

(19)



(11)

EP 4 556 795 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2025 Patentblatt 2025/21

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

(21) Anmeldenummer: **23215410.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23N 1/022; F23N 5/184; F23N 5/242;
F23C 2900/9901; F23N 2005/181; F23N 2231/28;
F23N 2233/08

(22) Anmeldetag: **11.12.2023**

(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:
• **Nettingsmeier, Tim**
42369 Wuppertal (DE)
• **Resch, Marvin**
42857 Remscheid (DE)
• **Krah, Timo**
42109 Wuppertal (DE)
• **Deisling, Regina**
58285 Gevelsberg (DE)

(30) Priorität: **16.11.2023 DE 102022133655**

(71) Anmelder: **Vaillant GmbH**
42859 Remscheid NRW (DE)

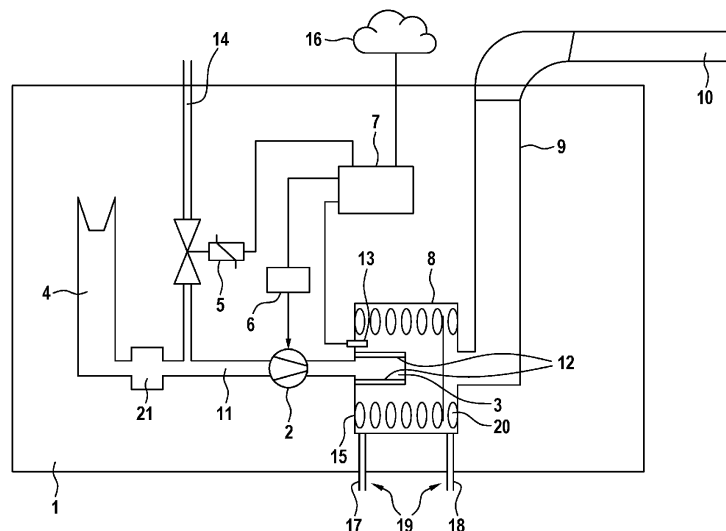
(74) Vertreter: **Popp, Carsten**
Vaillant GmbH
IR-IP
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES HEIZGERÄTES, COMPUTERPROGRAMM, REGEL- UND STEUERGERÄT UND HEIZGERÄT**

(57) Vorgeschlagen wird ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes (1), das zumindest einen Brenner (3), dem ein Gemisch aus Brenngas und Verbrennungsluft über einen Gemischkanal (11) mittels einer Fördereinrichtung (2) zugeführt wird, und ein Gasventil (5), dazu eingerichtet eine Durchflussmenge Brenngas zu steuern, aufweist, wobei bei dem Verfahren bei einem

Erkennen eines Abfallens einer Durchflussmenge Verbrennungsluft mit einem Gradienten unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes der zugeführte Massestrom Brenngas für einen Stabilisierungszeitraum reduziert wird. Zudem werden ein Computerprogramm, ein Regel- und Steuergerät (7) sowie ein Heizgerät (1) angegeben.

Fig. 1

**EP 4 556 795 A1**

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 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.

[0004] 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. Nachteilig ist der Einsatz einer Flammensperre aufwendig, insbesondere da sich regelmäßig zusetzende Flammensperren auszutauschen sind.

[0005] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes vorzuschlagen, das die geschilderten Probleme des Standes der Technik zumindest teilweise überwindet. Insbesondere soll ein robuster Betrieb eines Heizgerätes ermöglicht und Flammenrückschläge zuverlässig verhindert werden.

[0006] Zudem soll die Erfindung die Komplexität eines Heizgerätes zumindest nicht wesentlich erhöhen, sowie keine oder nur geringe bauliche Veränderungen an einem Heizgerät erfordern.

[0007] 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.

[0008] Hierzu trägt ein Verfahren zum Betreiben eines

Heizgerätes bei, wobei das Heizgerät zumindest folgendes aufweist: einen Brenner, dem ein Gemisch aus Brenngas und Verbrennungsluft über einen Gemischkanal mittels einer Fördereinrichtung zugeführt wird, und ein Gasventil, dazu eingerichtet eine Durchflussmenge Brenngas zu steuern. Das Verfahren umfasst, dass bei einem Erkennen eines Abfallens einer Durchflussmenge Verbrennungsluft mit einem (aktuell bestimmten) Gradienten unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes, der zugeführte Massestrom Brenngas für einen (vorgegebenen) Stabilisierungszeitraum reduziert wird.

[0009] Das Verfahren bzw. diese Prüfung kann während des Betriebes eines Heizgerätes permanent, dauerhaft durchgeführt werden bzw. aktiviert sein. Das Verfahren dient einem sicheren Betrieb eines Heizgerätes und insbesondere einem Vermeiden von Flammenrückschlägen.

