



(11) **EP 4 043 792 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.08.2022 Patentblatt 2022/33

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23N 5/00 (2006.01) F23N 5/24 (2006.01)
F23C 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22151795.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23N 5/003; F23C 9/00; F23N 5/242;
F23C 2202/10; F23C 2202/50; F23N 2221/12;
F23N 2223/10; F23N 2225/26; F23N 2231/18

(22) Anmeldetag: **17.01.2022**

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

(72) Erfinder:
• **Fischer, Christian**
42859 Remscheid (DE)
• **Wodtke, Matthias**
42859 Remscheid (DE)

(30) Priorität: **05.02.2021 DE 102021102700**

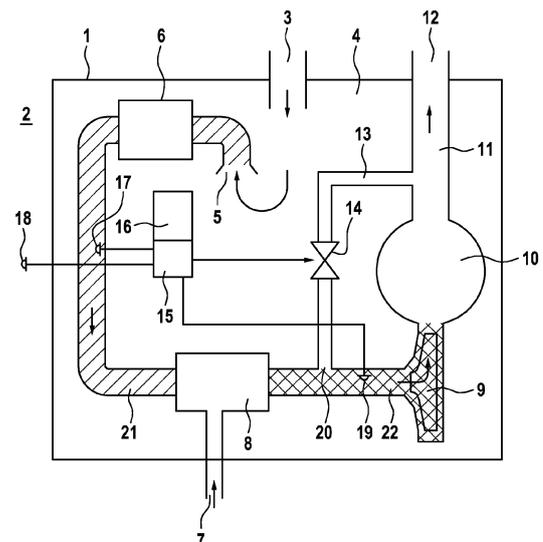
(74) Vertreter: **Popp, Carsten**
Vaillant GmbH
IRP
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid (DE)

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

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR VERWENDUNG VON VERBRENNUNGSPRODUKTEN ODER EIGENSCHAFTEN DER LUFT IM VERBRENNUNGSLUFTWEG EINES GASBEFEUERTEN HEIZGERÄTES ZU DESSEN REGELUNG UND/ODER ZUSTANDSANALYSE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Verwendung mindestens einer Eigenschaft der Luft in einem Verbrennungsluftweg (21, 22) eines gasbefeuerten Heizgerätes (1) zur Messung einer Abgasrezirkulation und zu dessen Regelung und/oder Zustandsanalyse, wobei die Eigenschaft mittels mindestens eines Sensors (17, 19) gemessen und ihr Verhalten in Relation zu bekannten Abläufen im Heizgerät (1) mit Erfahrungswerten oder Kalibrierdaten verglichen wird, so dass Veränderungen der Eigenschaft erkannt und zur Regelung des Heizgerätes (1) und/oder zu Zustandsmeldungen genutzt werden können. Die Erfindung ermöglicht die Erhöhung der Sicherheit im Betrieb und eine Verringerung von Toleranzgrenzen bei der Regelung eines Heizgerätes (1), so dass dieses zumindest bei manchen Bedingungen effizienter und robuster betrieben werden kann.

Fig. 1



EP 4 043 792 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Verwendung von Messwerten von Bestandteilen bzw. Eigenschaften, insbesondere der Feuchtigkeit, der Luft im Verbrennungsweg eines gasbefeuerten Heizgerätes zu dessen Regelung und/oder Zustandsanalyse.

[0002] In gasbefeuerten Heizgeräten kommen elektronisch geregelte Gas-Luft-Verbunde zum Einsatz, die als Bestandteil eines geschlossenen Regelkreises Regelgrößen, wie beispielsweise einen bei der Verbrennung messbaren Ionisationsstrom, verwenden, die mit einem definierten Gas-Luft-Verhältnis korrelieren. Die Korrelation unterliegt dem Einfluss von Störgrößen, was zur Folge hat, dass das entstehende Gas-Luft-Gemisch im eingeregelteten Zustand vom Zielwert abweichen kann, was im Rahmen von Toleranzanalysen bewertet und bei der Definition von Betriebsgrenzen berücksichtigt wird.

[0003] Die Erfindung beschäftigt sich insbesondere mit der Detektion bzw. Messung ausgesuchter Störgrößen und bietet darauf aufbauend Konzepte, wie die Detektion einer Störgröße im Zusammenhang mit der Kenntnis um ihren Einfluss auf das Gas-Luft-Gemisch zu einem robusteren und erweiterten Gerätebetrieb genutzt werden kann. Um den sicheren und robusten Betrieb gasbefeuerten Heizgerätes mit elektronisch geregeltem Gas-Luft-Verbund zu ermöglichen, wird in den oben genannten Toleranzanalysen die Gesamtheit aller relevanten Einflüsse auf das Ziel-Gas-Luft-Gemisch realitätsentsprechend kombiniert und eine, bezogen auf eine konstante Heizlast resultierende, Abweichung dem Gemisch zugeordnet.

