnitt, insbesondere eines Bereiches zwischen Brenner und Gemischzuführung überdecken und von einer Flamme nicht durchdrungen werden können. Ein Heizgerät mit einer derartigen Flammensperre wird beispielsweise in der DE10 2020 125 351 A1 vorgestellt. Flammensperren können jedoch nur eine mechanische Auswirkung eines Flammenrückschlages auf das Heizgerät verhindern, hingegen kann eine Ursache des Flammenrückschlages und damit Nachteile wie ein ineffizienter Betrieb des Heizgerätes und möglicherweise austretendes unverbranntes Brenngas nicht erkannt bzw. behoben werden.

[0006] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes,

ein Computerprogramm, ein Regel- und Steuergerät, ein Heizgerät sowie eine Verwendung vorzuschlagen, die die geschilderten Probleme des Standes der Technik zumindest teilweise überwinden. Insbesondere soll die Erfindung einen sicheren Betrieb eines Heizgerätes unterstützen und insbesondere Betriebszustände zu erkennen helfen, die ein Auftreten eines Flammenrückschlages begünstigen.

[0007] Zudem soll das Verfahren dazu geeignet sein, zumindest teilweise, automatisiert durchgeführt zu werden und möglichst geringe bauliche Veränderungen gegenüber einem Heizgerät nach dem Stand der Technik erfordern.

[0008] Diese Aufgaben werden gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der hier vorgeschlagenen Lösung sind in den unabhängigen Patentansprüchen angegeben. Es wird darauf hingewiesen, dass die in den abhängigen Patentansprüchen aufgeführten Merkmale in beliebiger, technologisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung definieren. Darüber hinaus werden die in den Patentansprüchen angegebenen Merkmale in der Beschreibung näher präzisiert und erläutert, wobei weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt werden.

[0009] Hierzu trägt ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes bei. Das Heizgerät umfasst eine Fördereinrichtung zum Fördern eines Gemisches aus Brenngas und Verbrennungsluft zu einem Brenner, und ein Regel- und Steuergerät zur Regelung des Verbrennungsluftverhältnisses der Verbrennung einbeziehend einen vorbestimmten Verbrennungsparameter, der einen Rückschluss auf eine Temperatur einer Flamme am Brenner zulässt, wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte umfasst:

- a) Ändern einer Regelgröße der Verbrennungsregelung, die eine Absenkung des Verbrennungsluftverhältnisses der Verbrennung bewirkt, und Erfassen des Verbrennungsparameters,
- b) Erfassen eines Leistungsparameters, der einen Rückschluss auf eine Leistung des Heizgerätes zulässt,
- c) Feststellen eines sicheren Betriebs des Heizgerätes anhand des erfassten Verbrennungsparameters und des Leistungsparameters.

[0010] Die Schritte a), b) und c) können dabei mindestens einmal in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden. Insbesondere können die Schritte und b) parallel bzw. simultan oder auch der Schritt b) vor dem Schritt a) durchgeführt werden. Die Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens kann insbesondere während eines Betriebes des Heizgerätes, insbesondere während eines statischen Betriebes, in regelmäßigen zeitlichen Abständen erfolgen.

[0011] Das Heizgerät kann zumindest einen Wärmeer-

zeuger, insbesondere einen Gas-Brennwertkessel, umfassen, der durch Verbrennung eines Brennstoffes Wärmeenergie freisetzt und über mindestens einen Wärmetauscher auf einen Heizkreis übertragen kann, wobei Verbraucher des Heizkreises über einen Vorlauf und einen Rücklauf an das Heizgerät anschließbar sind. Die bei der Verbrennung entstehenden Abgase können über einem Abgaskanal des Heizgerätes einer Abgasanlage zugeführt werden. Im Heizgerät kann im Heizkreislauf eine Umwälzpumpe dazu eingerichtet sein, ein Wärmeträgermedium (Heizungswasser) umzuwälzen, wobei über einen Heizungsvorlauf erwärmtes Wärmeträgermedium Verbrauchern, wie Konvektoren oder Flächenheizungen, zugeführt und über einen Heizungsrücklauf zum Wärmeerzeuger bzw. dem mindestens einen Wärmetauscher rückgeführt werden kann.

[0012] Hierzu kann das Heizgerät eine Fördereinrichtung, insbesondere ein Gebläse, aufweisen, das ein Gemisch aus Verbrennungsluft und Brennstoff (Wasserstoff) einem Brenner des Heizgerätes zuführen kann. Die Fördereinrichtung kann dabei eine Leistungsregelung umfassen, insbesondere einen Drehzahlregler. Das Heizgerät kann dabei einen pneumatischen Gas-Luftverbund bilden, bei dem einem Massestrom Verbrennungsluft entsprechend einem Unterdruck (Steuerdruck) einer Drosselstelle, wie einer Venturidüse, ein über eine Gaszuführung bereitgestellter Massestrom Brenngas zugesetzt wird, so dass sich ein vordefiniertes (vorgegebenes) Verbrennungsluftverhältnis (Luftzahl, Lambda) einstellen kann. Ein hier vorgeschlagenes Verfahren kann mit einem Heizgerät mit pneumatischen Gas-Luftverbund eingesetzt werden, wobei eine Möglichkeit zumindest kurzzeitig das Verbrennungsluftverhältnis zu senken, beispielsweise mittels einer Drosselklappe, vorhanden sein kann. Das Heizgerät kann alternativ einen elektronischen Gas Luftverbund aufweisen, bei dem anhand eines Signals einer Flammenüberwachung ein Rückschluss auf die Flammen und das Verbrennungsluftverhältnis (auch als Lambda oder Luftzahl bezeichnet) erfolgen kann, so dass eine Regelung desselben ermöglicht wird. Das Heizgerät kann insbesondere zur Verbrennung von Wasserstoff als Brennstoff oder einem Gemisch enthaltend Wasserstoff eingerichtet sein. Das Gemisch kann dabei einen Gehalt von mindestens 80% oder mindestens 90% Wasserstoff aufweisen.

[0013] Zudem kann das Heizgerät eine Flammenüberwachung aufweisen. Häufig kommt hierzu eine Ionisationselektrode zum Einsatz, die einen Ionisationsstrom der Flamme zum Feststellen derselben nutzen kann. Dieses Prinzip ist jedoch bei einer Wasserstoffflamme, nicht robust einsetzbar, da bei der Verbrennung von Wasserstoff erheblich weniger freie Ladungsträger entstehen. Häufig kommen daher bei mit Wasserstoff betriebenen Heizgeräten andere Verfahren, wie beispielsweise ein Erfassen der von der Flamme emittierten elektromagnetischen Strahlung, insbesondere Infrarot- (IR-) und/oder UV- (Ultraviolett-) Strahlung oder ein Erfassen der Flammentemperatur zum Einsatz. Die Flammentemperatur

kann dabei mittels eines geeignet positionierten Temperatursensors erfasst werden, insbesondere eines PTC- (Positive Temperature Coefficient Thermistor) Sensors oder eines Glühzünders (Hot-Surface-Ignitor (HSI)) erfolgen. Ein Signal einer Flammenüberwachung kann dabei das Vorhandensein einer Flamme anzeigen, sowie ein Rückschluss auf ein Verbrennungsluftverhältnis der Verbrennung und damit eine Regelung desselben ermöglichen.