[0010] Bei dem Heizgerät handelt es sich insbesondere um ein Gasheizgerät, das dazu eingerichtet ist, ein Brenngas, wie Erdgas oder insbesondere Wasserstoff unter Zufuhr von Umgebungsluft (Verbrennungsluft) zu verbrennen und Wärmeenergie, beispielsweise zur Erwärmung eines Wärmeträgers eines Heizkreislaufes oder auch zur Bereitstellung einer Warmwasserversorgung, zu erzeugen. Insbesondere kann es sich bei dem Heizgerät um ein Brennwertgerät handeln. Das Heizgerät weist in der Regel eine Fördereinrichtung bzw. ein Gebläse auf, die ein Gemisch von Brennstoff und Verbrennungsluft über einen Gemischkanal (Gemischgas-kanal, Gemischzuführung) einem in einer Brennkammer angeordneten Brenner zuführen kann. Die Verbrennungsprodukte können anschließend durch einen Abgaskanal des Heizgerätes einer Abgasanlage zugeführt werden.

[0011] Die Fördereinrichtung kann dabei einen Regler aufweisen, beispielsweise einen Drehzahlregler einer als Gebläse ausgebildeten Fördereinrichtung, der mittels eines Steuersignals, häufig ein pulsweitenmoduliertes (PWM-) Signal eine vorgegebene Drehzahl des Gebläses regelt.

[0012] 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 Brenntür einer Brennkammer des Heizgerätes angeordnet sein. Die Brenntür kann eine Durchströmungsöffnung aufweisen, die den Gemischkanal des Heizgerätes mit dem Brennerhohlraum verbinden kann. Ein Brenner in Zylinderform kann zur Befestigung an der Brenntür einen Flansch aufweisen, der beispielsweise mittels einer Schraubverbindung mit

der Brennertür verbunden werden kann. Zwischen Brenner und Brennertür ist in der Regel noch eine Dichtung, beispielsweise eine hochtemperaturstabile Graphit-Dichtung angeordnet.

[0013] 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.

[0014] Gemäß einer Ausgestaltung können Brenner und Flammensperre als Einheit ausgebildet sein. Der Brenner kann über eine Dichtung aus Grafit oder aus einem ähnlichen Material an der Brennertür angebunden sein.

[0015] Das Heizgerät kann insbesondere die Brennerleistung an den Bedarf anpassen, auch als Modulieren bezeichnet. Der Modulationsbereich eines Heizgerätes bezeichnet die Leistungsbreite, in der das Gerät modulieren kann. Durch die Modulation wird die Brennerleistung des Heizgerätes automatisch und bevorzugt stufenlos an den tatsächlich benötigten Bedarf angepasst. Dies ermöglicht eine längere Laufzeit, womit das Takten des Wärmeerzeugers und die Belastung der Bauteile verringert wird. Zusätzlich werden die Betriebssicherheit und die Energieeffizienz des Gerätes erhöht. Je größer der Modulationsbereich eines Heizgerätes ist, desto flexibler erfolgt die Wärmeabgabe. Gas-Brennwertgeräte können mit einem Modulationsbereich von 30 bis 100% der Nennwertleistung arbeiten.

[0016] Hierzu kann bei einem Erkennen eines geänderten Wärmebedarfs, beispielsweise unter Einbeziehung einer Vorlauf- und Rücklauftemperatur eines mit dem Heizgerät verbundenen Heizkreises, ein Regel- und Steuergerät des Heizgerätes eine Leistung des Gebläses des Heizgerätes und damit den Massestrom Verbrennungsluft an den Wärmebedarf anpassen. Gleichzeitig passt eine Regelung den Brennstoffmassenstrom an den sich ändernden Massestrom Verbrennungsluft an. Häufig wird zur Vermeidung von Flammenrückschlägen in niedrigen Leistungsbereichen das Verbrennungsluftverhältnis angepasst, insbesondere der Anteil Verbrennungsluft erhöht.

[0017] Das Heizgerät kann zur Steuerung des Massestromes Brenngas ein Gasventil aufweisen, das in der Regel ein Gassicherheitsventil und ein Gasregelventil umfassen kann. Das Gasregelventil kann dabei insbesondere ein Schrittmotorventil sein, dass einen definier-

ten Massestrom Brenngas einstellen kann. Das Sicherheitsventil soll ein Austreten unverbrannten Brenngases verhindern und wird beispielsweise bei einem Startvorgang des Heizgerätes erst nach dem Anfahren der Fördereinrichtung auf eine, für den Startvorgang geeignete, Startleistung freigegeben.

[0018] Zudem kann das Heizgerät eine Flammenüberwachung aufweisen. Hierfür sind verschiedene Verfahren bekannt, insbesondere kann mittels einer Erfassung eines Ionisationsstromes der Flamme eine sichere Flammenüberwachung bereitgestellt werden. Mangels ausreichend freier Ladungsträger bei der Verbrennung von Wasserstoff kann dieses Verfahren jedoch für wasserstoffbetriebene Heizgeräte nicht robust eingesetzt werden. Zur Flammenüberwachung bei wasserstoffbetriebenen Heizgeräten kommen andere Verfahren zum Einsatz, beispielsweise das Erfassen einer Temperatur der Flamme und/oder die von der Flamme emittierten UV- (Ultraviolett-) Strahlung.