[0004] Die hierbei ermittelten Abweichungen des Gemischs beeinflussen direkt die Betriebsgrenzen des Heizgerätes, das im zulässigen Betriebsfeld beispielsweise marktentsprechende Emissionsgrenzen für Kohlenmonoxid und Stickoxide einhalten und thermoakustische Störungen ausschließen muss. Die beschriebenen Folgen von möglichen Gemisch-Abweichungen führen zu einem Eingrenzen des Betriebsfeldes, das durch die Nicht-Kennntnis der im Betrieb vorliegenden Störgrößen deren vollständigen Einfluss berücksichtigen muss, und somit notwendigerweise die Leistungsfähigkeit des Heizgerätes reduziert.

[0005] Des Weiteren können in besonders anfälligen Betriebsphasen, wie dem rein gesteuerten Zündvorgang, Einflüsse auf die Gemischbildung besonders destabilisierend auf die einzuleitende Verbrennung wirken und hierbei einen aufwändigen Zündalgorithmus mit mehrfachen Zündversuchen und hinzunehmenden thermoakustischen Störungen notwendig machen.

[0006] Grundsätzlich kann die qualitative und/oder quantitative Kenntnis von Störgrößen im Heizbetrieb und von deren konkretem Einfluss auf die Gas-Luft-Gemischbildung anzunehmende Toleranzbänder verkleinern, womit ein signifikantes Optimierungspotenzial verbunden ist. Zudem kann diese Kenntnis auch Verwendung

beim Detektieren und Anzeigen (z. B. in einem Bedienfeld im Rahmen einer Geräteinbetriebnahme) von Leckage-Strömungen zwischen Abgasweg und Verbrennungsluftweg (Frischluftezuführung) finden, die aus Installationsfehlern beim Verlegen einer Abgas-Luft-Verrohrung oder z. B. aus Verschleiß oder Bewuchs eines Abgasrohres resultieren können.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme wenigstens teilweise zu lösen. Insbesondere ist die Schaffung eines Verfahrens und einer Anordnung zur Verwendung von Eigenschaften der Luft im Verbrennungsluftweg eines gasbefeuerten Heizgerätes zu dessen Regelung und/oder Zustandsanalyse Aufgabe der Erfindung.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe dienen ein Verfahren und eine Anordnung sowie ein Computerprogrammprodukt gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen angegeben. Die Beschreibung, insbesondere im Zusammenhang mit der Zeichnung, veranschaulicht die Erfindung und gibt weitere Ausführungsbeispiele an.

[0009] Hierzu trägt ein Verfahren bei zur Verwendung mindestens einer Eigenschaft der Luft in einem Verbrennungsluftweg eines gasbefeuerten Heizgerätes zur Messung einer Abgasrezirkulation und zu dessen Regelung und/oder Zustandsanalyse, wobei die Eigenschaft mittels mindestens eines Sensors gemessen und ihr Verhalten in Relation zu bekannten Abläufen im Heizgerät mit Erfahrungswerten oder Kalibrierdaten verglichen wird, so dass Veränderungen der Eigenschaft erkannt, und zur Regelung des Heizgerätes und/oder zu Zustandsmeldungen genutzt werden (können). Dabei wird die gemessene Eigenschaft der Luft zur Messung einer Abgasrezirkulation verwendet. Eine Abgasrezirkulation wirkt sich auf die Eigenschaften der Luft im Verbrennungsluftweg aus und erlaubt daher Rückschlüsse auf eventuelle Leckagen und generell auf die Zusammensetzung der Luft.

[0010] Der Verbrennungsluftweg eines gasbefeuerten Heizgerätes kann zum Beispiel ein Leitungsabschnitt sein, der in einem Abschnitt von einer Luftansaugung hin zum Brenner bzw. Brennraum angeordnet ist. Dabei ist möglich, dass in dem Verbrennungsluftweg, in dem eine Messung der Eigenschaft erfolgt, im wesentlichen nur Verbrennungsluft gefördert werden sollte bzw. wird. Der Verbrennungsluftweg kann Teil einer Abgasrückführung sein, also einem Abschnitt, in dem Luft gemeinsam mit rückgeführtem Abgas aus dem Brennraum (erneut) dem Brenner zugeführt wird. Das Verhalten der Eigenschaft, z. B. bezüglich gemessener Mittelwerte, Grenzwerte, Schwingungen, etc., kann in Bezug gesetzt werden zu gewünschten, vorgegebenen Erfahrungswerten oder Kalibrierdaten, die beispielsweise in einem Datenspeicher abgelegt und/oder automatisch abrufbar sind. Erfahrungswerte können zum Beispiel Mittelwerte und Toleranzfelder für das Verhalten der Eigenschaft umfassen,