[0014] Der Brenner kann mindestens ein flaches Lochblech oder ein Lochblech in Zylinderform umfassen, das zwischen einem Brennerhohlraum und der Brennkammer angeordnet ist. Der Brennerhohlraum kann derart mit dem Gemischkanal verbunden sein, dass Verbrennungsgemisch aus dem Gemischkanal durch den Brennerhohlraum strömen, aus dem Lochblech austreten und dort verbrannt werden kann. Im Bereich des Lochbleches kann zudem eine Zündeinrichtung angeordnet sein, dazu eingerichtet, einen durch das Lochblech austretenden Massestrom Verbrennungsgemisch zu entzünden. Der Brenner kann an einer Brenneröffnung einer Brennkammer des Heizgerätes angeordnet sein. Die Brenneröffnung kann eine Durchströmungsöffnung aufweisen, die den Gemischkanal des Heizgerätes mit dem Brennerhohlraum verbinden kann. Ein Brenner in Zylinderform kann zur Befestigung an der Brenneröffnung einen Flansch aufweisen, der beispielsweise mittels einer Schraubverbindung mit der Brenneröffnung verbunden werden kann. Zwischen Brenner und Brenneröffnung ist in der Regel noch eine Dichtung, beispielsweise eine hochtemperaturstabile Graphit-Dichtung angeordnet.

[0015] Der Brenner kann (mindestens) eine Flammensperre umfassen, die derart im Brennerhohlraum ausgebildet und angeordnet ist, dass zum Lochblech strömendes Verbrennungsgemisch die Flammensperre durchdringen muss. Mit anderen Worten kann die Flammensperre den gesamten vorhandenen Strömungsquerschnitt im Brennerhohlraum abdecken, so dass zum Lochblech strömendes Verbrennungsgemisch die Flammensperre durchdringen muss. So kann beispielhaft bei einem in einer Zylinderform ausgebildeten Brenner die Flammensperre gleichfalls in Zylinderform mit weitestgehend konstantem Abstand zum Lochblech ausgebildet sein. Bei einem flachen (ebenen) Lochblech kann entsprechend die Flammensperre gleichfalls flach und eben ausgebildet sein und beabstandet zum Lochblech im Brennerhohlraum angeordnet sein.

[0016] Die Flammensperre kann (Mikro-)Kanäle (z.B. mit einem Kanalquerschnitt kleiner 1/100 oder kleiner 1/1.000 oder sogar kleiner 1/10.000 des Leitungsquerschnitts selbst), Porensysteme, oder Wabenstrukturen etc. im Inneren ausbilden, die allein ein Durchströmen von Brenngas durch deren Querschnitt zulassen. Die Kanaldichte bzw. Porosität der Flammensperre kann an die Strömung bzw. das Brenngas angepasst sein. "Kanäle" in diesem Sinne sind insbesondere Strömungspfade für das Verbrennungsgemisch durch die Flammensperre, also Strömungspfade, die sich von einer (dem Gemisch-

kanal zugewandten) Eintrittsseite zu einer gegenüberliegenden (dem Lochblech zugewandten) Austrittsseite erstrecken. Die Kanäle können einen geraden bzw. gerichteten (schrägen, gewundenen, etc.) Verlauf haben. Ist die Flamm Sperre mit einer Porosität ausgeführt, versteht man hierunter insbesondere die (unregelmäßige) Ausbildung von miteinander verbundenen Poren, die ebenfalls ein Durchströmen von der Eintrittsseite zu der gegenüberliegenden Austrittsseite zulassen. Geeignete Materialien oder Halbzeuge für die Flamm Sperre sind nachfolgend beispielhaft genannt:

- offenporige (offenzellige) Keramik- oder Metallschäume,
- Streckmetalle, insbesondere mehrlagig und/ oder gesintert,
- Drahtgewebe, insbesondere mehrlagig,
- Fasermatten, gegebenenfalls gesintert,
- (entsprechend hochtemperaturbeständiges) Vliese.

[0017] Zudem kann das Heizgerät zwischen dem Lochblech und der Flamm Sperre eine Einrichtung zum Erfassen eines Flammenrückschlages aufweisen. Hierzu kann beispielsweise ein Temperatursensor zwischen Brenner und Flamm Sperre angeordnet sein, wobei eine (schlagartig) ansteigende Temperatur einen Flammenrückschlag anzeigen kann. Alternativ oder kumulativ kann ein Drucksensor zwischen Flamm Sperre und Brenner einen (schlagartigen) Druckanstieg feststellen, der auf einen Flammenrückschlag hinweisen kann. Auch sind optische oder akustische Sensoren zwischen Brenner und Flamm Sperre denkbar, die beispielsweise emittierte UV (Ultraviolett-) Strahlung oder Schallwellen feststellen können, deren auftreten zwischen Brenner und Flamm Sperre einen Flammenrückschlag anzeigen kann.

[0018] Gemäß einem Schritt a) kann ein Ändern einer Regelgröße der Verbrennungsregelung erfolgen, die eine Minderung des Verbrennungsluftverhältnisses der Verbrennung bewirkt, und Erfassen des Verbrennungsparameters. Es kann eine Sollwertvorgabe der Regelgröße der Verbrennungsregelung erfolgen, wobei die Regelgröße mit der Temperatur der Flamme des Heizgerätes korrelieren kann bzw. die Flammentemperatur selbst ist. Das Ändern der Regelgröße kann ein Absenken des Verbrennungsluftverhältnisses (Lambda, Luftzahl) bewirken, also eine Steigerung des Anteils Brenngas in dem, dem Brenner zugeführten, Verbrennungsgemisch. Damit wird die Verbrennungsregelung versuchen, die geänderte Regelgröße (neu) einzuregeln. Hierbei müsste sich die Flammentemperatur erhöhen, wenn die Verbrennung vor der Durchführung des Schrittes a) in einem gewünschten (sicheren) Bereich ein Verbrennungsluftverhältnis von deutlich größer 1 (in der Regel in einem Bereich zwischen 1,4 und 2,0) und sich durch die Änderung in Richtung 1,0 verlagert. Hierzu wird der Verbrennungsparameter erfasst, der einen Rückschluss auf die Temperatur der Flamme zulässt. Die Verbren-

nungsregelung wird, um die Änderung der Regelgröße umzusetzen, den zugesetzten Massestrom Brenngas steigern und hierfür eine das Gasventil weiter öffnen.

[0019] Gemäß einer Ausgestaltung kann das Ändern der Regelgröße ein Ändern des Verbrennungsparameters als Regelgröße erfolgen. Insbesondere kann hierzu (kurzzeitig) die Regelgröße erhöht und mindestens ein Verbrennungsparameter erfasst werden.

[0020] Die Regelgröße kann dabei derart geändert werden, dass ein kritischer Zustand des Heizgerätes bei dem Versuch die geänderte Regelgröße einzuregeln, weitestgehend ausgeschlossen werden kann. Mit anderen Worten wird die Änderung der Regelgröße derart gewählt, dass diese bei einem regulär betriebenen Heizgerät eingeregelt werden kann, ohne dass das Heizgerät einen kritischen Betriebszustand erreicht. Ein Beispiel für eine Änderung der Regelgröße kann eine Erhöhung der Temperatur der Flamme von 800 °C [Grad Celsius] auf 900 °C in einem mit wasserstoffbetriebenen Heizgerät bewirken.