[0019] Die Flammenüberwachung kann zum Feststellen des Vorhandenseins einer Flamme als auch in die Regelung eines Lambdawertes (Verbrennungsluftverhältnis, Luftzahl) der Verbrennung eingesetzt werden. So kann unter Einbeziehung von Referenzwerten oder einem Referenzkennfeld (Lambda-Regelkurve) einem Signal der Flammenüberwachung (UV- oder Temperatursensor) ein (aktueller) Lambdawert zugeordnet werden. Häufig erfolgt eine Regelung des Lambdas des Heizgerätes mit einem Signal der Flammenüberwachung als Regelgröße. Hierzu kann anhand eines Parameters, der einen Rückschluss auf die Durchflussmenge Verbrennungsluft zulässt, dem Signal der Flammenüberwachung und ein Referenzzusammenhang ein dem Ziel-Lambda entsprechender Signalwert der Flammenüberwachung bestimmt und eingeregelt werden.

[0020] Moderne Heizgeräte weisen häufig einen großen Modulationsbereich auf, beispielsweise 3,5 kW [Kilowatt] bis mehr als 20 kW. Vorteilhaft sind diese Heizgeräte flexibel einsetzbar und ein häufiges An- und Ausschalten kann vermieden werden. Der große Modulationsbereich in Verbindung mit dem Wunsch einer schnellen Modulation, um einen hohen Nutzerkomfort zu gewährleisten, führt zu hohen Modulationsgeschwindigkeiten, also Betriebspunkten mit erheblichen Leistungsunterschieden, die innerhalb kurzer Zeit angefahren werden sollen.

[0021] Es wurde festgestellt, dass es insbesondere bei hohen Modulationsgeschwindigkeiten einer Minderung der Leistung zu einem Unterschwingen des Lambdawertes kommen kann. Ein Unterschwingen bedeutet hier ein kurzzeitig deutlich geminderter Lambdawert, bis die Regelung diesen anhand des Signals der Flammenüberwachung erkennt und durch Einwirkung auf das Gasventil beheben kann. Ein Zusammenhang hierbei kann in einer verzögerten Reaktion des Gasventils auf einen geminderten Massestrom Verbrennungsluft gesehen werden. Auch kann ein derartiges Unterschwingen aufgrund von Störungen eintreten, beispielsweise einem

temporär geminderten Volumenstrom Verbrennungsluft ausgelöst durch einen auf die Abgasanlage wirkenden Windstoß. Das Unterschwingen des Lambdawertes bedeutet einen (temporär) erhöhten Anteil Brenngas in dem, dem Brenner zugeführten Verbrennungsgemisch, welches zu kritischen Zuständen des Heizgerätes, beispielsweise einem Flammenrückschlag (Rückzündung) führen kann.

[0022] Eine Idee der Erfindung besteht darin, die Betriebssicherheit beim Betreiben eines Heizgerätes durch ein Vermeiden derartigen Unterschwingens des Lambdawertes zu verhindern. Hierfür kann ein Gradient der Durchflussmenge Verbrennungsluft bestimmt werden, wobei bei einem Abfallen (Absinken) der Durchflussmenge Verbrennungsluft mit einem Gradienten unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes der zugeführte Massestrom Brenngas für einen Stabilisierungszeitraum reduziert werden kann. Zum Reduzieren des Massestromes Brenngas kann beispielsweise die Öffnungsweite des Gasregelventils gemindert werden.

[0023] In diesem Zusammenhang wird angemerkt, dass eine Durchflussmenge (Verbrennungsluft, Brennstoff oder Gemisch aus beidem) auch als Masse- oder Volumenstrom verstanden werden kann. So ist ein Massestrom in Kenntnis der Dichte und der Temperatur des Mediums einfach in einen Volumenstrom überführbar und umgekehrt.

[0024] Der vorgegebene Grenzwert kann dabei so gewählt sein, dass mit ausreichender oder einer vorbestimmten Wahrscheinlichkeit ein kritischer Zustand des Heizgerätes (beispielsweise ein Flammenrückschlag) eintritt. Der Grenzwert kann dabei beispielsweise an einem Referenzheizgerät mittels (Labor-)Versuchen ermittelt werden. In der Regel wird der Grenzwert in einem Bereich von 1 Kilowatt pro Sekunde [kW/s] bis 10 kW/s oder (angegeben als relative Leistungsänderung) von 3 Prozent [%] der Nennleistung des Heizgerätes pro Sekunde $[P/(P_{\text{Nenn}} \times t)]$ bis 30 Prozent der Nennleistung des Heizgerätes pro Sekunde liegen.

[0025] Gemäß einer Ausgestaltung kann die Durchflussmenge Verbrennungsluft mittels eines Durchflusssensors erfolgen. Der Durchflusssensor kann dabei insbesondere ein Massestrom- oder Volumenstromsensor sein.

[0026] Gemäß einer Ausgestaltung kann ein Durchflusssensor eingesetzt werden, der eine kurze Verzögerung eines Messvorganges aufweist, also nur einen sehr kurzen Zeitraum von einer Änderung der Durchflussmenge bis zu einer entsprechenden Änderung des Sensorsignals benötigt. Bei dem Durchflusssensor kann es sich um einen kalorimetrischen Durchflusssensor handeln, welcher mit hoher Frequenz, beispielsweise alle 5 ms [Millisekunden], ein Signal für den Differenzdruck der Durchflussmenge ausgibt, der anschließend in einen Massestrom überführt werden kann.