welche ggf. auch systemspezifisch über die Vergangenheit des gasbefeuerten Heizgerätes angepasst werden können. Kalibrierdaten können feste und/oder variabel einstellbare Richtwerte für das gasbefeuerte Heizgerät sein, die bei Inbetriebnahme und/oder mit der Dauer des Betriebes vorgegeben bzw. eingestellt werden können. Insbesondere können auch Veränderungen, die auf Abweichungen von einem Normalbetrieb hindeuten, erkannt werden. Wenn eine unerwünschte oder unerwartete Veränderung/Abweichung einer der Eigenschaft detektiert wird, kann beispielsweise (automatisch) in die Regelung des Heizgerätes eingegriffen werden, z.B. indem Maßnahmen zur Anpassung der Gas-Luft-Gemischbildung und/oder zur Einflussnahme auf die Luft eingeleitet bzw. ausgeführt werden. Es ist möglich, dass bei Feststellen einer solchen Veränderungen der Eigenschaft (automatisch) Zustandsmeldungen an den Nutzer, eine Zentrale, eine Auswerteeinheit etc. ausgelöst werden, die diese Veränderung ggf. weiter analysieren und dann weitere Maßnahmen am Heizgerät auslösen.

[0011] Schwankungen der in der Verbrennungsluft enthaltenen Feuchte (Gehalt an Wasserdampf in der Luft) und/oder das Auftreten von Abgasrezirkulationen, also dem teilweisen Zuführen von Abgas zur Verbrennungsluft, wie sie nach lokalen Vorschriften bis zu gewissen Grenzen zulässig sind, sind regulär anzunehmende Umwelteinflüsse bzw. bis zu vorgebbaren Grenzen zulässige Betriebsarten, die sich auf die Gas-Luft-Gemischbildung wie Störgrößen verhalten und entsprechend im Rahmen der Toleranzanalyse berücksichtigt werden. Da diese beiden Einflüsse die stärkste Wirkung auf die Gemisch-Abweichung haben, hat die Berücksichtigung der von ihnen ausgehenden aktuellen Einflüsse im Betrieb ein besonders großes Optimierungspotenzial. Zudem können, wie zuvor dargestellt, auch falsch installierte oder beschädigte Abgas-Luft-Verrohrungen identifiziert werden, deren resultierende Leckage-Strömung oberhalb von zulässigen Grenzen liegen, weil sich hierbei der Effekt ebenfalls an der Feuchte der Verbrennungsluft detektieren lässt.

[0012] Gegenstand der Erfindung ist es, durch die Bereitstellung von Informationen über die im Verbrennungsluftweg und möglicherweise an weiteren Referenzpunkten enthaltenen Verbrennungsprodukte (im vorliegenden Beispiel die Feuchte, kann aber auch ersetzt werden durch Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Sauerstoff, Stickstoff, Stickoxide, gegebenenfalls in Verbindung mit der Temperatur oder eine beliebige Kombination aus allen genannten Bestandteilen) in Verbindung mit definierten Messverfahren bzw. weiteren Signalverarbeitungsverfahren (z.B. einer Kreuzkorrelation) unter anderem die aktuell vorliegende Abgasrezirkulation quantitativ sowie lokal zu erfassen und bei einer Verrohrungsinstallationsfehler-Detektion bzw. der Korrektur der Gas-Luft-Gemischbildung zu berücksichtigen. Die hieraus resultierende Verminderung von Toleranzgrenzen für das Luft-Gas-Gemisch kann zur Verbesserung der Geräteleistung und -robustheit genutzt werden.

[0013] Wie erwähnt kann die gemessene Eigenschaft bevorzugt mindestens eine aus der Gruppe Feuchte, Temperatur, Gehalt an Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Sauerstoff, Stickstoff, und Stickoxiden sein. Da Feuchtesensoren zu einer üblichen Instrumentierung gehören, wird diese Eigenschaft, gegebenenfalls in Verbindung mit der Temperatur an der Messstelle bevorzugt verwendet.

[0014] Insbesondere werden die Feuchte und/oder die Temperatur der Luft im Verbrennungsweg vor einem Verbrennungsraum gemessen und ihr zeitlicher Verlauf während eines Zündvorganges überwacht und analysiert. Der Zündvorgang ist ein gesteuerter Vorgang mit genau festgelegten Abläufen und Parametern, so dass er reproduzierbar ganz bestimmte Verläufe von Messwerten und/oder berechneten Werten erzeugt, eine sogenannte Signatur, die in einer Steuer- und Regeleinheit gespeichert werden kann. Mit einer solchen Signatur kann z. B. der Verlauf der Feuchte im Verbrennungsluftweg korreliert und das entstehende Korrelationssignal analysiert werden.

[0015] Besonders geeignet ist die Bildung einer Kreuzkorrelation des zeitlichen Verlaufs der gemessenen Eigenschaft zu einem zeitlichen Verlauf mindestens eines anderen Messwertes und/oder Parameters, wodurch ein kreuzkorreliertes Signal erzeugt wird, das weiter ausgewertet werden kann.