[0021] Ein Ändern der Regelgröße und in Folge der Flammentemperatur ermöglicht einen Rückschluss auf das aktuelle (Ist-)Verbrennungsluftverhältnis der Verbrennung am Brenner. So wird bei einem regulären Betrieb die Verbrennungsregelung auf ein Lambda größer eins geregelt, häufig einen Bereich zwischen 1,3 und 2,0. Ein Maximum der Temperatur der Flamme des Heizgerätes ist im Bereich von $\lambda = 1,0$ zu erwarten. Somit kann mittels eines Ändern der Regelgröße, die ein Mindern des Verbrennungsluftverhältnisses der Verbrennung und damit eine Erhöhung der Temperatur der Flamme bewirkt, das Verbrennungsluftverhältnis vor dem Ändern der Regelgröße ermittelt werden. So kann, wenn es gelingt, die geänderte Regelgröße einzuregeln, von einer richtigen Annahme des Verbrennungsluftverhältnisses durch die Verbrennungsregelung des Heizgerätes ausgegangen werden. Sollte die geänderte Regelgröße nicht eingeregelt werden können und sich ein Maximum des Verbrennungsparameters (und damit ein Maximum der Temperatur der Flamme) vor dem Erreichen der geänderten Regelgröße einstellen, kann davon ausgegangen werden, dass das reale (Ist-)Verbrennungsluftverhältnis geringer ist, als von der Verbrennungsregelung (anhand des Verbrennungsparameters) angenommen.

[0022] In die Festlegung einer geeigneten Änderung der Regelgröße können zudem vorgegebene Referenzdaten des Heizgerätes und/oder Betriebsdaten des Heizgerätes, beispielsweise eine aktuelle Leistung desselben einfließen. Die Referenzdaten können ein kritisches Verbrennungsluftverhältnis, also ein Verbrennungsluftverhältnis, bei dem mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ein Flammenrückschlag eintreten kann, angeben, gegebenenfalls bezogen auf Betriebsdaten des Heizgerätes, wie eine (aktuelle) Leistung. Beispielsweise kann ein Ändern der Regelgröße in Schritt a) einem Absenken des Verbrennungsluftverhältnisses in einen Bereich von 1,15 bis 1,25 oder eine Erhöhung der Temperatur der Flamme am Brenner auf einen Bereich von 1000 Grad Celsius

[°C] bis 1200 °C bewirken.

[0023] Gemäß einer Ausgestaltung kann der Verbrennungsparameter mittels eines Sensors einer Flammenüberwachung des Heizgerätes erfasst werden, insbesondere mittels eines UV-(Ultraviolett-)und/oder eines Temperatursensors, die dazu eingerichtet und positioniert sind, die von der Flamme emittierte UV-Strahlung bzw. deren Temperatur zu erfassen. Der Temperatursensor kann insbesondere ein widerstandsbasierter Temperatursensor, ein PTC-Sensor und/oder ein Glühzünder (Hot-Surface-Ignitor- HSI) sein.

[0024] Alternativ oder kumulativ kann auch ein der Verbrennungsparameter auch aus vorhandenen Betriebsdaten erfasst oder abgeleitet werden.

[0025] Gemäß einem Schritt b) kann ein Erfassen eines Leistungsparameters, der einen Rückschluss auf eine Leistung des Heizgerätes zulässt, erfolgen. So kann bei einem Betreiben des Heizgerätes mit geringer Leistung ein Verbrennungsluftverhältnis von größer 1,0 ($\lambda > 1,0$) bereits kritisch sein und ein Flammenrückschlag auftreten. Ein Erfassen der Leistung des Heizgerätes kann somit in die Festlegung der Erhöhung der Sollwertvorgabe als auch in die Feststellung eines sicheren Betriebs in Schritt c) einfließen.

[0026] Gemäß einer Ausgestaltung kann der Leistungsparameter ein Betriebsparameter der Fördereinrichtung des Heizgerätes sein. Der Betriebsparameter kann ein Signal der Fördereinrichtung sein, das einen Rückschluss auf einen geförderten Massestrom erlaubt, sein. Beispielsweise kann der Betriebsparameter eine Drehzahl einer als Gebläse ausgebildeten Fördereinrichtung sein. Häufig weisen Heizgeräte eine Regelung der Leistung der Fördereinrichtung auf. Bei derartigen Heizgeräten kann auch ein Steuersignal der Drehzahlregelung herangezogen werden. Das Steuersignal kann beispielsweise ein pulswidenmoduliertes (PWM-) Signal sein.

[0027] Alternativ oder kumulativ kann auch eine, von einem Durchflusssensor erfasste, Durchflussmenge Verbrennungsluft zum Erfassen der Leistung in Schritt b) genutzt werden.

[0028] Gemäß einem Schritt c) kann ein Feststellen eines sicheren Betriebs des Heizgerätes anhand des erfassten Verbrennungsparameters und des Leistungsparameters erfolgen. Das Feststellen eines sicheren Betriebs des Heizgerätes kann sich insbesondere auf folgende zwei Aspekte beziehen:

i) Wenn die Verbrennungsregelung die Änderung der Regelgröße ausregeln konnte, also die in Schritt a) geänderte Regelgröße durch die Verbrennungsregelung erreicht wurde, kann davon ausgegangen werden, dass keine oder eine nur geringe Abweichung zwischen dem von der Verbrennungsregelung angenommenen und dem realen Verbrennungsluftverhältnis besteht. Zur Erläuterung nur beispielhaft kann eine Erhöhung der Flammentemperatur von 1000°C auf 1150°C (initiiert durch die Än-

derung der Verbrennungsregelung in Schritt a)) eine Änderung des Verbrennungsluftverhältnisses von $\lambda=1,3$ auf $\lambda=1,25$ bewirken. Sollte ein Maximum des Verbrennungsparameters erreicht werden, bevor die Änderung ausgeregelt werden konnte, kann dies ein Indiz dafür sein, dass das von der Verbrennungsregelung angenommene Verbrennungsluftverhältnis und/oder die angenommene Temperatur der Flamme zu niedrig ist. So kann ein Maximum der Temperatur einer Flamme regelmäßig bei einem Verbrennungsluftverhältnis von $\lambda=1,0$ auf, wodurch ein Fehler des angenommenen Verbrennungsluftverhältnisses zum Zeitpunkt des Erreichens des Maximums der Temperatur der Flamme bestimmt werden kann. Ein Grund für eine zu geringe angenommene Temperatur der Flamme könnte ein Sensordrift eines den Verbrennungsparameter erfassenden Sensors (UV- oder Temperatursensor) sein. Ein Sensordrift bezeichnet eine schleichende Veränderung des Signals eines Sensors, beispielsweise bedingt durch Alterung. Im Regelbetrieb des Heizgerätes würde ein Sensordrift somit zu einer permanenten Abweichung des Ist-Verbrennungsluftverhältnisses zu dem von der Regelung angenommen Verbrennungsluftverhältnis führen und damit ein Auftreten kritischer Zustände des Heizgerätes, eine Minderung der Effizienz der Verbrennung sowie ein Austreten von unverbranntem Brenngas begünstigen.