[0027] Gemäß einer Ausgestaltung kann die Durchflussmenge und damit auch der Gradient der Durchflussmenge auch anhand von Betriebsdaten des Heizgerätes

bestimmt werden. Diese Betriebsdaten können beispielsweise eine Drehzahl, Leistungsaufnahme oder ein Steuersignal eines Reglers der Fördereinrichtung sein. Alternativ kann die Durchflussmenge Verbrennungsluft bei einem Modulationsvorgang in Kenntnis des alten und des neuen Modulationspunktes ein Gradient der Durchflussmenge Verbrennungsluft bestimmt werden.

[0028] Gemäß einer Ausgestaltung kann bei einem Erkennen eines Abfallens der Durchflussmenge Verbrennungsluft mit einem Gradienten unterhalb eines Grenzwertes der Massestrom Brenngas um 0 % [Prozent] bis 50%, bezogen auf den Massestrom Brenngas im Normalbetrieb, reduziert werden. Dabei ist die konkret notwendige Reduktion abhängig von dem konkreten Heizgerät und dem aktuellen Modulationsvorgang bzw. der Intensität auftretender Störungen, und kann deutlich variieren. Auch die zur Kompensation eines Unterschwingens des Lambdawertes notwendige Reduktion kann im Vorfeld anhand von Laborversuchen festgestellt werden. Die Reduktion des Massestromes Brenngas kann dabei eine Verschiebung des Lambdawertes in Richtung einer mageren Verbrennung zwischen 0 und 1 bewirken.

[0029] Gemäß einer Ausgestaltung kann das Reduzieren des Massestromes Brenngas in Abhängigkeit des Gradienten des Abfallens der Durchflussmenge Verbrennungsluft erfolgen. Mit anderen Worten kann die Reduktion mit sinkendem Gradienten des Abfallens der Durchflussmenge Verbrennungsluft gesteigert werden.

[0030] Gemäß einer Ausgestaltung kann der Stabilisierungszeitraum in einem Bereich von 5 bis 60 Sekunden liegen. Es hat sich gezeigt, dass in diesem Bereich ein Unterschwingen aufgrund von Modulation oder Störungen kompensiert werden kann bis die Regelung das Unterschwingen ausregeln konnte.

[0031] Gemäß einer Ausgestaltung kann die Stabilisierungszeit in Abhängigkeit des Gradienten des Abfallens der Durchflussmenge Verbrennungsluft bestimmt werden. So kann beispielsweise bei einem sehr geringen Gradienten des Abfallens eine längere Stabilisierungszeit gewählt werden, um ein stärkeres Unterschwingen zu kompensieren.

[0032] 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 Steuergerätes) hinterlegte Verfahren ausführen. Das Regel- und Steuergerät kann hierfür insbesondere mit einer Fördereinrichtung und/ oder einem Durchflusssensor 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 Grenzwerte für den

Gradienten der Durchflussmenge Verbrennungsluft.

[0033] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein Heizgerät vorgeschlagen, eingerichtet zur Verbrennung eines Verbrennungsgemisches aus Verbrennungsluft und Brenngas. 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 über einen Gemischkanal zugeführt werden kann. Das Heizgerät kann eine Flammenüberwachung aufweisen, wobei ein Signal derselben zur Regelung des Lambdawertes der Verbrennung genutzt werden kann. Das Heizgerät kann zudem weitere Mittel aufweisen, die so angepasst sind, dass sie die Schritte des hier offenbarten Verfahrens ausführen. Die Mittel können ein Regel- und Steuergerät umfassen.

[0034] Gemäß einer Ausgestaltung kann das Heizgerät einen Durchflusssensor in einer Zuführung Verbrennungsluft zum Erfassen der Durchflussmenge Verbrennungsluft umfassen. Insbesondere kann der Durchflusssensor ein besonders schnell messender Durchflusssensor sein, der ein Messsignal mit einer Messrate von ca. 5 ms [Millisekunden] bis 10 ms ausgeben kann.

[0035] Gemäß einer Ausgestaltung kann das Heizgerät einen Durchflusssensor in einer Zuführung Verbrennungsluft aufweisen und ein hier vorgeschlagenes Verfahren in eine Regelung des Lambdas der Verbrennung implementiert sein, wobei eine Auswerteeinheit des Signals des Durchflusssensors ein D-Glied (Differenzierer) umfasst, das einen Gradienten der Durchflussmenge Verbrennungsluft bestimmt. Insofern der Gradient den Grenzwert unterschreitet, nimmt dieser z. B. über einen Integrator Einfluss auf die Soll(öffnungs-)position des Gasventils und kann diese überproportional sinken (schließen) lassen. Hierbei kann bspw. ein Integrator vom I-Anteil des Reglers verwendet werden.