[0016] Zur Erhöhung der Genauigkeit von Analysen aus einer gemessenen Eigenschaft der Luft ist es besonders sinnvoll, die gemessene Eigenschaft anhand von Umgebungsdaten zu korrigieren, wobei diese durch Messung in der Umgebung und/oder von anderen Datenquellen erlangt werden. So kann beispielsweise die Feuchte und/oder die Temperatur am Ort des Heizgerätes aus oft ohnehin vorhandenen Messfühlern oder aber beispielsweise auch von Datendiensten zur Korrektur herangezogen werden.

[0017] Die beschriebenen Messungen können nicht nur passiv bei einem üblichen Betrieb des Heizgerätes durchgeführt werden, sondern es können auch aktiv bei einem Start und/oder während eines Betriebes des Heizgerätes gezielt Veränderungen von Einstellungen vorgenommen und deren Auswirkungen auf die Messwerte des Sensors ermittelt werden. Dies eröffnet weitere Diagnosemöglichkeiten zu Zeitpunkten, zu denen sie bei einem normalen Betrieb des Heizgerätes nicht möglich wären.

[0018] Zur Lösung der Aufgabe dient auch eine Anordnung zur Verwendung mindestens einer Eigenschaft der Luft (die sich mit einer Abgasrezirkulation verändert) in einem Verbrennungsluftweg eines gasbefeuerten Heizgerätes zur Messung einer Abgasrezirkulation und zu dessen Regelung und/oder Zustandsanalyse, insbesondere zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens, wobei mindestens ein Sensor zur Messung der Eigenschaft der Luft im Verbrennungsluftweg vorhanden ist, der mit einer Auswerteelektronik verbunden ist, die eingerichtet ist, ein korreliertes Signal des zeitlichen Ver-

laufs der Eigenschaft mit dem zeitlichen Verlauf mindestens eines anderen Messwertes und/oder Parameters zu erstellen und auszuwerten. Außerdem ist die Auswerteelektronik eingerichtet, eine aktuelle Abgasrezirkulation festzustellen.

[0019] Besonders bevorzugt ist die Auswerteelektronik eingerichtet, bei Abweichung der aktuellen Rezirkulation von Erfahrungswerten und/oder Kalibrierdaten die Größe und/oder den Ort einer Leckage zwischen einem Abgasweg und dem Verbrennungsluftweg festzustellen.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Auswerteelektronik mit einer Steuer- und Regeleinheit verbunden und eingerichtet, Daten über Feuchte, Temperatur und/oder aktuelle Abgasrezirkulation an diese zu leiten. Damit kann die Steuer- und Regeleinheit aktuelle Daten für die betreffenden Eigenschaften nutzen und eine genauere Regelung mit geringeren Toleranzen durchführen als bei unbekanntem Eigenschaften der Luft im Verbrennungsluftweg.

[0021] In einer besonderen Ausführungsform weist das Heizgerät eine Abgasrückführung mit einer Stelleinrichtung auf, und der Sensor ist stromabwärts einer Einmündung der Abgasrückführung im Verbrennungsluftweg angeordnet. Dies erlaubt es, gezielt eine Abgasrückführung einzustellen und/oder zu verändern und die Auswirkung auf die gemessene Eigenschaft der Luft zu beobachten. Auf diese Weise können zusätzliche Informationen über das Heizgerät und die eingesetzten Messsysteme gewonnen werden.

[0022] Um insbesondere nicht nur eine relative Feuchte, sondern auch die absolute Feuchte in der Luft messen zu können, was für die Regelung des Heizgerätes wichtig ist, sind als Sensor mindestens ein Feuchtesensor und ein Temperatursensor an einer Messstelle angeordnet.

[0023] Ein weiterer Aspekt betrifft auch ein Computerprogrammprodukt umfassende Befehle, die bewirken, dass die beschriebene Anordnung das beschriebene Verfahren ausführt. Die Auswertung der vom Sensor gemessenen Daten und deren weitere Verwendung im Heizgerät benötigen ein Programm und Daten für die Analyse der Messwerte, wobei beides gelegentlich aktualisiert werden muss.

[0024] Die Erläuterungen zum Verfahren können zur näheren Charakterisierung der Anordnung herangezogen werden, und umgekehrt. Die Anordnung kann auch so eingerichtet sein, dass damit das Verfahren durchgeführt wird.

[0025] Gemäß einem weiteren Aspekt wird die Verwendung mindestens einer Eigenschaft der Luft in einem Verbrennungsluftweg eines gasbefeuerten Heizgerätes zu dessen Regelung und/oder Zustandsanalyse zur Erhöhung der Sicherheit im Betrieb und/oder zur Verringerung von Toleranzgrenzen bei der Regelung eines Heizgerätes, so dass dieses zumindest bei manchen Bedingungen effizienter und robuster betrieben werden kann. Hinsichtlich bevorzugter Verwendungen wird auch auf die Erläuterungen zum Verfahren vollumfänglich Bezug genommen, insbesondere im Zusammenhang mit dem

Auftreten von Abgasrezirkulationen.