ii) Zudem sollte für einen sicheren Betriebszustand die aktuell (in Schritt b)) erfasste Leistung des Heizgerätes oberhalb einer vorgegebenen Grenzleistung liegen (größer sein). Die Grenzleistung kann eine minimales Verbrennungsluftverhältnis in Abhängigkeit der Leistung des Heizgerätes angeben, bei dem mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit kein Flammenrückschlag auftreten kann. Die Grenzleistung kann in Form einer Funktion vorgegeben sein und im Vorfeld an einem Referenzheizgerät im Rahmen von (Labor-)versuchen ermittelt worden sein.

iii) Es kann anhand des in Schritt b) erfassten Leistungsparameters ein Flammenrückschlag erkannt werden. Hierzu kann der Leistungsparameter ausgewertet werden, wobei ein kurzzeitiges Ansteigen (bei einer, in Durchströmungsrichtung des Heizgerätes gesehen, vor dem Brenner angeordneten Fördereinrichtung) oder Abfallen (bei einer, in Durchströmungsrichtung des Heizgerätes gesehen, hinter dem Brenner angeordneten Fördereinrichtung) des Leistungsparameters auf einen Flammenrückschlag bzw. einen damit verbundenen Druckstoß hinweisen kann. Insbesondere kann auf einen Flammenrückschlag geschlossen werden, wenn eine Flammenüberwachung (bzw. der Verbrennungsparameter) ein Erlöschen der Flamme ermittelt bzw. anzeigt. Sollte bei Durchführung eines hier vorgeschlagenen Ver-

fahrens ein Flammenrückschlag erkannt werden, kann die Verfahrensdurchführung abgebrochen werden und ggf. eine Kalibrierung eines Sensors zum Erfassen des Verbrennungsparameters eingeleitet werden. Alternativ oder kumulativ kann das Heizgerät abgeschaltet und/ oder in einen Fehlerzustand verbracht werden. Ein Flammenrückschlag kann in der Regel ein zu fettes Verbrennungsgemisch (also ein zu geringes Lambda) verursachen bzw. anzeigen. Falls vorhanden, kann in diesen Zusammenhang zum Erkennen eines Flammenrückschlages auch eine Einrichtung zum Erfassen eines Flammenrückschlages genutzt werden.

[0029] Zusammenfassend kann eine erfolgreiche Verfahrensdurchführung festgestellt werden, wenn unabhängig von der Leistung des Heizgerätes das definierte Ändern der Regelgröße gemäß Schritt a) (beispielhaft ein Absenken des Lambdas) ohne Detektion eines Maximums des Verbrennungsparameters und ohne Detektion eines Flammenrückschlages erfolgt.

[0030] Eine nicht erfolgreiche Verfahrensdurchführung kann in einem Leistungsbereich, oberhalb des Bereiches in dem Flammenrückschläge wahrscheinlich sind, durch Erreichen eines Maximums des Verbrennungsparameters (Temperaturmaximum trotz weiterem Absenken des Lambdas) erkannt werden. Bei einer Verfahrensdurchführung in einem Leistungsbereich, in dem Flammenrückschläge (ausreichend) wahrscheinlich sind, kann eine nicht erfolgreiche Verfahrensdurchführung an einem Flammenrückschlag erkannt werden. Bei einer vorhandenen und funktionierenden Flammensperre ist ein Auftreten eines Flammenrückschlages unkritisch für das Heizgerät und stellt keine Gefährdung dar.

[0031] Die Einbeziehung der erfassten Leistung des Heizgerätes kann hierbei gegebenenfalls verhindern, dass ein Ändern der Regelgröße in Schritt a) zu einem kritischen Zustand des Heizgerätes führt und auftretende hohe Wahrscheinlichkeiten eines Flammenrückschlages bei niedrigen Leistungen des Heizgerätes in Verbindung einem (in höheren Leistungsbereichen unkritischen) Verbrennungsluftverhältnis von größer 1 berücksichtigt werden. Ein hier vorgeschlagenes Verfahren kann dazu beitragen, allgemein kritische Zustände bei einem Betreiben in niedrigen Leistungsbereichen des Heizgerätes zu verhindern, insbesondere bei Durchführung des Schrittes a), einem Ändern der Regelgröße, die eine Minderung des Verbrennungsluftverhältnisses und damit eine Erhöhung der Temperatur der Flamme bewirkt.

[0032] Gemäß einer Ausgestaltung kann bei einem fehlenden Erreichen der geänderten Regegröße in Schritt a) ein Kalibriervorgang eines Sensors, eingerichtet zum Erfassen des Verbrennungsparameters, initiiert werden. Der Sensor kann insbesondere ein Sensor einer Flammenüberwachung und/oder ein UV-Sensor oder ein Temperatursensor sein. Beispielfhaft kann ein Kalibrieren erfolgen, indem ein Temperatursignal bei abgeschalte-

tem Brenner mit dem Signal (bzw. einer erfassten Temperatur) am Vorlauf oder Rücklauf eines mit dem Heizgerät verbundenen Heizkreises erfolgt.

[0033] In diesem Zusammenhang wird angemerkt, dass ein Massestrom (Verbrennungsluft, Brennstoff oder Gemisch aus beidem) auch einen Volumenstrom kennzeichnen kann und umgekehrt. So ist ein Massestrom in Kenntnis der Dichte und der Temperatur des Mediums einfach in einen Volumenstrom überführbar und umgekehrt.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung kann bei einem fehlenden Feststellen eines sicheren Betriebs in Schritt c) eine Information hierzu über eine (externe oder ins Heizgerät integrierte) Anzeigeeinrichtung angezeigt und/oder ein Netzwerk, insbesondere dem Internet, zum Abruf bereitgestellt und/oder als Nachricht versandt werden. Beispielsweise kann die Information auf einem Appliance Interface des Heizgerätes oder auch auf einem Netzwerkspeicher (Cloud) zum Abruf bereitgestellt werden. Vorteilhaft kann so beispielsweise einem Nutzer/Betreiber des Heizgerätes und/oder einem Fachbetrieb eine Information über zu einer Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens durch eine Nachricht übermittelt werden und der Fachbetrieb kann gegebenenfalls einen Termin zur Wartung und/oder Reparatur entsprechend planen und durchführen. Insbesondere kann so eine schnelle Beendigung eines Fehlerzustandes des Heizgerätes herbeigeführt werden. Die Information kann sich dabei auch auf einen initiierten Kalibrierungsvorgang des Sensors zur Erfassung des Verbrennungsparameters beziehen.

