



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:
20.03.2024 Patentblatt 2024/12
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23N 3/08 (2006.01) F23N 5/02 (2006.01)
- (21)

Anmeldenummer: 23197371.0
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23N 5/022; F23N 3/082; F23N 2225/30;
F23N 2233/08
- (22)

Anmeldetag: 14.09.2023

- (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:
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: 19.09.2022 DE 102022123899
- (71)

Anmelder: Vaillant GmbH
42859 Remscheid NRW (DE)

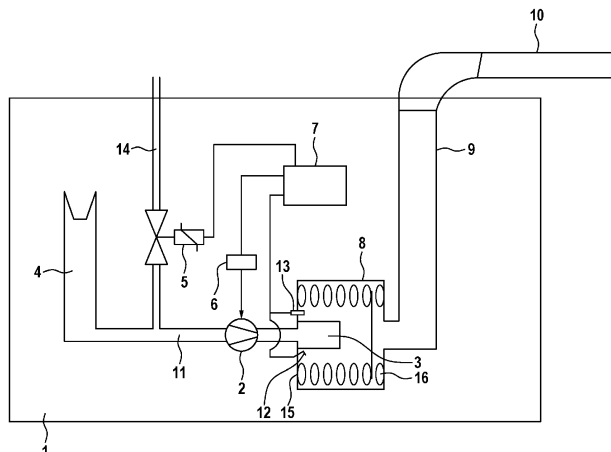
(54)

VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES HEIZGERÄTES, COMPUTERPROGRAMM, REGEL-
UND STEUERGERÄT, HEIZGERÄT UND VERWENDUNG EINER ERFASSTEN DREHZAHL

- (57)

Vorgeschlagen wird ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes (1), welches eine Fördereinrichtung (2) zum Fördern eines Verbrennungsgemisches aus Brennstoff und Verbrennungsluft zu einem Brenner (3) und einen Flammentempersensor (13) zum Erfassen einer Temperatur (20) aufweisen. Das Verfahren kann zumindest die folgenden Schritte umfassen:
a) Erfassen eines Betriebspunktes und zugehöriger Betriebsparameter des Heizgerätes (1),
b) Erwärmen des Flammentempersensors (13),
c) Erhöhen des zugeführten Massestromes Verbrennungsluft, bis die Temperatur (20) des Flammentempersensors (13) der in Schritt a) erfassten Temperatur (20) entspricht, und Erfassen der erforderlichen Änderung des Massestromes Verbrennungsluft zu Kühlen des Flammentempersensors (13) auf die in Schritt a) erfasste Temperatur (20), und
d) Bestimmen eines Verbrennungsluftverhältnisses (27) anhand der in Schritt c) erfassten Änderung des Massestromes Verbrennungsluft. Das Verfahren ermöglicht die Feststellung und Kompensation eines Sensordriftes eines zur Flammenüberwachung eingesetzten Flammentempersensors (13) und eines damit verbundenen Drittes eines ermittelten Verbrennungsluftverhältnisses (27).

Fig. 2



Beschreibung

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

[0002] Es sind eine Vielzahl von Heizgeräten bekannt, die ein von einer Fördereinrichtung gefördertes Verbrennungsgemisch aus einem Brennstoff, insbesondere einem Brenngas wie Erdgas oder Wasserstoff, einem Brenner zuführen und verbrennen und die entstehende Wärme zur Versorgung eines Gebäudes nutzen.

[0003] Diese Heizgeräte haben zumeist eine Regelung der Zusammensetzung des Verbrennungsgemisches und damit des Verbrennungsluftverhältnisses (auch als Lambda oder Luftzahl bezeichnet). Hierfür werden in der Regel ein oder mehrere Signale einer Flammenüberwachung herangezogen, die einerseits ein Vorhandensein einer Flamme am Brenner überwachen, andererseits zudem zur Regelung des Verbrennungsluftverhältnisses genutzt werden kann.

[0004] Häufig wird zur Flammenüberwachung ein Ionisationsstrom der Flamme gemessen, aus dem auf ein vorliegendes Verbrennungsluftverhältnis geschlossen werden kann. Eine Messung des Ionisationsstromes ist jedoch bei wasserstoffbetriebenen Heizgeräten nicht robust möglich, da bei der Verbrennung von Wasserstoff nicht ausreichend freie Ladungsträger entstehen. Daher kommen bei wasserstoffbetriebenen Heizgeräten andere Sensorsysteme zum Einsatz, insbesondere eine Messung der von der Flamme emittierten Strahlung, insbesondere der UV-Strahlung, oder eine Messung der Flammentemperatur. Hierzu wird in der DE 10 2004 055 716 C5 ein Verfahren zur Regelung einer Feuerungseinrichtung vorgeschlagen, dass eine Temperaturmessung als Eingangsparameter nutzt.

[0005] Insbesondere Temperatursensoren zur Messung einer Flammentemperatur können einem Sensor drift unterliegen, also einer langsamen Veränderung des Signals bei gleichen Messbedingungen. Bei der Nutzung für eine Regelung des Verbrennungsluftverhältnisses kann ein Sensordrift eine Regelung in einen unsicheren Bereich, beispielsweise ein Verbrennungsgemisch mit einem zu hohen Anteil Brennstoff (Wasserstoff) mit einem Verbrennungsluftverhältnis (Lambda) $\lambda < 1$, also einem fetten Verbrennungsgemisch, führen.

[0006] Ein Sensordrift kann beispielsweise mittels eines parallel vorhandenen Lambda-Sensors überwacht werden. Allerdings sind Lambda-Sensoren kostenaufwendig und zudem muss das Heizgerät hierfür baulich verändert werden.

[0007] Die DE 10 2004 030 300 A1 beschreibt ein Verfahren zur Einstellung eines Betriebsparameters einer Feuerungseinrichtung, bei dem ein Mischungsverhältnis des zugeführten Luft-Gasgemisches anhand eines Maximums der von der Feuerungseinrichtung erzeugten Temperatur eingestellt wird. Das Verfahren ermöglicht jedoch nur eine indirekte Regelung des Mischungsver-

hältnisses. Zudem können bei einer Durchführung des Verfahrens und einer damit verbundenen Variation des Mischungsverhältnisses unsichere Betriebszustände eintreten.