[0036] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein Computerprogramm vorgeschlagen, welches zur (zumindest teilweise) Durchführung eines hier vorgestellten Verfahrens auf einem hier vorgeschlagenen Heizgerät 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 eines hier vorgeschlagenen Heizgerätes durchgeführt werden.

[0037] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein maschinenlesbares Speichermedium vorgeschlagen, auf dem das Computerprogramm gespeichert ist. Regelmäßig handelt es sich bei dem maschinenlesbaren Speichermedium um einen computerlesbaren Datenträger.

[0038] Hier werden somit ein Verfahren zum 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 und das Heizgerät zumindest dazu bei, ein Unterschwingen des Lambdawertes der Verbrennung aufgrund von schnellen Modulationen des Heizgerätes oder (externen) Störungen zu kompensieren und damit die Betriebssicherheit eines Heizgerätes deutlich zu erhöhen, indem Flammenrückschläge wirkungsvoll verhindert werden können.

[0039] Zudem kann die Erfindung ohne oder nur mit geringen baulichen Änderungen an einem Heizgerät umgesetzt werden.

[0040] 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: ein hier vorgeschlagenes Heizgerät,

Fig. 2: Parameterverläufe, die sich bei Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens einstellen können, und

Fig. 3: eine Regelung zur Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens.

[0041] Fig. 1 zeigt beispielhaft und schematisch ein hier vorgeschlagenes Heizgerät 1. Dieses kann einen in einer Brennkammer 8 angeordneten Brenner 3 umfassen. Der Brenner 3 kann die Form eines Hohlzylinders aufweisen, wobei im Inneren ein Brennerhohlraum ausgebildet sein kann. Im Brennerhohlraum kann eine Flammensperre 12 parallel zur Oberfläche des Brenners 3 bzw. konzentrisch zu dieser ausgerichtet sein und den gesamten im Brennerhohlraum zur Verfügung stehenden Strömungsquerschnitt abdecken.

[0042] Über eine Zuführung Verbrennungsluft 4 kann Verbrennungsluft durch eine Fördereinrichtung 2, insbesondere als Gebläse ausgebildet, angesaugt werden. In der Zuführung Verbrennungsluft 4 kann ein Durchflusssensor 21 angeordnet sein. 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 Verbrennungsgemisch aus Brenngas und Verbrennungsluft kann über einen Gemischkanal 11 zum Brenner 3 strömen und dort

von der Zündeinrichtung 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 in den Brenner 3 strömen kann. Bei der Verbrennung entstehende Wärme kann über einen Wärmtauscher 20 auf einen Heizkreis 19 übertragen werden, über dessen Heizungsvorlauf 17 Wärmeträger des Heizkreises 19 zugeführt und über einen Heizungsrücklauf 18 zum Heizgerät 1 rückgeführt werden kann. Die Verbrennungsprodukte können nach der Verbrennung über ein Abgasrohr 9 des Heizgerätes 1 und eine mit dem Heizgerät 1 verbundene Abgasanlage 10 nach Außen abgeleitet werden.

[0043] Das hier vorgeschlagenen Heizgerät 1 kann insbesondere zur Verbrennung von Wasserstoff eingerichtet sein. Zudem kann das Heizgerät 1 an/ bzw. in der Brenntür 15 eine (Vorrichtung zur) Flammenüberwachung 13 aufweisen, die im Beispiel als Sensor für von der Flamme emittierte UV- (Ultraviolett-) Strahlung ausgebildet ist.

[0044] 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, der Flammenüberwachung 13 und einem Netzwerk 16 (Internet) elektrisch verbunden sein. Das Regel- und Steuergerät 7 kann zur Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens eingerichtet sein.

[0045] Fig. 2 a) und b) zeigen zwei Verläufe eines Lambdas der Verbrennung des dem Brenner zugeführten Verbrennungsgemisches über die Zeit t nach Einwirkung einer Störung 26. Dabei wird ein dem Modulationspunkt entsprechendes Ziel-Lambda 22 und ein Grenzlamba 23 angegeben, dessen Unterschreiten zu einem erheblichen Risiko eines Flammenrückschlages führen kann. In Fig. 2 a) wird der Verlauf des Lambda λ Verbrennungsluft ohne Einbeziehung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens gezeigt. Im Anschluss an die Störung 26 fällt der erste Verlauf 24 unter das Grenzlamba 23 ab und somit tritt ein deutliches Risiko eines Flammenrückschlages ein. Demgegenüber kann in Fig. 2 b) beim zweiten Verlauf 25 unter Einbeziehung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens im Anschluss an die Störung 26 der Verlauf über dem Grenzlamba 23 gehalten werden, das Risiko eines Flammenrückschlages kann erheblich gemindert werden.