[0035] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein Regel- und Steuergerät für ein Heizgerät vorgeschlagen, eingerichtet zur Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens. Das Regel- und Steuergerät kann hierzu beispielsweise einen Prozessor aufweisen, und/oder über diesen verfügen. In diesem Zusammenhang kann der Prozessor beispielsweise das auf einem Speicher (des Regel- und Steuergeräts) hinterlegte Verfahren ausführen. Das Regel- und Steuergerät kann hierfür insbesondere mit einer Fördereinrichtung, gegebenenfalls einem Durchflusssensor zum Erfassen einer Durchflussmenge Verbrennungsluft, und einem Sensor zum Erfassen eines Verbrennungsparameters, beispielsweise einer Flammenüberwachung des Heizgerätes elektrisch verbunden sein. Zudem können auf einem Speicher des Regel- und Steuergerätes im Rahmen der Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens erfasste oder benötigte Daten hinterlegt werden, beispielsweise Referenzdaten des Heizgerätes und/ oder eine Grenzleistung.

[0036] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein Heizgerät vorgeschlagen, aufweisend einen Brenner, eine Fördereinrichtung, dazu eingerichtet ein Gemisch von Brenngas und Verbrennungsluft dem Brenner zuzuführen und einen Sensor zum Erfassen eines Verbrennungsparameters, der einen Rückschluss auf eine Temperatur einer Flamme am Brenner ermöglicht, sowie Mit-

tel, die so angepasst sind, dass sie ein hier vorgeschlagenes Verfahren ausführen können. Bei dem Heizgerät kann es sich um ein Gasheizgerät, insbesondere um ein wasserstoffbetriebenes Gasheizgerät, handeln.

[0037] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein Computerprogramm vorgeschlagen, welches zur (zumindest teilweisen) Durchführung eines hier vorgestellten Verfahrens eingerichtet ist. Dies betrifft mit anderen Worten insbesondere ein Computerprogramm (-produkt), umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer, diesen veranlassen, ein hier vorgeschlagenes Verfahren auszuführen. Das Computerprogramm kann insbesondere auf einem Regel- und Steuergerät des Heizgerätes durchgeführt werden und ein hier vorgeschlagenes Heizgerät dazu veranlassen ein hier vorgeschlagenes Verfahren durchzuführen.

[0038] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein maschinenlesbares Speichermedium vorgeschlagen, auf dem das Computerprogramm gespeichert ist.

[0039] Regelmäßig handelt es sich bei dem maschinenlesbaren Speichermedium um einen computerlesbaren Datenträger.

[0040] Die im Zusammenhang mit dem Verfahren erörterten Details, Merkmale und vorteilhaften Ausgestaltungen können entsprechend auch bei dem hier vorgestellten Computerprogramm, dem Regel- und Steuergerät und dem Heizgerät auftreten und umgekehrt. Insoweit wird auf die dortigen Ausführungen zur näheren Charakterisierung der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

[0041] Hier werden somit ein Verfahren zur Betreiben eines Heizgerätes, ein Computerprogramm, ein Regel- und Steuergerät und ein Heizgerät angegeben, welche die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme zumindest teilweise lösen. Insbesondere tragen das Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes, das Computerprogramm, das Regel- und Steuergerät sowie das Heizgerät zumindest dazu bei, einen sicheren Betrieb eines Heizgerätes, insbesondere bei einem wasserstoffbetriebenen Heizgerät, zu ermöglichen. Weiter vorteilhaft ist ein hier vorgeschlagenes Verfahren vollständig computerimplementiert durchführbar und erfordert somit keine baulichen Änderungen an einem Heizgerät. Gegebenenfalls ermöglicht ein hier vorgeschlagenes Verfahren einen Sensordrift eines Sensors zum Erfassen eines Verbrennungsparameters zu erkennen und diesem durch Initiieren eines Kalibriervorganges entgegenzuwirken.

[0042] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der beiliegenden Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die angeführten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und Erkenntnissen aus der vorliegenden Beschreibung zu kombinieren.

Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Es zeigen:

- 5 Fig. 1: einen Ablauf eines hier vorgeschlagenen Verfahrens,
- Fig. 2: ein hier vorgeschlagenes Heizgerät, und
- Fig. 3 und 4: Parametervläufe, die sich bei der Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens einstellen können.

[0043] Fig. 1 zeigt beispielhaft und schematisch einen Ablauf eines hier vorgeschlagenen Verfahrens. Die mit Blöcken 110, 120 und 130 dargestellte Durchführung der Schritte a), b) und c) kann bei einem regulären Verfahrensablauf mindestens einmal in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden. Das Verfahren dient einem sicheren Betrieb des Heizgerätes 1, insbesondere, wenn mit Wasserstoff oder mit einem wasserstoffhaltigen Gemisch als Brennstoff betrieben. Das Verfahren ermöglicht zudem eine Verifikation eines Signals eines Sensors zum Erfassen eines Verbrennungsparameters des Heizgerätes 1.

[0044] Fig. 2 zeigt beispielhaft und schematisch ein hier vorgeschlagenes Heizgerät 1. Dieses kann einen in einer Brennkammer 8 angeordneten Brenner 3 umfassen. Über eine Zuführung Verbrennungsluft 4, in der ein Durchflusssensor 12 angeordnet sein kann, kann Verbrennungsluft durch eine Fördereinrichtung 2, insbesondere als Gebläse ausgebildet, angesaugt werden. Die Fördereinrichtung 2 kann mit einem Drehzahlregler 6 verbunden sein, der mittels eines pulsweitenmodulierten (PWM-) Signals eine Drehzahl n der Fördereinrichtung 2 regeln kann. Ein Gasventil 5 kann dem angesaugten Luftmassenstrom Verbrennungsluft Brenngas aus einer Gaszuführung 14 zusetzen und ein Sicherheitsventil sowie ein Gasregelventil zur Steuerung des zuzusetzenden Massestromes Brenngas umfassen. Das erzeugte Gemisch aus Brenngas und Verbrennungsluft kann über einen Gemischkanal 11 zum Brenner 3 strömen. Der Brenner 3 kann eine Zylinderform aufweisen, die mit einer Grundfläche an einer Brennergasse 15 derart befestigt sein kann, dass Verbrennungsgemisch aus dem Gemischkanal in den Brenner 3 strömen kann. Die Verbrennungsprodukte können nach der Verbrennung über ein Abgasrohr 9 des Heizgerätes und eine Abgasanlage 10 nach Außen abgeleitet werden.

[0045] Das hier vorgeschlagene Heizgerät 1 kann insbesondere zur Verbrennung von Wasserstoff eingerichtet sein. Zudem kann das Heizgerät 1 einen, an/bzw. in einer Brennergasse angeordneten, Sensor 13 zum Erfassen eines Verbrennungsparameters aufweisen, der hier als Sensor für von der Flamme emittierte UV- (Ultraviolett-) Strahlung oder auch als Temperatursensor ausgebildet sein kann.

[0046] Ein Regel- und Steuergerät 7 kann zur Regelung des Heizgerätes 1 eingerichtet sein. Hierfür kann

dieses beispielsweise mit dem Drehzahlregler 6, der Fördereinrichtung 2, dem Gasventil 5, dem Sensor 13, einem Netzwerk 16 (Internet) und einer Anzeigeeinrichtung 15 elektrisch verbunden sein. Das Regel- und Steuergerät 7 kann zur Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens eingerichtet sein.