[0008] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes, ein Computerprogramm, ein Regel- und Steuergerät sowie ein Heizgerät vorzuschlagen, die die geschilderten Probleme des Standes der Technik zumindest teilweise überwinden. Dabei soll die Erfindung eine Überprüfung eines Sensorsignals eines Temperatursensors zur Regelung eines Verbrennungsgemisches eines Heizgerätes ermöglichen, insbesondere eines mit Wasserstoff betriebenen Heizgerätes.

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] Hierzu trägt ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes bei, wobei das Heizgerät eine Fördereinrichtung zum Fördern eines Gemisches aus Brennstoff und Verbrennungsluft zu einem Brenner und einen Flammentemperatursensor aufweist. Das Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte:

- a) Erfassen eines Betriebspunktes und zugehöriger Betriebsparameter des Heizgerätes, einschließlich einer mittels des Flammentemperatursensors erfassten Temperatur,
- b) Erwärmen des Flammentemperatursensors,
- c) Erhöhen des zugeführten Massestromes Verbrennungsluft, bis die Temperatur des Flammentemperatursensors der in Schritt a) erfassten Temperatur entspricht, und Erfassen der erforderlichen Änderung des Massestromes Verbrennungsluft zum Kühlen des Flammentemperatursensors auf die in Schritt a) erfasste Temperatur, und
- d) Bestimmen eines Verbrennungsluftverhältnisses anhand der in Schritt c) erfassten Änderung des Massestromes Verbrennungsluft.

[0012] Die Schritte a), b), c) und d) können dabei mindestens einmal in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden. Insbesondere können die Schritte a) bis

d) während des Betriebs eines Heizgerätes in regelmäßigen zeitlichen Abständen (stündlich oder minütlich) durchgeführt werden. Das Verfahren dient insbesondere einer Überprüfung eines Signals eines Flammentempertursensors und/ oder eines eingestellten Verbrennungsluftverhältnisses des Verbrennungsgemisches.

[0013] Das Heizgerät kann zumindest einen Wärmeerzeuger, 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.

[0014] Hierzu kann das Heizgerät eine Fördereinrichtung, insbesondere ein Gebläse, aufweisen, das ein Verbrennungsgemisch 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. 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.

[0015] Zudem kann das Heizgerät eine Flammenüberwachung aufweisen. Diese kann einen Flammentempertursensor umfassen, der dazu eingerichtet ist, eine Flammentemperatur oder eine Temperatur, die einen Rückschluss auf die Flammentemperatur gibt (Temperatur Brenner oder Gehäuse), zu erfassen. Insbesondere ist der Flammentempertursensor jedoch in oder in unmittelbarer Nähe der Flamme des Heizgerätes angeordnet.

[0016] Grundsätzlich kann zum Erfassen der Flammentemperatur des Heizgerätes ein beliebiger Tempe-

ratursensor eingesetzt werden. Insbesondere kann ein widerstandsbasierter Temperatursensor, beispielsweise ein Heißeiter (NTC) oder Kallteiter (PTC), ein Platin- oder Silizium-Messwiderstand, oder auch ein Halbleiter-Temperatursensor genutzt werden.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann der Temperatursensor eine Zündeinrichtung sein, insbesondere ein Hot-Surface-Igniter (HSI) des Heizgerätes. In vorteilhafter Weise wird so die Komplexität eines Heizgerätes nicht erhöht, und es sind keine zusätzlichen Bauteile und bauliche Veränderungen am Heizgerät zur Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens notwendig.

[0018] Gemäß einer Ausgestaltung kann der zugeführte Massestrom Brenngas (und damit die Öffnungsposition des Gasventils) während der Durchführung der Schritte a) bis c) konstant bleiben, so dass sich im Rahmen der Durchführung des Schrittes c) eine Änderung (Erhöhung des Verbrennungsluftverhältnisses λ) ergibt. Vorteilhaft kann so sichergestellt werden, dass das Heizgerät nicht in unsichere Betriebszustände während der Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens ergibt.

[0019] Dabei versteht sich, dass für ein hier vorgeschlagenes Verfahren auch die Signale mehrerer (verschiedener) Flammentempertursensoren und damit auch mehrere erfasste Temperaturen einbezogen werden können.

[0020] Für die Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens kann das Heizgerät in Betrieb sein und eine Regelung des Heizgerätes ein Verbrennungsluftverhältnis anhand einer erfassten Flammentemperatur einstellen. Für die Durchführung des Verfahrens sollte keine Modulation des Heizgerätes, also keine Änderung des Betriebspunktes erfolgen oder in kurzem zeitlichem Abstand davor erfolgt sein, damit das Heizgerät einen möglichst stationären Zustand hat.

[0021] Gemäß einem Schritt a) kann ein Erfassen eines Betriebspunktes und zugehöriger Betriebsparameter des Heizgerätes erfolgen. Ein zugehöriger Betriebsparameter des Heizgerätes ist insbesondere eine Temperatur des Flammentempertursensors bzw. eine Temperatur, welche mit dem Flammentempertursensor bestimmt wird. Der Schritt a) kann dabei insbesondere von einem Regel- und Steuergerät des Heizgerätes durchgeführt werden, wobei insbesondere erfasste Betriebsparameter auf einem Speicher des Regel- und Steuergerätes hinterlegt werden können.

[0022] Gemäß einer Ausgestaltung können insbesondere zumindest folgende Betriebsparameter erfasst werden:

- ein Massestrom Verbrennungsluft, anhand eines Signals der Fördereinrichtung und/ oder eines Durchflusssensors,
- ein Massestrom Brennstoff, anhand einer Ventilstellung eines Gasventils und/ oder eines Durchflusssensors.

[0023] Gemäß einer Ausgestaltung kann die Fördereinrichtung insbesondere ein Gebläse sein und eine Leistung der Fördereinrichtung eine Drehzahl derselben.

[0024] Gemäß einem Schritt b) kann ein Erwärmen des Flammentempersensors erfolgen. Insbesondere kann ein Erwärmen des Flammentempersensors um eine vorgegebene Temperaturdifferenz erfolgen.