[0046] Fig. 3 zeigt eine Regelung zur Durchführung eines hier vorgeschlagenen Verfahrens. Hierzu ist eine Auswerteeinheit 29 in eine Verbrennungsregelung 27 des Heizgerätes 1 integriert. Die Verbrennungsregelung 27 hat einen Widerstand 31 einer Flammenüberwachung 13, (beispielsweise eines Hot-Surface-Ignitors (HSI) derselben, sowie einen Massestrom Verbrennungsluft 32, der von dem Durchflusssensor 21 erfasst sein kann, als Eingangssignal. Klarstellend wird angemerkt, dass die Flammenüberwachung auch einen UV-(Ultraviolett-) Sensors umfassen kann, dessen Signal gleichfalls Ein-

gangssignal der Verbrennungsregelung 27 sein könnte. Ein Ausgangssignal der Verbrennungsregelung 27 kann eine Gasventilposition 28 sein, die dem Gasventil 5 übertragen werden kann. Die Auswerteeinheit 29 kann den erfassten Massestrom Verbrennungsluft 32 als Eingangssignal haben und ein D-Glied (auch als Differenzierer bezeichnet) umfassen, das einen Gradienten des erfassten Massestromes Verbrennungsluft 32 bildet. Zudem kann in der Auswerteeinheit 29 das Signal gefiltert und mit einem Einflussfaktor beaufschlagt werden, bevor das Signal einer Regelungseinheit 30 übergeben wird in der dieses bei einem Gradienten unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes eine Beeinflussung der Gasventilposition 28 bewirkt, die einer Minderung der Öffnungsweite des Gasventils 5 entsprechen kann. Über den Einflussfaktor kann hierbei die Auswirkung des Signals der Auswerteeinheit 29 auf die einzustellende Gasventilposition 28 eingestellt werden.

[0047] 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.

35 Bezugszeichenliste

[0048]

- | | |
|----|----------------------------|
| 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 | Flammensperre |
| 13 | Flammenüberwachung |
| 14 | Gaszuführung |
| 15 | Brenntür |
| 16 | Netzwerk |
| 17 | Heizungsvorlauf |
| 18 | Heizungsrücklauf |
| 19 | Heizkreis |
| 20 | Wärmetauscher |

- 21 Durchflusssensor
- 22 Ziel-Lambda
- 23 Grenzlamba
- 24 erster Verlauf
- 25 zweiter Verlauf
- 26 Störung
- 27 Verbrennungsregelung
- 28 Signal Gasventilposition
- 29 Auswerteeinheit
- 30 Regelungseinheit
- 31 Widerstand Flammenüberwachung
- 32 Massestrom Verbrennungsluft

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes (1), zumindest aufweisend einen Brenner (3), dem ein Gemisch aus Brenngas und Verbrennungsluft über einen Gemischkanal (11) mittels einer Fördereinrichtung (2) zugeführt wird, und ein Gasventil (5), dazu eingerichtet eine Durchflussmenge Brenngas zu steuern, wobei bei einem Erkennen eines Abfallens einer Durchflussmenge Verbrennungsluft mit einem Gradienten unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes der zugeführte Massestrom Brenngas für einen Stabilisierungszeitraum reduziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Erfassen einer Durchflussmenge Verbrennungsluft mittels eines Durchflusssensors (21) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Durchflussmenge anhand von Betriebsdaten des Heizgerätes (1) bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Massestrom Brenngas von 0 % [Prozent] bis 50 %, bezogen auf den bei Normalbetrieb vorgesehenen Massestrom Brenngas reduziert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Reduzieren des Massestromes Brenngas in Abhängigkeit des Gradienten des Abfallens der Durchflussmenge Verbrennungsluft erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Stabilisierungszeitraum von 5 bis 60 Sekunden beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Stabilisierungszeit in Abhängigkeit des Gradienten des Abfallens der Durchflussmenge Verbrennungsluft bestimmt wird.
8. Heizgerät (1), umfassend einen Brenner (3), eine Fördereinrichtung (2), ein Gasventil (5), Regelung eines Lambdas der Verbrennung mittels einer Flam-

menüberwachung (13) und Mittel zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche.

- 5 9. Heizgerät (1) nach Anspruch 8, wobei das Heizgerät (1) einen Durchflusssensor (21) in einer Zuführung Verbrennungsluft (4) aufweist und ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 in eine Regelung des Lambdas der Verbrennung implementiert ist, wobei eine Auswerteeinheit (29) des Signals des Durchflusssensors (21) ein D-Glied (Differenzierer) umfasst, das einen Gradienten der Durchflussmenge Verbrennungsluft bestimmt.
- 10 10. Regel- und Steuergerät (7), eingerichtet zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
- 20 11. Computerprogramm, umfassend Befehle, die ein Heizgerät (1) nach Anspruch 8 oder 9 dazu veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 auszuführen.