[0047] In Block 110 kann gemäß Schritt a) ein Ändern einer Regelgröße der Verbrennungsregelung, die ein Mindern des Verbrennungsluftverhältnisses λ und damit eine Erhöhung der Temperatur T_F der Flamme bewirkt, und ein Erfassen eines zeitlichen Verlaufes des Verbrennungsparameters, erfolgen. Der Verbrennungsparameter kann vorliegend mit dem Sensor 13 erfasst werden, dessen Signal einen Rückschluss auf eine Temperatur der Flamme am Brenner 3 ermöglicht. Die Regegröße kann durch das Regel- und Steuergerät 7, das zur Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens eingerichtet ist, geändert werden. Hierzu kann eine Verbrennungsregelung, die mittels des Signals des Sensors 13 eine Temperatur T_F der Flamme am Brenner 3 einstellt, die einem gewünschten Verbrennungsluftverhältnis λ entspricht.

[0048] In Block 120 kann gemäß Schritt b) ein Erfassen eines Leistungsparameters, der einen Rückschluss auf eine Leistung des Heizgerätes (1) zulässt, erfolgen. Auch dieser Schritt b) kann vom Regel- und Steuergerät 7 durchgeführt werden. Vorliegend ist der Leistungsparameter, wie in den Fig. 3 und 4 ersichtlich eine Drehzahl n der Fördereinrichtung 2.

[0049] Die Fig. 3 und 4 zeigen Parameterverläufe, die sich bei Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens einstellen können, bzw. nach Durchführung der Schritt a) (Block 110) und b) (Block 120). In Fig. 3 ist ein erster Temperaturverlauf 17 sowie ein zweiter Temperaturverlauf 18 gezeigt, der sich bei Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens einstellen kann. Dabei entspricht der erste Temperaturverlauf 17 einem regulären Betrieb des Heizgerätes 1 und der zweite Temperaturverlauf 18 kann sich bei Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens einstellen. Mit anderen Worten zeigt der zweite Temperaturverlauf 18 die maximale Temperatur, die sich bei der Durchführung des Verfahrens einstellen kann. Zudem werden ein erster Verlauf 19 und ein zweiter Verlauf 20 des Verbrennungsluftverhältnisses gezeigt, wobei der erste Verlauf 19 einem regulären Betrieb des Heizgerätes 1 entsprechen kann und der zweite Verlauf 20 das minimale Verbrennungsluftverhältnis λ angibt, dass sich während der Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens einstellen kann. Zudem sind eine Grenze des Verbrennungsluftverhältnisses 21, die vorliegend bei $\lambda=1$ liegt, sowie eine Grenzleistung 22 deren Unterschreiten das Risiko eines Flammenrückschlages deutlich erhöht, angegeben. In den Fig. 3 und 4 sind die Drehzahl n in U/min [Umdrehungen pro Minute], die mittels des Sensors 13 erfasste Temperatur der Flamme T_F in °C [Grad Celsius] und das Verbrennungsluftverhältnis λ dimensionslos gegeben.

[0050] In Block 130 kann gemäß Schritt c) ein Fest-

stellen eines sicheren Betriebs des Heizgerätes 1 anhand des erfassten Verbrennungsparameters und des Leistungsparameters, erfolgen. Ein Beispiel für einen erfassten Verbrennungsparameter ist der Temperaturverlauf 18, der eine Temperatur der Flamme am Brenner 3 angibt. In der Fig. 3 kann ein sicherer Betrieb des Heizgerätes 1 festgestellt werden, da weder die Grenzleistung 22 noch die Grenze des Verbrennungsluftverhältnisses 21 durch den zweiten Temperaturverlauf 18 bzw. den zweiten Verlauf 20 des Verbrennungsluftverhältnisses λ berührt werden, vielmehr kann in der Fig. 3 ein ausreichender Abstand zwischen den genannten Größen festgestellt werden. Im Ergebnis unterliegt der Sensor 13 in der Fig. 3 keinem Sensorriff.

[0051] Fig. 4 zeigt das Diagramm gemäß Fig. 3 für einen Sensor 13 mit einem Sensorriff. Gut erkennbar verlaufen die Grenzleistung 22 und der zweite Verlauf 20 des Verbrennungsluftverhältnisses weitgehend parallel, was ein hohes Risiko eine Flammenrückschlages anzeigen kann. Zudem wird die Grenze des Verbrennungsluftverhältnisses 21 bei ca. 5000 U/min durch den zweiten Verlauf 20 des Verbrennungsluftverhältnisses erreicht und überquert. Im Ergebnis hat die Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens in Fig. 4 ergeben, dass der Betrieb des Heizgerätes 1 nicht sicher ist.

[0052] Im Anschluss kann durch das Regel- und Steuergerät 7 des Heizgerätes 1 ein Kalibriervorgang des Sensors 13 durchgeführt werden. Alternativ oder kumulativ kann über die Anzeigeeinrichtung 15 und/oder das Netzwerk 16 eine Information über das Ergebnis der Durchführung des Verfahrens angezeigt bzw. übermittelt werden.

[0053] Vorsorglich sei angemerkt, dass die hier verwendeten Zahlwörter ("erste", "zweite", ...) vorrangig (nur) zur Unterscheidung von mehreren gleichartigen Gegenständen, Größen oder Prozessen dienen, also insbesondere keine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge dieser Gegenstände, Größen oder Prozesse zueinander zwingend vorgeben. Sollte eine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge erforderlich sein, ist dies hier explizit angegeben oder es ergibt sich offensichtlich für den Fachmann beim Studium der konkret beschriebenen Ausgestaltung. Soweit ein Bauteil mehrfach vorkommen kann ("mindestens ein"), kann die Beschreibung zu einem dieser Bauteile für alle oder ein Teil der Mehrzahl dieser Bauteile gleichermaßen gelten, dies ist aber nicht zwingend.

Bezugszeichenliste

[0054]

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 | Heizgerät |
| 2 | Fördereinrichtung |
| 3 | Brenner |
| 4 | Zuführung Verbrennungsluft |
| 5 | Gasventil |
| 6 | Drehzahlregler |