[0025] Gemäß einer Ausgestaltung kann der Flammentempersensor mittels elektrischer Energie beheizt werden. Ein Erwärmen um eine vorgegebene Temperaturdifferenz kann insbesondere erfolgen, indem der Flammentempersensor mit einer vorgegebenen elektrischen Leistung erwärmt wird. Dabei kann die (aktuelle) Temperatur des Flammentempersensors weiter erfasst werden.

[0026] Gemäß einem Schritt c) kann der zugeführte Massestrom Verbrennungsluft gesteigert werden, bis die Temperatur des Flammentempersensors der in Schritt a) erfassten Temperatur entspricht, und die hierfür erforderliche Änderung des Massestromes Verbrennungsluft kann erfasst werden. Durch ein Steigern des zugeführten Massestromes Verbrennungsluft kann die Kühlwirkung bzw. ein Effekt der durch den Massestrom Verbrennungsluft bewirkten erzwungenen Konvektion erhöht werden und somit ein Abkühlen des Flammentempersensors erreicht werden. Somit wird eine erforderliche Änderung der Leistung der Fördereinrichtung erfasst, die benötigt wird, um den (erwärmten bzw. mit elektrischer Energie beaufschlagten) Flammentempersensor auf die in Schritt a) erfasste Temperatur abzukühlen. Bedingt durch unterschiedliche physikalische Eigenschaften von Brennstoff und Verbrennungsluft ist die Änderung der Leistung der Fördereinrichtung auch von dem Verbrennungsluftverhältnis abhängig, so dass dieses aus der ermittelten Änderung der Leistung der Fördereinrichtung bestimmbar ist.

[0027] Gemäß einer Ausgestaltung kann die zu erfassende Änderung der Leistung der Fördereinrichtung beispielsweise:

- eine Änderung der Drehzahl,
- eine Änderung eines Steuersignals (beispielsweise eines PWM- (pulsweitenmodulierten) Signals), und/oder
- eine Änderung einer Leistungsaufnahme der Fördereinrichtung sein.

[0028] 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.

[0029] Gemäß Schritt d) kann nun ein Verbrennungsluftverhältnis anhand der in Schritt c) erfassten erforderlichen Änderung der Leistung der Fördereinrichtung bestimmt werden. Hierzu kann beispielsweise ein Referenz-

renzzusammenhang herangezogen werden, der im Vorfeld im Rahmen von (Labor-) Versuchen an einem Referenzheizgerät empirisch ermittelt wurde und einer ermittelten erforderlichen Änderung des Massestromes Verbrennungsluft zum Abkühlen des Flammentempersensors ein Verbrennungsluftverhältnis zuordnet.

[0030] Gemäß einer Ausgestaltung kann der Referenzzusammenhang auch ein Kennfeld in Abhängigkeit eines Modulationspunktes des Heizgerätes sein.

[0031] Gemäß einem optionalen Schritt e) kann eine Abweichung des in Schritt d) bestimmten Verbrennungsluftverhältnisses von dem in Schritt a) gespeicherten Verbrennungsluftverhältnis kompensiert werden. Hierfür kann beispielsweise eine Korrekturfunktion ermittelt werden, die in die Regelung des Heizgerätes implementiert einen durch den Flammentempersensor ermitteltes Verbrennungsluftverhältnis in ein korrigiertes Verbrennungsluftverhältnis überführt. Alternativ oder kumulativ kann iterativ in der Regelung der Soll- oder Istwert des Temperatursensors entsprechend der zu kompensierenden Abweichung angepasst werden..

[0032] Um den Sensor-Drift zu kompensieren, wird hier also in regelmäßigen Abständen oder anlassbezogen eine Kompensationsroutine durchgeführt. Dazu wird bei laufendem Heizgerät bei gegebenem Betriebspunkt bevorzugt folgender Ablauf durchgeführt:

1 - Betriebspunkt speichern: Zunächst werden die Heizgeräte-Zustände des Ausgangspunktes gespeichert. Das sind insbesondere die Luftmenge (Lüfterdrehzahl, Luftmassenstrom-Messwert, etc.), die Gasmenge (Ventilstellung, Gasmassenstrom-Messwert, etc.) und der Temperaturmesswert der Gemisch-Regelung.

2 - Gerätezustand festhalten: Nun wird die Regelung pausiert und der Zustand gehalten, d.h. Luftmenge und Gasmenge bleiben gleich.

3 - Bestromen des Flammentempersensor (bspw. 5W leistungsgeregelt): Es wird eine elektrische Leistung auf den Flammentempersensor der Gemisch-Regelung gegeben, der Flammentempersensor wärmt sich gegenüber dem Ausgangspunkt in Schritt 1 auf.

4 - Lüfterdrehzahl erhöhen (Lambda steigt und Sensor wird gekühlt) bis Temperatur = Ursprungstemperatur: Jetzt wird die Luftmenge allmählich vergrößert. Dadurch steigt das Lambda und der Sensor wird gekühlt. Die Luftmenge wird so weit erhöht, bis die Temperatur erreicht wird, die unter Schritt 1 als Ausgangspunkt gespeichert wurde.

5 - benötigte Drehzahldifferenz speichern: In einer Software kann die benötigte Luftmengendifferenz, die für die Rückkühlung der eingebrachten elektrischen Leistung nötig ist, ausgewertet werden. Wenn

die Differenz größer/kleiner als eine erwartete (gespeicherte bzw. kalibrierte) Differenz ist, kann iterativ der Sensor-Sollwert vergrößert/verkleinert werden, bis die Zieldrehzahldifferenz wieder getroffen wird. Hintergrund ist, dass die benötigte Luftmenge zur Rückkühlung der zugeführten elektrischen Energie abhängig vom Ausgangszustand des Gerätes ist.

[0033] 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.

[0034] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein maschinenlesbares Speichermedium vorgeschlagen, auf dem das Computerprogramm gespeichert ist.

[0035] Regelmäßig handelt es sich bei dem maschinenlesbaren Speichermedium um einen computerlesbaren Datenträger.

[0036] 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 und einem Flammentempersensor 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 einen in Schritt a) erfasste Betriebspunkt bzw. damit zusammenhängende Betriebsparameter und/ oder einen Referenzzusammenhang.