Fig. 1

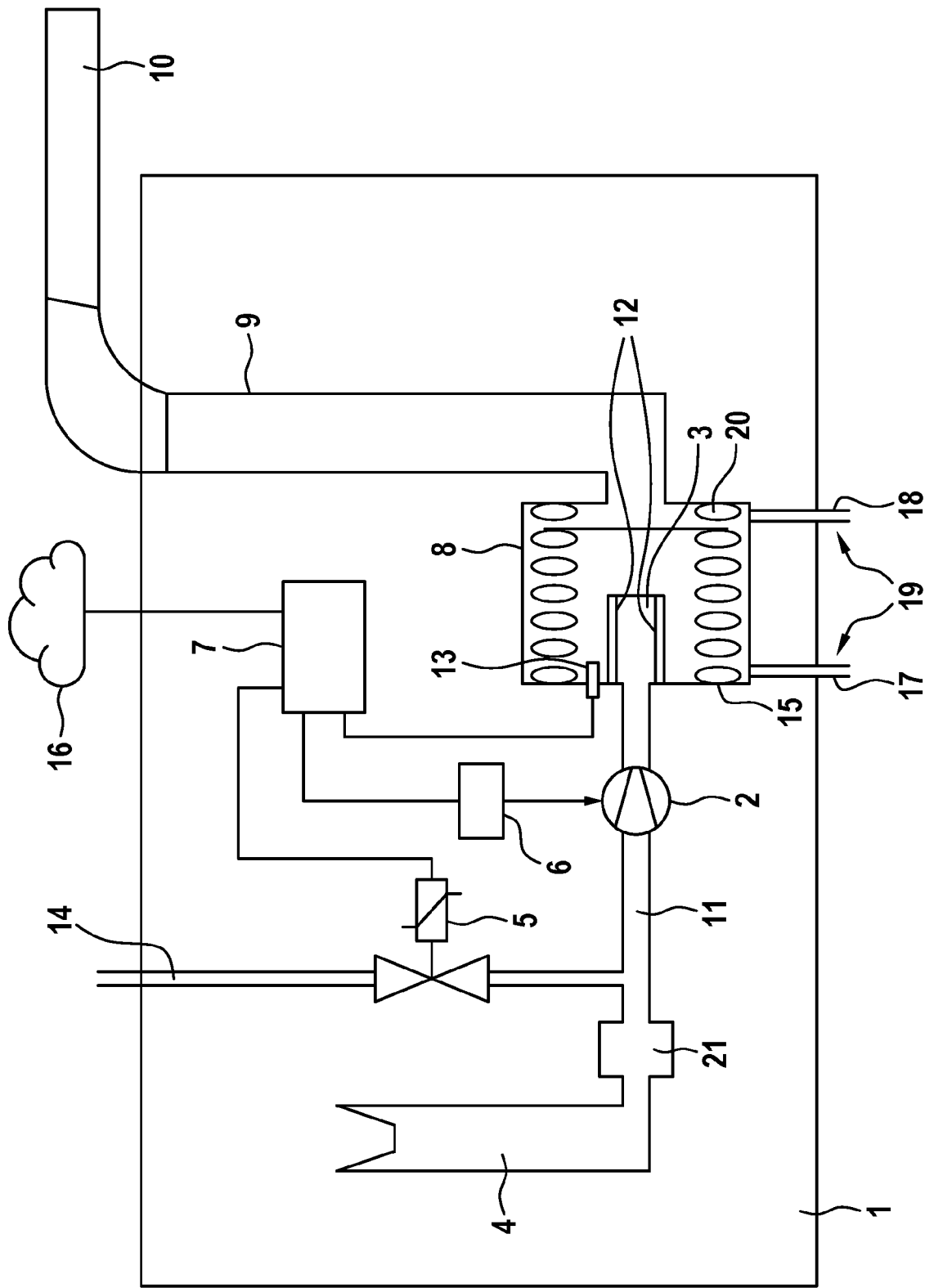
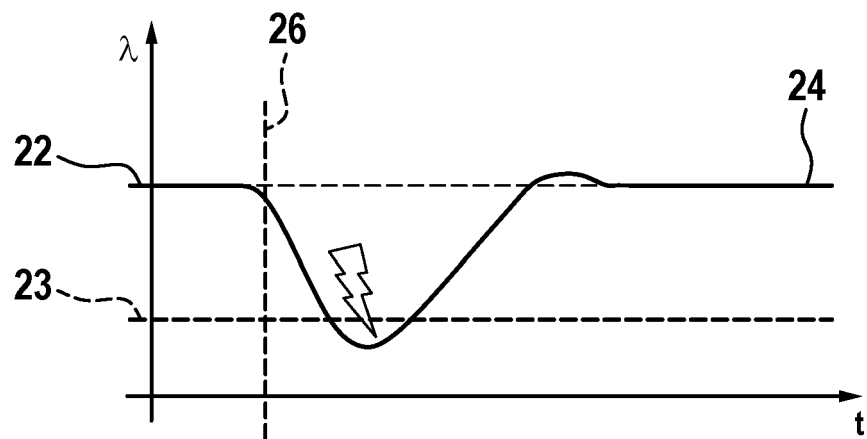


Fig. 2

a)



b)