- 7 Regel- und Steuergerät
- 8 Brennkammer
- 9 Abgasrohr
- 10 Abgasanlage
- 11 Gemischkanal
- 12 Durchflusssensor
- 13 Sensor
- 14 Gaszuführung
- 15 Anzeigeeinrichtung
- 16 Netzwerk
- 17 erster Temperaturverlauf
- 18 zweiter Temperaturverlauf
- 19 erster Verlauf Verbrennungsluftverhältnis
- 20 zweiter Verlauf Verbrennungsluftverhältnis
- 21 Grenze Verbrennungsluftverhältnis
- 22 Grenzleistung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes (1), umfassend eine Fördereinrichtung (2) zum Fördern eines Gemisches aus Brenngas und Verbrennungsluft zu einem Brenner (3), und ein Regel- und Steuergerät (7) zur Regelung des Verbrennungsluftverhältnisses der Verbrennung einbeziehend einen Verbrennungsparameter, der einen Rückschluss auf eine Temperatur einer Flamme am Brenner (3) zulässt, wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte umfasst:
 - a) Ändern einer Regelgröße der Verbrennungsregelung, die eine Minderung des Verbrennungsluftverhältnisses der Verbrennung bewirkt, und Erfassen des Verbrennungsparameters,
 - b) Erfassen eines Leistungsparameters, der einen Rückschluss auf eine Leistung des Heizgerätes (1) zulässt,
 - c) Feststellen eines sicheren Betriebs des Heizgerätes (1) anhand des erfassten Verbrennungsparameters und des Leistungsparameters.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in Schritt a) die Regelgröße der Verbrennungsparameter ist.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Verbrennungsparameter ein Signal eines UV-Sensors oder eines Temperatursensors ist.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der in Schritt b) erfasste Leistungsparameter ein Betriebsparameter der Fördereinrichtung (2) ist und/oder eine erfasste Durchflussmenge Verbrennungsluft.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei bei dem in Schritt b) erfasste Leistungsparameter Merkmale eines Flammenrückschlages erkannt werden.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Signal einer Einrichtung zur Erkennung eines Flammenrückschlages, angeordnet in einem Brennerhohlraum, erfasst wird.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in Schritt c) ein sicherer Betrieb in Anbetracht eines Erreichens der Sollwertvorgabe oder eines erreichten Maximums des Verbrennungsparameters der Flamme am Brenner (3) in Verbindung mit dem in Schritt b) erfassten Leistungsparameter und einer vorgegebenen Grenzleistung festgestellt wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schritte a) bis c) in vorgegebenen zeitlichen Abständen durchgeführt werden.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Erhöhen der Sollwertvorgabe der Verbrennungsregelung eine Steigerung des zugeführten Massestromes Brenngas bewirkt.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei bei einem fehlenden Erreichen der Sollwertvorgabe in Schritt a) ein Kalibriervorgang eines Sensors, eingerichtet zum Erfassen des Verbrennungsparameters, initiiert wird.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei bei einem fehlenden Feststellen eines sicheren Betriebs des Heizgerätes (1) in Schritt c) eine Information hierzu angezeigt, über ein Netzwerk (16) zum Abruf bereitgestellt oder als Nachricht versandt und/oder das Heizgerät (1) außer Betrieb genommen wird und/oder für eine erneute Inbetriebnahme blockiert wird.
12. Regel- und Steuergerät (7) eingerichtet, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 auszuführen.
13. Heizgerät (1), umfassend eine Fördereinrichtung (2), einen Brenner (3) und einem Sensor (13) zum Erfassen eines Verbrennungsparameters, der einen Rückschluss auf eine Temperatur einer Flamme am Brenner (3) ermöglicht, sowie Mittel, die so angepasst sind, dass sie ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausführen.
14. Heizgerät (1) nach Anspruch 13, wobei in einem Brennerhohlraum eine Flammensperre und eine Einrichtung zur Erfassung eines Flammenrückschlages angeordnet ist.

15. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bewirken, dass ein Heizgerät (1) nach Anspruch 13 oder 14 die Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausführt.