[0037] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein Heizgerät vorgeschlagen, aufweisend ein hier vorgeschlagenes Regel- und Steuergerät. Bei dem Heizgerät kann es sich um ein Gasheizgerät, insbesondere um ein wasserstoffbetriebenes Gasheizgerät, handeln. Das Gasheizgerät kann einen Brenner und eine Fördereinrichtung aufweisen, mit der ein Gemisch aus Brennstoff (Wasserstoff) und Verbrennungsluft dem Brenner zugeführt werden kann. Zudem kann das Heizgerät einen Flammentempersensor umfassen, der derart am Brenner des Heizgerätes angeordnet sein kann, dass eine Flammentemperatur direkt oder indirekt erfassbar ist.

[0038] Nach einem weiteren Aspekt wird auch eine

Verwendung einer erfassten Drehzahländerung einer Fördereinrichtung eines Heizgerätes vorgeschlagen, wobei die erfasste Drehzahländerung die zum Kühlen eines Temperatursensors um einen vorgegebenen Temperaturbetrag erforderlich ist und zum Ermitteln eines Verbrennungsluftverhältnisses des Heizgerätes verwendet wird.

[0039] Die im Zusammenhang mit dem Verfahren erörterten Details, Merkmale und vorteilhaften Ausgestaltungen können entsprechend auch bei dem hier vorgestellten Computerprogramm, dem Regel- und Steuergerät, dem Heizgerät und der Verwendung auftreten und umgekehrt. Insoweit wird auf die dortigen Ausführungen zur näheren Charakterisierung der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

[0040] Hier werden somit ein Verfahren zur Betreiben eines Heizgerätes, ein Computerprogramm, ein Regel- und Steuergerät, ein Heizgerät und eine Verwendung 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, das Heizgerät sowie die Verwendung zumindest dazu bei, ein anhand einer Flammentemperatur eines Heizgerätes ermitteltes Verbrennungsluftverhältnis zu überprüfen und gegebenenfalls Fehler desselben zu kompensieren.

[0041] Weiter vorteilhaft ist ein hier vorgeschlagenes Verfahren vollständig computerimplementiert durchführbar und erfordert somit keine baulichen Änderungen an einem Heizgerät.

[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:

Fig. 1: einen Ablauf eines hier vorgeschlagenen Verfahrens,
Fig. 2: ein hier vorgeschlagenes Heizgerät, und
Fig. 3 bis 6: 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, 130 und 140 dargestellte Durchführung der Schritte a), b), c und d) kann bei einem regulären Verfahrensablauf mindestens einmal in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden. Das Verfahren dient einer Überprüfung eines mit einem Flammentem-

peratursensor 13 ermittelten Verbrennungsluftverhältnisses (λ) 27 und gegebenenfalls einer Korrektur desselben. Das Verfahren kann dabei insbesondere an einem in Betrieb befindlichen Heizgerät 1 durchgeführt werden.

[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 Massenstromsensor 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 und dort bei einem Startvorgang des Heizgerätes 1 von einer Zündeinrichtung 12 entzündet werden. Der Brenner 3 kann eine Zylinderform aufweisen, die mit einer Grundfläche an einer Brenntür 15 derart befestigt sein kann, dass Verbrennungsgemisch aus dem Gemischkanal 11 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. In der Brennkammer 8 kann zudem ein Wärmetauscher 16 angeordnet sein, der bei der Verbrennung gewonnene Wärme auf einen in einem Heizkreis zirkulierenden Wärmeträger übertragen kann.

[0045] Das hier vorgeschlagene Heizgerät 1 kann insbesondere zur Verbrennung von Wasserstoff eingerichtet sein. Zudem kann das Heizgerät 1 in einer Brenntür 15 einen Flammentempersensor 13 als Vorrichtung zur Flammenüberwachung aufweisen.

[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 und dem Flammentempersensor 13 elektrisch verbunden sein. Das Regel- und Steuergerät 7 kann zur Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens eingerichtet sein.

[0047] Die Fig. 3 bis 6 zeigen Parameterverläufe die sich bei Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens einstellen können, ein Verlauf einer Ventilstellung 17 des Gasventils 5, einer Drehzahl 18 der Fördereinrichtung 2, einer elektrischen Leistung 19 zur Erwärmung des Flammentempersensors 13, einer Temperatur 20 des Flammentempersensors 13 und des Verbrennungsluftverhältnisses 27 in den Fig. 3 und 4 für einen Normalbetrieb mit einem Verbrennungsluftverhältnis (λ) 27 in einem Bereich von ca. 1,35 und in den Fig. 5 und 6 mit einem erhöhten Brenngasanteil im Verbrennungsgemisch und einem resultierenden niedrigeren

Verbrennungsluftverhältnis 27 von ca. 1,15.

[0048] Im Rahmen der Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens kann in Block 110 gemäß Schritt a) ein Erfassen eines Betriebspunktes und zugehöriger Betriebsparameter des Heizgerätes 1 erfolgen. Die zu erfassenden Betriebsparameter können insbesondere ein Massestrom Verbrennungsluft, anhand der Drehzahl 18 der Fördereinrichtung 2,

- 10 - ein Massestrom Brennstoff, anhand einer Ventilstellung 17 eines Gasventils 5, und/ oder
- eine Temperatur 20 des Flammentempersensors 13.

15 Der Schritt a) kann dabei während des Betriebes des Heizgerätes 1 durchgeführt werden. Eine Durchführung des Schrittes a) kann durch das Regel- und Steuergerät 7 erfolgen.

[0049] In Block 120 gemäß Schritt b) kann ein Erwärmen des Flammentempersensors 13 erfolgen. Die Erwärmung kann dabei zu einem ersten Zeitpunkt 21 beginnen, indem der Flammentempersensor 13 mit einer Leistung 19 von ca. 5 W [Watt] zur Erwärmung beaufschlagt wird. Dadurch kann die Temperatur 20 des Flammentempersensors 13 von ca. 900 °C [Grad Celsius] auf 1000 °C um eine Temperaturänderung 26 ansteigen.