[0026] Ein schematisches Ausführungsbeispiel der Erfindung, auf das diese jedoch nicht beschränkt ist, und die Funktionsweise des Verfahrens werden nun anhand der Zeichnung näher erläutert. Es stellen dar:

Fig. 1: schematisch ein Heizgerät mit Sensor im Verbrennungsluftweg,

Fig. 2: ein Diagramm zur Veranschaulichung des Prinzips der Kreuzkorrelation,

Fig. 3: ein Diagramm zur Veranschaulichung eines ungewöhnlichen Verlaufs einer Feuchtemessung,

Fig. 4: ein Diagramm zur Veranschaulichung von Verläufen einer Messung der Rezirkulation von Abgas und

Fig. 5: ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Testmessung und eines tatsächlichen Störfalles während des Betriebs eines Heizgerätes.

[0027] Fig. 1 zeigt schematisch ein Heizgerät 1, welches z. B. in einem Innenraum 4 eines nicht dargestellten Gebäudes untergebracht ist. Aus der freien Umgebung 2 gelangt Luft (Frischluft) durch einen Lufteintritt 3 in den Innenraum 4, von wo sie durch eine Luftansaugung 5 als Verbrennungsluft angesaugt und auf einen Verbrennungsluftweg 21 (schraffiert) geführt wird. Durch einen Schwingungsdämpfer 6 gelangt sie zu einem Mischelement 8, wo der Luft ein Brenngas aus einem Brenngaseintritt 7 beigemischt wird. Der entstehende Gas-Luft-Verbund 22 (kreuz-schraffiert dargestellt) gelangt über einen Lüfter 9 (Gebläse) in einen Verbrennungsraum 10, in dem das Gemisch aus Luft und Brenngas verbrannt und die entstehende Wärme zu Heizzwecken abgeführt wird. Entstehende Verbrennungsgase (Abgas) werden durch einen Abgasweg 11 zu einem Abgasaustritt 12 geführt und in die freie Umgebung 2 entlassen. Optional kann vom Abgasweg 11 eine Abgasrückführung 13 abzweigen, die über eine Stelleinrichtung 14 Abgas über eine Einmündung 20 wieder dem Gas-Luft-Verbund 22 zuführt. Eine Steuer- und Regeleinheit 16 steuert bzw. regelt alle in dem Heizgerät 1 ablaufenden Prozesse. An einer geeigneten Stelle im Verbrennungsluftweg 21, 22 (auch der Weg des Gas-Luft-Verbundes wird hier zum Verbrennungsluftweg betrachtet), ist ein erster Sensor 17 zur Messung einer Eigenschaft der Verbrennungsluft angeordnet. Im Folgenden wird die Feuchte als zu messende Eigenschaft betrachtet, aber die Ausführungen würden sinngemäß auch für andere Eigenschaften der Luft gelten. Der erste Sensor 17 ist mit einer Auswerteelektronik 15 verbunden, der auch andere Signale und/oder Messwerte zur Verfügung stehen, beispielsweise aus der Steuer- und Regeleinheit 16 oder von einem Referenzsensor 18 zur Messung in der freien Um-

gebung 2. Es können weitere Sensoren im Verbrennungsluftweg 21, 22 angeordnet sein, beispielsweise ein zweiter Sensor 19 zur Feuchtemessung. Die Sensoren 17, 18, 19 können auch kombinierte Sensoren sein, beispielsweise für die Messung von Feuchtigkeit und Temperatur. Die dargestellte Position des zweiten Sensors 19 ist erforderlich bei Vorhandensein einer Abgasrückführung 13, damit der zweite Sensor 19 auch Änderungen durch rückgeführtes Abgas messen kann. Der erste Sensor 17 ist dabei dann nicht unbedingt erforderlich.

[0028] Fig. 2 veranschaulicht das Vorgehen bei der Auswertung von Messsignalen des ersten Sensors 17 und/oder des zweiten Sensors 19 in der Auswertelektronik 15. Oben links in Fig. 2 ist ein symbolisches Diagramm dargestellt, in welchem der Verlauf eines ersten Signals A (z. B. eine Lüfterdrehzahl beim Starten des Heizgerätes 1) mit einem gemessenen Verlauf eines zweiten Signals B (z. B. die Feuchte in der Verbrennungsluft) in einem Kreuzkorrelator K korreliert wird zu einem kreuzkorrelierten Signal C (in einem symbolischen Diagramm unten rechts in Fig. 2 dargestellt). Dabei kann die Korrelation auch einen zeitlichen Versatz S (Shift) zwischen den Signalen erkennen bzw. mitverarbeiten.