5

10

15

20

25

30

35

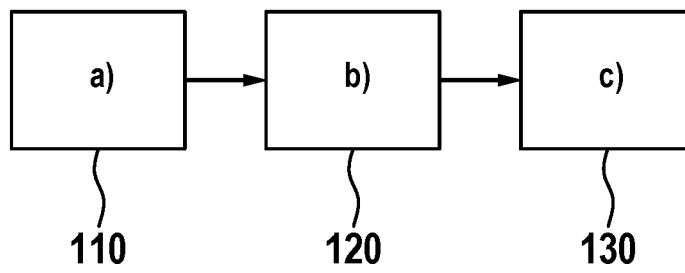
40

45

50

55

Fig. 1



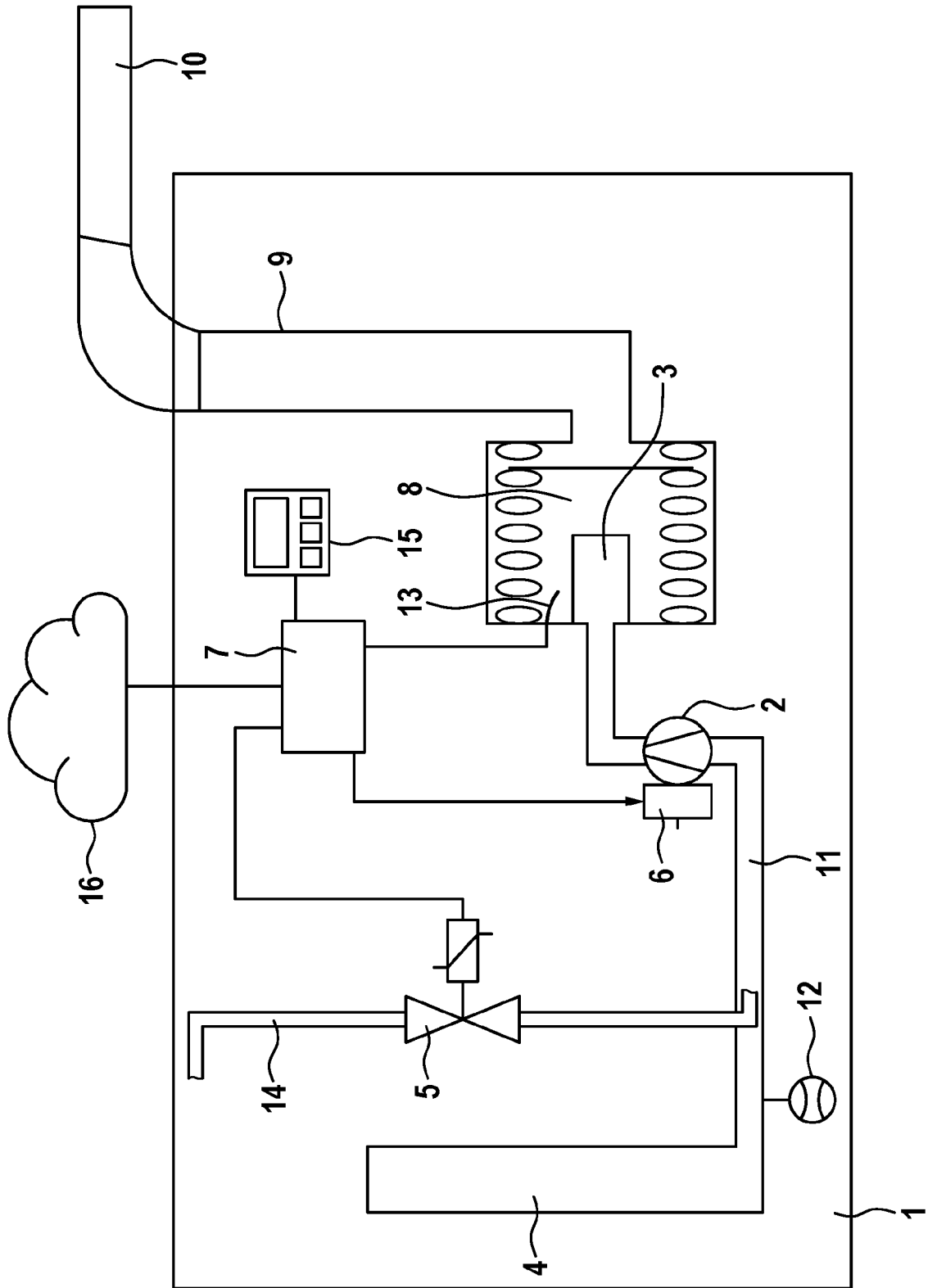


Fig. 2

Fig. 3

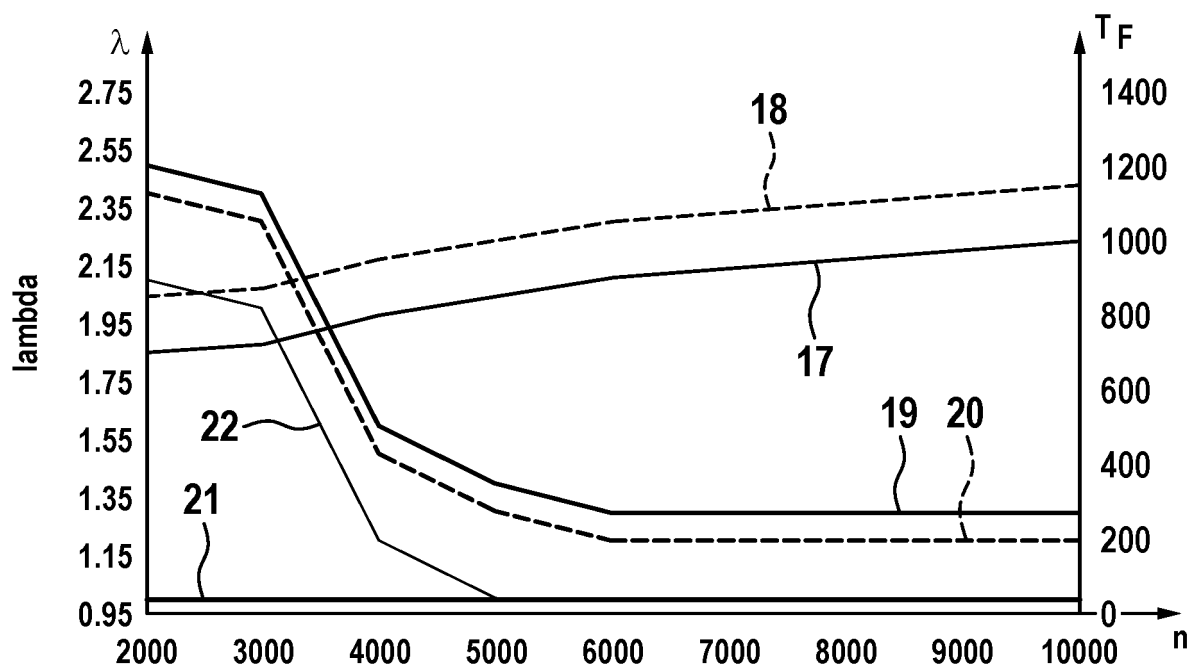
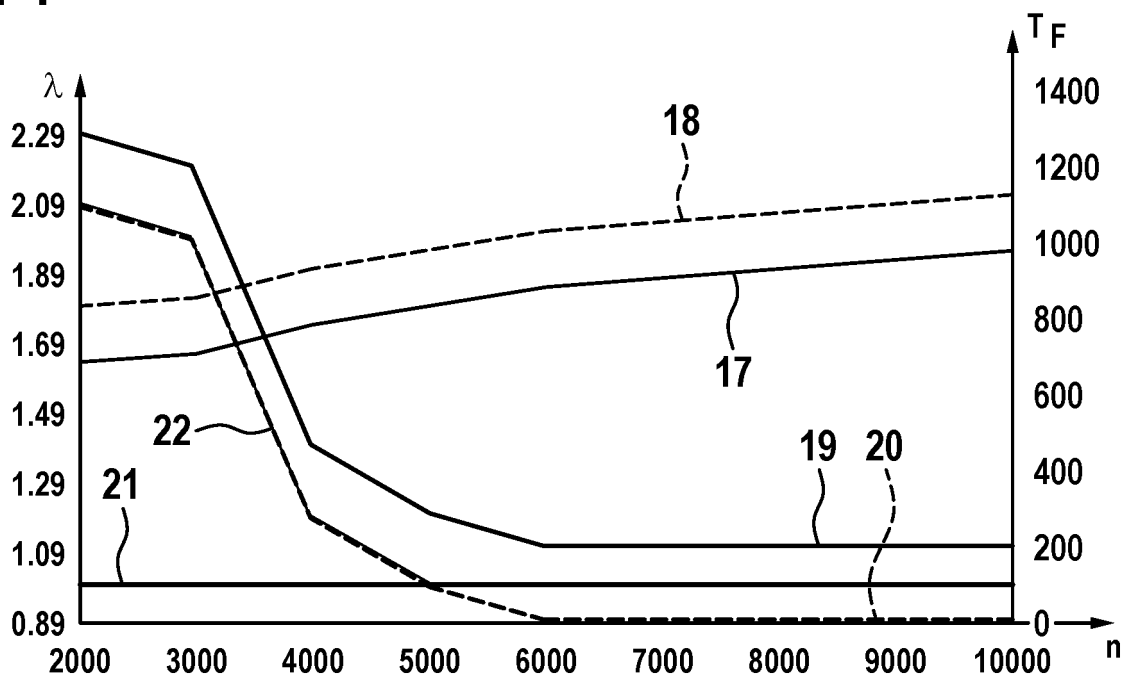


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 15 3104

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2017 204012 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8. März 2018 (2018-03-08)	1-4, 7-13, 15	INV. F23N1/00
Y	* Seite 5, Absatz 35 - Seite 10, Absatz 59 *	5,6,14	F23N5/24
	* Abbildungen 1-6 *		
Y	DE 10 2021 102713 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 11. August 2022 (2022-08-11)	5,6,14	
	* Seite 2, Absatz 5 - Seite 4, Absatz 24 *		
	* Abbildungen 1-2 *		
A	EP 3 680 553 B1 (VAILLANT GMBH [DE]) 25. August 2021 (2021-08-25)	1-15	
	* Spalte 2, Absatz 9 - Spalte 3, Absatz 17 *		
	* Abbildung 1 *		
A	DE 41 41 116 C1 (REITER, RAINER) 8. April 1993 (1993-04-08)	1-15	
	* Spalte 2, Zeile 30 - Spalte 8, Zeile 8 *		
	* Abbildungen 1-3 *		
A	DE 10 2021 108014 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 6. Oktober 2022 (2022-10-06)	1-15	
	* das ganze Dokument *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Juni 2024	Prüfer Rudolf, Andreas
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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			

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

EP 24 15 3104

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

21-06-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102017204012 A1	08-03-2018	KEINE	

15	DE 102021102713 A1	11-08-2022	DE 102021102713 A1	11-08-2022
			EP 4043793 A1	17-08-2022

	EP 3680553 B1	25-08-2021	DE 102019100467 A1	16-07-2020
			EP 3680553 A1	15-07-2020
			ES 2898383 T3	07-03-2022
20			PL 3680553 T3	17-01-2022

	DE 4141116 C1	08-04-1993	KEINE	

25	DE 102021108014 A1	06-10-2022	DE 102021108014 A1	06-10-2022
			EP 4071408 A1	12-10-2022

30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

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 102020125351 A1 [0005]