[0050] In Block 130 kann gemäß Schritt c) ein Erhöhen des zugeführten Massestromes Verbrennungsluft, bis die Temperatur 20 des Flammentempersensors 13 der in Schritt a) erfassten Temperatur 20 entspricht, im vorliegenden Fall die Temperatur 20 zum ersten Zeitpunkt 21 von ca. 900 °C. Hierzu kann ab einem zweiten Zeitpunkt 22 eine Drehzahl 18 der Fördereinrichtung 2 erhöht werden bis zu einem dritten Zeitpunkt die Temperatur 20 des Flammentempersensors 13 zum ersten Zeitpunkt 21 erreicht wird. Zudem kann ein Erfassen der erforderlichen Änderung des Massestromes Verbrennungsluft zum Kühlen des Flammentempersensors 13 auf die in Schritt a) erfasste Temperatur 20 (von ca. 900 °C) erfolgen (also einer Temperaturänderung 26 die der Erwärmung in Schritt b)) entspricht, vorliegend ca. 100 K [Kelvin]). Die entsprechende Drehzahländerung 25 beträgt beim Normalbetrieb gemäß den Fig. 3 und 4 ca. 500 U/min [Umdrehungen pro Minute] und beim Betrieb mit einem fetten Verbrennungsgemisch mit einem niedrigeren Verbrennungsluftverhältnis in den Fig. 5 und 6 ca. 625 U/min. Zu erkennen ist auch eine Verlängerung der für das Abkühlen des Flammentempersensors 13 in Schritt c) benötigten Zeitdauer 24 vom ersten Zeitpunkt 21 bis zum zweiten Zeitpunkt 22.

[0051] In Block 140 kann gemäß Schritt d) ein Bestimmen eines Verbrennungsluftverhältnisses 27 anhand der in Schritt c) erfassten Änderung des Massestromes Verbrennungsluft, vorliegend der Drehzahländerung 25.

[0052] 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

[0053]

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	Zündeinrichtung
13	Flammentemperatursensor
14	Gaszuführung
15	Brennertür
16	Wärmetauscher
17	Ventilstellung Gasventil
18	Drehzahl Fördereinrichtung
19	Leistung Erwärmung Flammentemperatursensor
20	Temperatur
21	erster Zeitpunkt
22	zweiter Zeitpunkt
23	dritter Zeitpunkt
24	Zeitdauer
25	Drehzahländerung
26	Temperaturänderung
27	Verbrennungsluftverhältnis

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes (1), aufweisend eine Fördereinrichtung (2) zum Fördern eines Verbrennungsgemisches aus Brennstoff und Verbrennungsluft zu einem Brenner (3) und einen Flammentemperatursensor (13) zum Erfassen einer Temperatur (20), wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte umfasst:
 - a) Erfassen eines Betriebspunktes und zugehöriger Betriebsparameter des Heizgerätes (1),

einschließlich einer mittels des Flammentemperatursensors (13) erfassten Temperatur (20),
 b) Erwärmen des Flammentemperatursensors (13),
 c) Erhöhen des zugeführten Massestromes Verbrennungsluft, bis die Temperatur (20) des Flammentemperatursensors (13) der in Schritt a) erfassten Temperatur (20) entspricht, und Erfassen der erforderlichen Änderung des Massestromes Verbrennungsluft zu Kühlen des Flammentemperatursensors (13) auf die in Schritt a) erfasste Temperatur (20), und
 d) Bestimmen eines Verbrennungsluftverhältnisses (27) anhand der in Schritt c) erfassten Änderung des Massestromes Verbrennungsluft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in Schritt a) weiter zumindest einer der folgenden Betriebsparameter des Heizgerätes (1) erfasst wird:

- ein Massestrom Verbrennungsluft, anhand eines Signals der Fördereinrichtung (2) und/ oder eines Durchflusssensors,
 - ein Massestrom Brennstoff, anhand einer Ventilstellung (17) eines Gasventils (5) und/ oder eines Durchflusssensors.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei während der Durchführung der Schritte a) und b) die Masseströme Verbrennungsluft und Brennstoff konstant gehalten werden.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in Schritt b) der Flammentemperatursensor (13) mit elektrischer Energie beaufschlagt wird, um diesen zu erwärmen.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Fördereinrichtung (2) ein Gebläse ist und in Schritt c) eine Drehzahl der Fördereinrichtung (2) erhöht wird und eine Drehzahländerung (25) erfasst wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in Schritt d) ein Verbrennungsluftverhältnis (27) durch einen Vergleich der in Schritt c) erfassten Änderung des Massestromes Verbrennungsluft mit einem Referenzzusammenhang bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in Schritt e) eine Abweichung des in Schritt d) bestimmten Verbrennungsluftverhältnisses (27) von im Schritt a) gespeicherten Verbrennungsluftverhältnis (27) kompensiert wird.

8. Regel- und Steuergerät (7) eingerichtet, ein Verfah-

ren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 auszuführen.

9. Heizgerät (1), umfassend einen Flammentempersensor (13) zum Erfassen einer Temperatur (20), eine Fördereinrichtung (2) sowie Mittel, die so angepasst sind, dass sie ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausführen. 5
10. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bewirken, dass ein Heizgerät (1) nach Anspruch 9 die Verfahrensschritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausführt. 10
11. Verwendung einer erfassten Drehzahländerung (25) einer Fördereinrichtung (2) eines Heizgerätes (1) die zum Kühlen eines Flammentempersensors (13) um eine vorgegebene Temperaturänderung (26) erforderlich ist, zum Ermitteln eines Verbrennungsluftverhältnisses (27) des Heizgerätes (1). 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