[0029] Grundlage aller Überlegungen hier ist die Tatsache, dass die (absolute) Feuchte der Verbrennungsluft eine wichtige Rolle für eine genaue Regelung der Verbrennung spielt. Allein die genaue Messung der Feuchte kann schon eine Regelung nach dem Stand der Technik verbessern. Noch wichtiger ist aber, dass das Abgas bei Verbrennung von Brenngasen (von Erdgas bis hin zu Wasserstoff) immer Wasserdampf, also Feuchtigkeit, enthält. Eine Feuchtemessung im Verbrennungsluftweg 21, 22 erlaubt daher auch einen Rückschluss auf die Menge an Abgas, das in der Verbrennungsluft möglicherweise enthalten ist (das gleiche gilt für mehrere andere messbare Eigenschaften des Abgases bzw. der Luft). Da der Abgasweg 11 eines Heizgerätes 1 meist durch den Innenraum 4, in dem das Heizgerät 1 aufgestellt ist, führt, kann bei Leckagen im Abgasweg 11 ungewollt Abgas mit der Verbrennungsluft angesaugt werden, was durch eine Feuchtemessung erkannt werden kann. Auch kann von dem Abgasaustritt 12 des Heizgerätes 1 oder möglicherweise auch von einem benachbarten (fremden) Heizgerät Abgas in den Lufteintritt 3 gelangen.

[0030] Fig. 3 veranschaulicht schematisch und qualitativ, welche Informationen z. B. eine einfache Feuchtemessung liefern kann. Auf der Y-Achse ist die Feuchte mit beliebiger Skala aufgetragen, auf der X-Achse die Zeit t. Wird an dem ersten Sensor 17 die Feuchte gemessen, so gibt es vor dem Start des Heizgerätes 1 einen im Wesentlichen konstanten Wert, der sich beim Start des Heizgerätes 1 mit einem Vorlauf des Lüfters 9 zum Zeitpunkt V auf den Wert F_u der Feuchte in der freien Umgebung 2 einstellt. Das führt nach Erfahrungswerten zu einem Wert innerhalb des schraffierten Bereiches und bleibt dort. Ohne Feuchtemessung würde die Regelung des Heizgerätes vorsichtshalber einen Toleranzbereich mit einer maximal möglichen Feuchte F_{max} (gestrichelte

Linie) berücksichtigen, was bei dem beschriebenen Vorgehen mit Messung der Feuchte nicht nötig ist. Darüber hinaus kann bei Verwendung eines Feuchtesensors (insbesondere kombiniert mit einem Temperatursensor) noch zusätzliche Information gewonnen werden.

[0031] Dazu wird die absolute Luftfeuchte bzw. die zu erwartende stationäre Luftfeuchte nach definierter Inaktivitätszeit des Heizgerätes 1 während des Lüftervorlaufs gemessen und mit der zu erwartenden maximalen Luftfeuchte F_{max} , die sich sowohl auf eigene Messungen als auch auf zur Verfügung stehenden Wetterdaten stützen kann, abgeglichen. Werden im Rahmen der Messung absolute Feuchten ermittelt, die den maximal anzunehmenden Wert überschreiten (also eine exzessive Feuchte F_{ex}), kann dies als Indikator für eine vorliegende Fremd-Rezirkulation (Abgaseinbringung bedingt durch den Betrieb eines anderen Gerätes und dessen ungewollte Abgasrückführung auf das zu betrachtende Gerät) herangezogen werden. Des Weiteren können Ergebnisse dieser Feuchtemessung während des Lüftervorlaufs als Referenzwerte für weitere im befeuerten Gerätebetrieb durchgeführte Messungen sowie als erster erfasster Wert im Rahmen einer Feuchte-korrigierten Gas-Luft-Gemischbildung für Zündung und Gerätebetrieb genutzt werden.

[0032] Fig. 4 zeigt, welche weiteren Informationen nach einer Zündung des Heizgerätes 1 gewonnen werden können. Aufgetragen ist wieder die Feuchte F (gemessen am ersten Sensor 17 und/oder am zweiten Sensor 19) auf der Y-Achse gegen die Zeit t auf der X-Achse. Wie oben beschrieben gibt es beim Start des Heizgerätes 1 ab dem Zeitpunkt V einen Vorlauf des Lüfters 9, so dass sich zunächst die Umgebungsfeuchte einstellt. Zum Zeitpunkt Z findet eine Zündung des Gemisches statt, wodurch sich mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung eine Erhöhung der Feuchte durch Rezirkulation von Abgas ergibt. Dabei zeigt die gepunktete Kurve R_{norm} einen normalen Verlauf der Feuchte bei einem typischen Betrieb mit einer zugelassenen Rezirkulation. Die gestrichelte Kurve R_{max} zeigt an, bis zu welchem Wert eine Rezirkulation (z. B. nach lokalen Vorschriften) erlaubt ist. Überschreitet die Feuchte diesen erlaubten Wert R_{max} (z. B. Kurve R) so deutet dies auf eine Leckage im Abgasweg 11 oder eine unerlaubte Ansaugung über die Umgebung 2 hin. Der durch Rezirkulation erzeugte Anstieg der Feuchte wird am Sensor 17, 19 erst nach einer gewissen Verzögerung nach dem Zündzeitpunkt Z sichtbar. Dann wird ein Maximum der Feuchte erreicht, worauf ein charakteristischer Verlauf folgt. Insgesamt ergibt sich eine für einen typischen Zündvorgang charakteristische Signalform (Signatur), die weitere Informationen liefern kann. So lässt sich der Ort einer Leckage zum Beispiel aus einem Lokalisierungsintervall L ermitteln, welches die Zeit zwischen Zündzeitpunkt Z und erstem Maximum der Feuchtekurve (R_{norm} oder R) angibt. Die erste Differenz $M1$ zwischen einem ersten Minimum (oder einem konstanten Anfangswert) und einem ersten Maximum der Feuchtemesswerte im Verhältnis zu einer zweiten