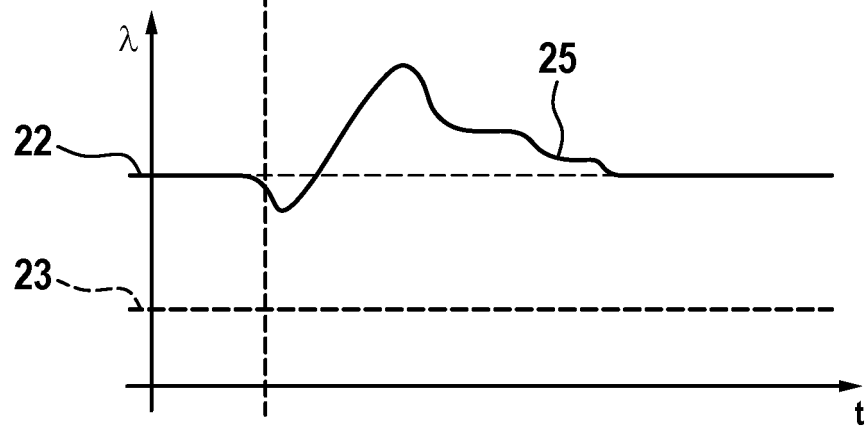
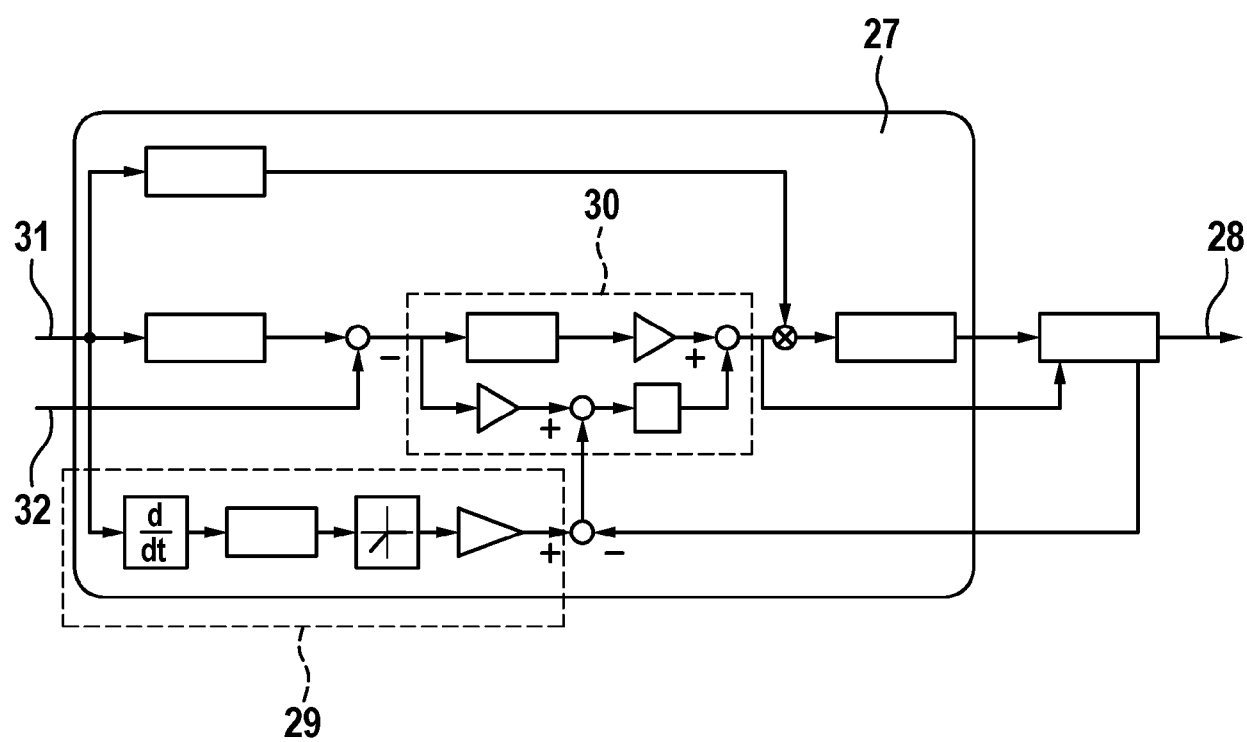


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 5410

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

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	EP 3 396 248 B1 (VAILLANT GMBH [DE]) 11. März 2020 (2020-03-11) * Spalte 1, Absatz 2 - Spalte 5, Absatz 18 * * Abbildung 1 *	1-11	INV. F23N1/02 F23N5/24
A	EP 3 974 719 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 30. März 2022 (2022-03-30) * das ganze Dokument *	1-11	
A	EP 4 047 270 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 24. August 2022 (2022-08-24) * Spalte 1, Absatz 4 * * Spalte 10, Absatz 40 - Spalte 11, Absatz 45 * * Abbildungen 1-4 *	1-11	
A	EP 2 655 971 B1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. April 2016 (2016-04-13) * das ganze Dokument *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		17. Mai 2024	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 21 5410

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.

17-05-2024

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3396248 B1	11-03-2020	KEINE	
EP 3974719 A1	30-03-2022	DE 102020125351 A1 EP 3974719 A1	31-03-2022 30-03-2022
EP 4047270 A1	24-08-2022	DE 102021103935 A1 EP 4047270 A1	25-08-2022 24-08-2022
EP 2655971 B1	13-04-2016	CN 103443547 A DE 102010055567 A1 EP 2655971 A2 WO 2012084819 A2	11-12-2013 21-06-2012 30-10-2013 28-06-2012

15

20

25

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 [0004]