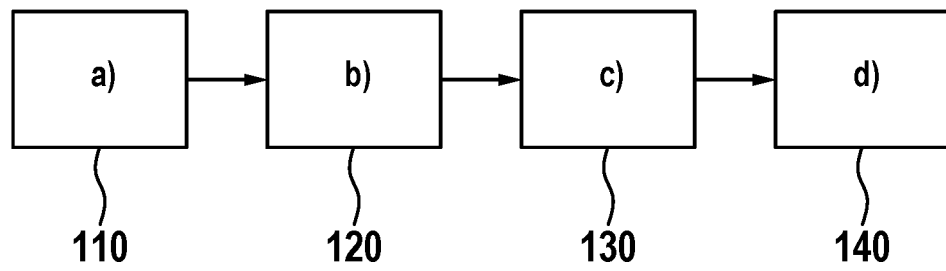


Fig. 2

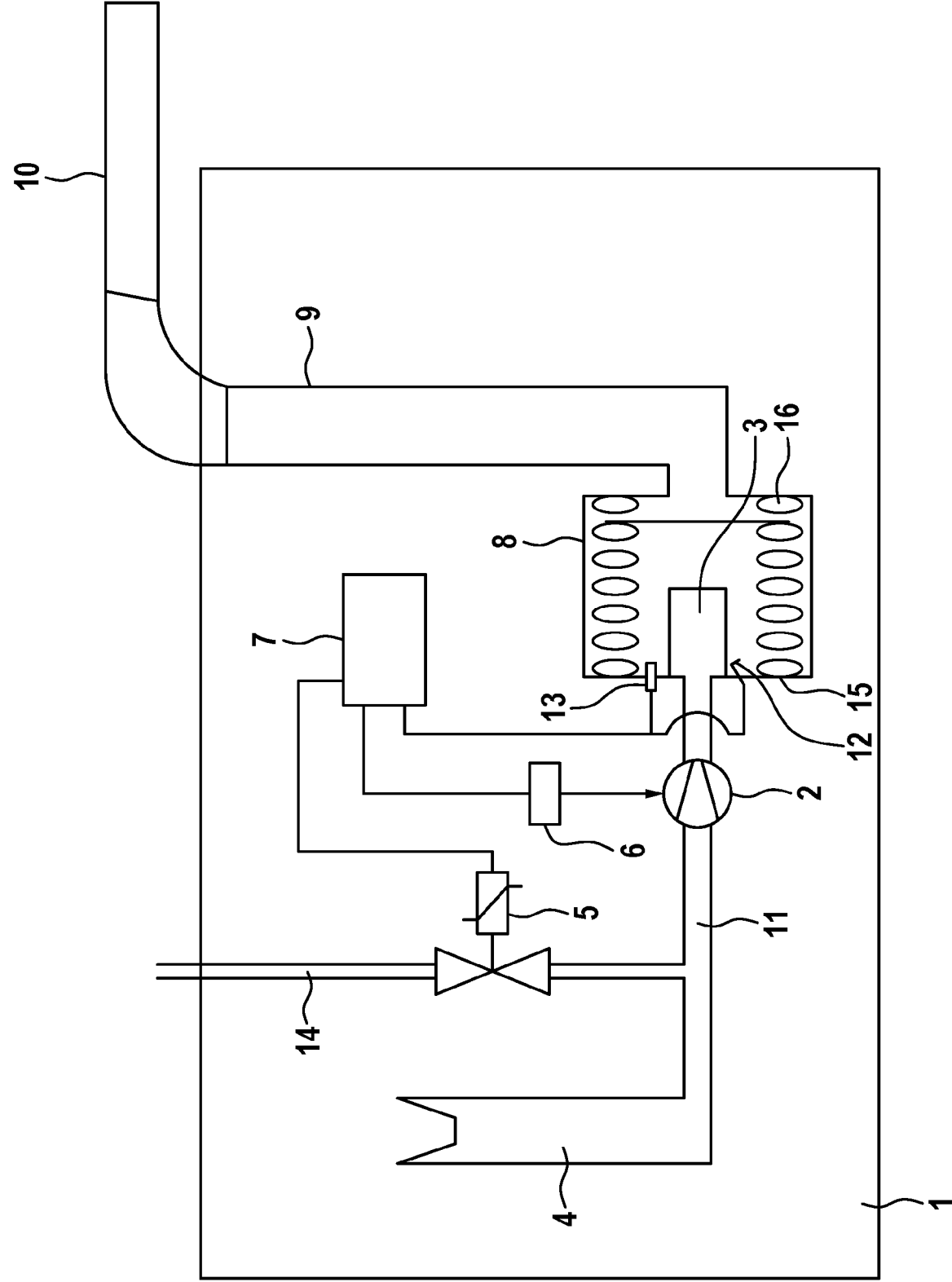


Fig. 3

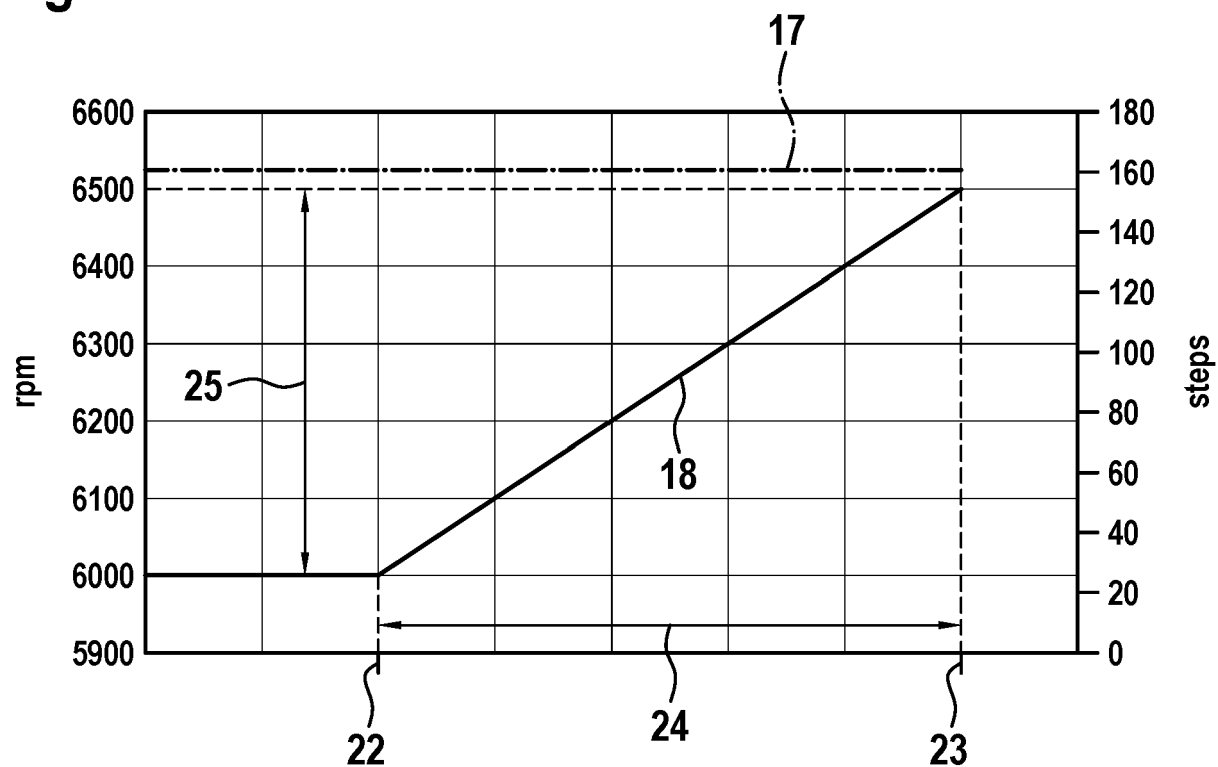


Fig. 4

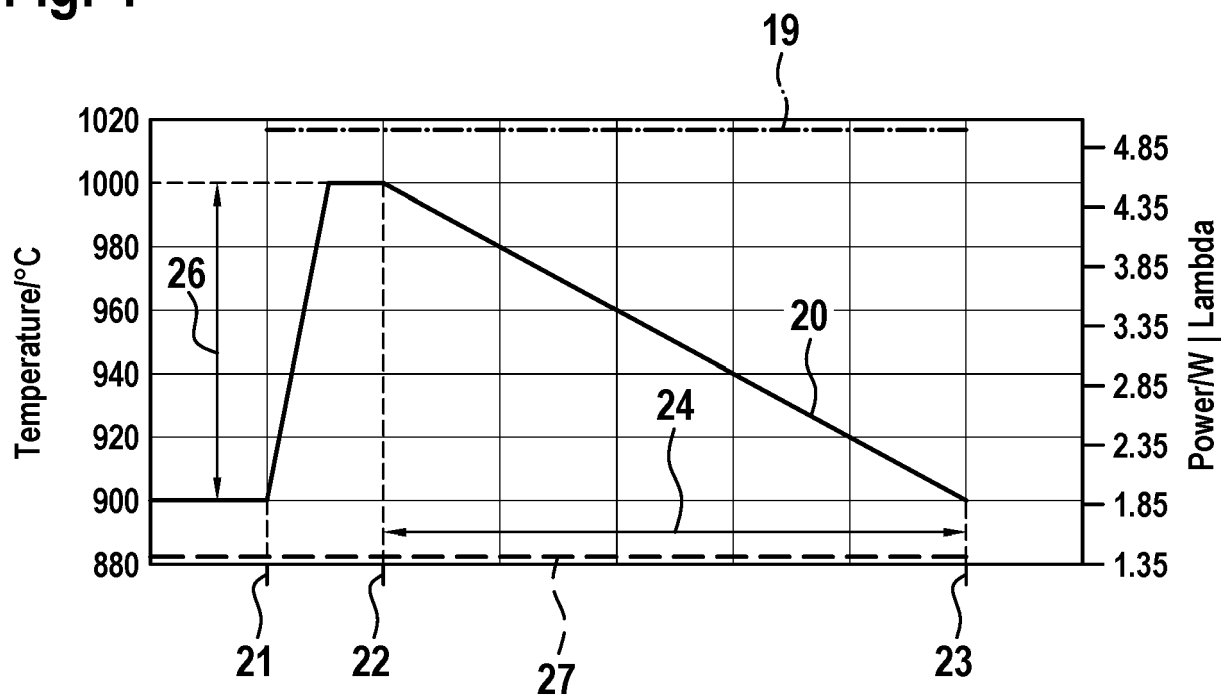


Fig. 5

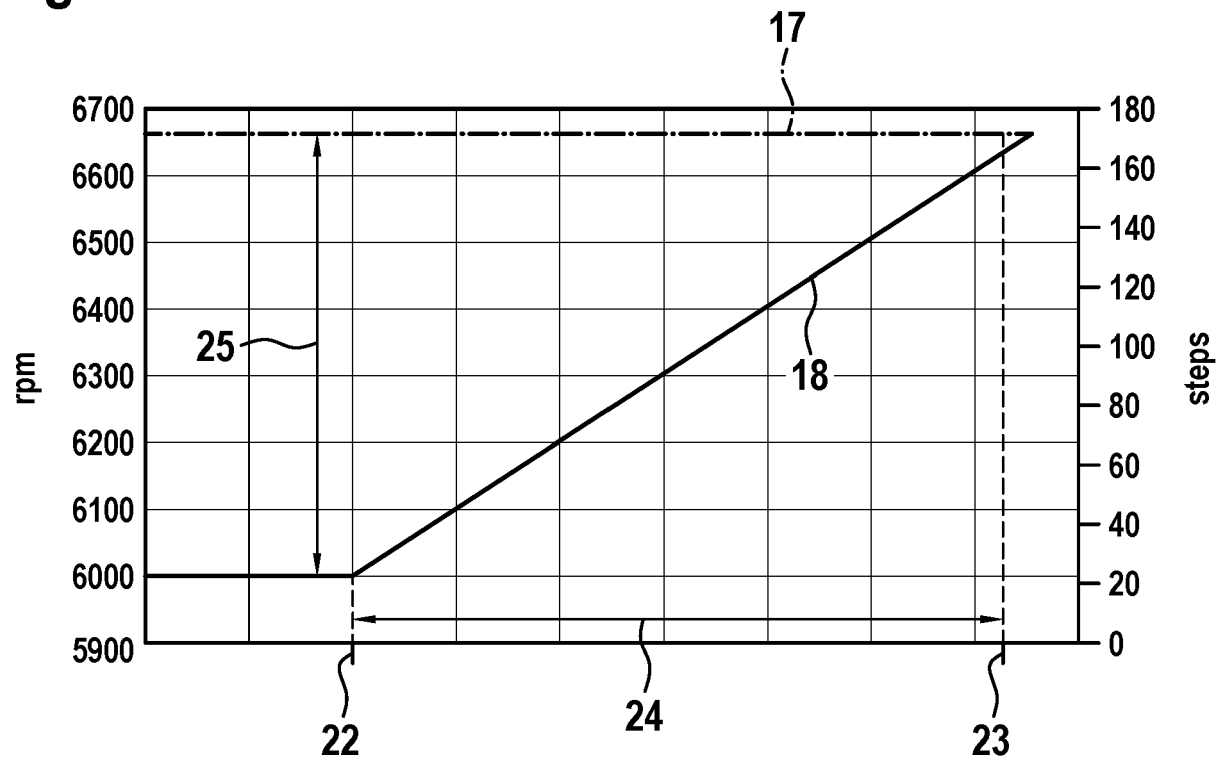
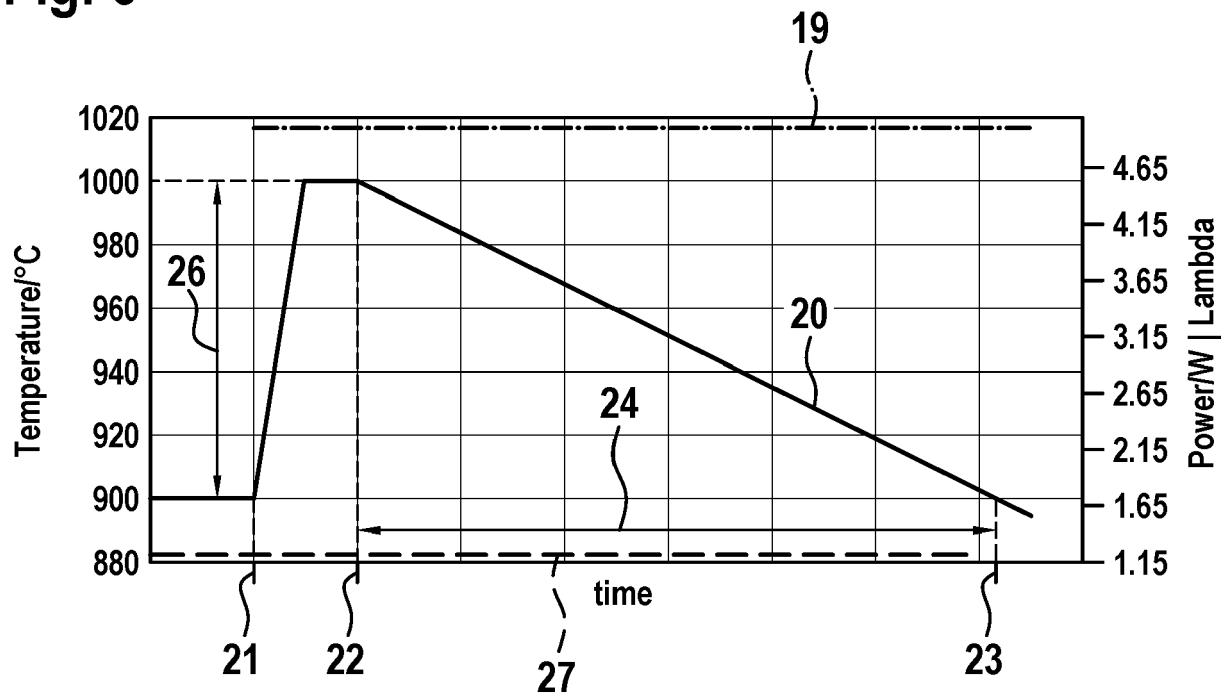


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 19 7371

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)
A	IT MI20 130 013 A1 (NORDGAS S R L) 9. Juli 2014 (2014-07-09) * Seite 4, Zeile 3 - Seite 12, Zeile 3 * * Abbildungen 1-2 * -----	1-11	INV. F23N3/08 F23N5/02
A	US 8 500 441 B2 (GEIGER MARTIN [DE]; GEIGER ULRICH [DE] ET AL.) 6. August 2013 (2013-08-06) * Spalte 7, Zeile 63 - Spalte 11, Zeile 43 * * Abbildungen 1-4 *	1-11	