Differenz M2 zwischen erstem Maximum und einem nachfolgenden Minimum (M1:M2) gibt eine Information über die Menge an rezirkuliertem Abgas. Jedenfalls erlauben typische durch Abgasrezirkulation entstehende Veränderungen einer auf gespeicherten Erfahrungswerten basierenden Signatur z. B. beim Zündvorgang bei den beschriebenen Messungen und deren Auswertung, insbesondere durch Kreuzkorrelation, Rückschlüsse auf Ort und/oder Menge einer auftretenden Rezirkulation.

[0033] Gemäß Fig. 5 können auch nach dem Zündvorgang beim konstanten Betrieb des Heizgerätes 1 weitere Informationen gewonnen werden. Dies kann durch gezielte Veränderungen während des Betriebes erfolgen, insbesondere bei Vorhandensein einer Abgasrückführung 13 mit Stelleinrichtung 14. Die Auswirkungen einer solchen Veränderung zu Testzwecken sind beispielhaft in der gepunkteten Kurve T dargestellt. So können Erfahrungswerte gewonnen werden, mit denen spätere Messwerte verglichen werden können. Tritt im Betrieb dann eine unerwartete Störung auf, beispielsweise eine plötzliche starke Abgasrezirkulation (Kurve Fex), so kann die Größe der gemessenen Störung mit den Erfahrungswerten verglichen werden, um geeignete Maßnahmen von einer Warnmeldung bis hin zu einer Abschaltung des Heizgerätes 1 auslösen zu können.

Zusammenfassend kann Folgendes gesagt werden:

[0034] Die Zündung eines Heizgerätes 1 erfolgt in einem festeingestellten Schema, welches durch Parameter (Zünddrehzahl des Lüfters 9, Gasventilposition o.ä.) in der Steuer- und Regeleinheit 16 hinterlegt ist. Dadurch ist diese Signatur der Geräteelektronik bekannt. Die so bekannte Zündsignatur kann mit Hilfe eines Sensors 17, 19 (z.B. Feuchtesensor) im Verbrennungsluftweg 21, 22 z.B. mittels der Kreuzkorrelation untersucht werden. Sollte eine ausreichende Kopplung zwischen Frischluft und Abgasweg 11 (z.B. durch eine Leckage) vorliegen, kann die Kreuzkorrelation das Vorliegen der Kopplung nachweisen und des Weiteren für eine Leckageortung herangezogen werden.

[0035] Alternativ kann basierend auf der zuvor erwähnten Referenzmessung der Luftfeuchte nach Lüfteranlauf nun eine Feuchte definiert werden, die mit einer normbedingten maximal erlaubten Rezirkulation korreliert. Nach erfolgter Zündung kann im Falle einer vorliegenden Rezirkulation sowohl eine durch die Zündung hervorgerufene, charakteristische Signatur als auch längerfristig eine positive Abweichung im Feuchteverlauf festgestellt werden, die dann wiederum Input für Gas-Luft-Gemischbildungskorrekturen oder Fehler- bzw. Warnmeldungen im Abgleich mit der maximal erlaubten Feuchte bietet. Jedoch kann auch die gemessene Signatur für sich allein durch ihre Ausprägung (Differenz zu Referenzwert sowie der lokalen Minima und Maxima untereinander) und dem Zeitpunkt des Auftretens Rückschlüsse auf eine vorliegende Abgasrezirkulation und/oder eine Rezirkulationsmenge und/oder den Ort

der Rezirkulation bieten.

[0036] Entsprechend der Auswertung der Startsignatur können auch bewusst herbeigeführte, definierte Signaturen zur Auswertung des Ortes und/oder der Menge der Rezirkulation genutzt werden.

[0037] Konkret kann sich eine Signatur durch Änderung der an der Verbrennung beteiligten Aktuatoren (z.B. Gasventilposition, Lüfterdrehzahl) im Abgas bzw. rezirkuliertem Verbrennungsluftstrom abbilden lassen. Jedoch ist auch eine Signatur durch Einflussnahme auf die Kondensation in einem Heizkreislauf (bedingt durch kurzzeitige Änderung einer Rücklauf Temperatur, der Gerätebelastung oder dem hydraulischen Modus) möglich und kann durch Änderung der Feuchte im Verbrennungsluftweg detektiert und auf Basis von bekannten Korrelationen ausgewertet werden.