A	DE 37 16 641 C2 (RINNAI KK [JP]) 2. Oktober 1997 (1997-10-02) * Spalte 2, Zeile 36 - Spalte 6, Zeile 44 * * Abbildungen 1-9 *	1-11	
A	US 10 502 418 B2 (INTERGAS HEATING ASSETS BV [NL]) 10. Dezember 2019 (2019-12-10) * Spalte 2, Zeile 20 - Spalte 15, Zeile 54 * * Abbildungen 1-9 * -----	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F23N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Januar 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 23 19 7371

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.

30-01-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
IT MI20130013 A1	09-07-2014	-----	
US 8500441 B2	06-08-2013	CA 2571520 A1	05-01-2006
		CA 2773654 A1	05-01-2006
		DE 102004055716 A1	12-01-2006
		EP 1902254 A1	26-03-2008
		EP 2594848 A1	22-05-2013
		KR 20070043712 A	25-04-2007
		KR 20110129884 A	02-12-2011
		US 2008318172 A1	25-12-2008
		US 2011033808 A1	10-02-2011
		WO 2006000366 A1	05-01-2006

DE 3716641 C2	02-10-1997	DE 3716641 A1	03-12-1987
		FR 2599473 A1	04-12-1987
		GB 2191022 A	02-12-1987
		JP H0378529 B2	16-12-1991
		JP S62280516 A	05-12-1987
		KR 870011422 A	23-12-1987

US 10502418 B2	10-12-2019	CA 2977630 A1	22-09-2016
		EP 3271655 A1	24-01-2018
		ES 2770825 T3	03-07-2020
		JP 6615217 B2	04-12-2019
		JP 2018508786 A	29-03-2018
		KR 20170139524 A	19-12-2017
		PL 3271655 T3	18-05-2020
		PT 3271655 T	20-01-2020
		RU 2017134145 A	03-04-2019
		UA 121327 C2	12-05-2020
		US 2018058691 A1	01-03-2018
		WO 2016148571 A1	22-09-2016

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 102004055716 C5 [0004]
- DE 102004030300 A1 [0007]