[0038] Bei der Auswertung können sowohl Zeitpunkt und Intensität der Messung als auch zeitliche Stauchung bzw. Streckung der Signatur einbezogen werden.

[0039] Die Rezirkulationsdetektion mit Hilfe von Signaturen bietet zudem den Vorteil, dass sie auch von Fremd-Rezirkulation überlagerte Feuchtwerte korrekt auswerten und einer möglichen eigenen Rezirkulation zuordnen kann, sowie ein redundantes Messverfahren zur Messung der absoluten Feuchte bietet.

[0040] Ändert sich die Feuchte der Verbrennungsluft im stationären Gerätebetrieb, bzw. stimmt die Änderung der Feuchte nicht mit dem gesteuerten Geräteverhalten überein, kann hierdurch eine beginnende oder endende Fremd-Rezirkulation erkannt werden, was wiederum zur Auslösung von Fehler- bzw. Warnmeldungen genutzt werden kann.

[0041] Die Erfindung ermöglicht die Erhöhung der Sicherheit im Betrieb und eine Verringerung von Toleranzgrenzen bei der Regelung eines Heizgerätes, so dass dieses zumindest bei manchen Bedingungen effizienter und robuster betrieben werden kann.

Bezugszeichenliste

[0042]

1	Heizgerät
2	Umgebung
3	Luft Eintritt
4	Innenraum
5	Luftansaugung
6	Schwingungsdämpfer
7	Brenngaseintritt
8	Mischelement
9	Lüfter / Gebläse
10	Verbrennungsraum
11	Abgasweg
12	Abgasaustritt
13	Abgasrückführung
14	Stelleinrichtung
15	Auswerteelektronik
16	Steuer- und Regeleinheit

17	Erster Sensor
18	Referenzsensor
19	Zweiter Sensor
20	Einmündung Abgasrückführung
21	Verbrennungsluftweg
22	Gas-Luft-Verbund
A	erstes Signal mit einer typischen Signatur
B	zweites Signal
C	kreuzkorreliertes Signal
F	Feuchte
Fex	exzessive Feuchte
Fu	Umgebungsfeuchte (Toleranzintervall)
Fmax	maximal mögliche Feuchte
K	Kreuzkorrelator
L	Lokalisierungsintervall
M1	erste Differenz zwischen erstem Minimum und erstem Maximum
M2	zweite Differenz zwischen erstem Maximum und zweitem Minimum
R	Rezirkulation von Abgas
Rmax	maximal zulässige Rezirkulation
Rnorm	normale Rezirkulation
S	zeitlicher Versatz (Shift) zwischen den Signalen
t	Zeit
T	Testverlauf
V	Start Vorlauf des Gebläses
Z	Zündzeitpunkt

Patentansprüche

- Verfahren zur Verwendung mindestens einer Eigenschaft der Luft in einem Verbrennungsluftweg (21, 22) eines gasbefeierten Heizgerätes (1) zur Messung einer Abgasrezirkulation und zu dessen Regelung und/oder Zustandsanalyse, wobei die Eigenschaft mittels mindestens eines Sensors (17, 19) gemessen und ihr Verhalten in Relation zu bekannten Abläufen im Heizgerät (1) mit Erfahrungswerten oder Kalibrierdaten verglichen wird, so dass Veränderungen der Eigenschaft erkannt und zur Regelung des Heizgerätes (1) und/oder zu Zustandsmeldungen genutzt werden können.
- Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Eigenschaft mindestens eine aus der Gruppe Feuchte, Temperatur, Gehalt an Kohlendioxid, Gehalt an Kohlenmonoxid, Gehalt an Sauerstoff, Gehalt an Stickstoff, und Gehalt an Stickoxiden ist.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei zumindest die Feuchte oder die Temperatur der Luft im Verbrennungsluftweg (21, 22) vor einem Verbrennungsraum (10) gemessen und ihr zeitlicher Verlauf während eines Zündvorganges überwacht und analysiert werden.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Eigenschaft gemessen und ihr zeitlicher Verlauf in Kreuzkorrelation zu einem zeitlichen Verlauf mindestens eines anderen Messwertes und/oder Parameters gebracht und ein kreuzkorreliertes Signal erzeugt wird, wobei das kreuzkorrelierte Signal weiter ausgewertet wird.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die gemessene Eigenschaft anhand von Umgebungsdaten korrigiert wird, die durch Messung mit einem Referenzsensor (18) in der Umgebung (2) und/oder von anderen Datenquellen erlangt werden.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest bei einem Start oder während eines Betriebes des Heizgerätes (1) Veränderungen von Einstellungen vorgenommen und deren Auswirkungen auf die Messwerte des Sensors (17, 18) ermittelt werden.
- Anordnung zur Verwendung mindestens einer Eigenschaft der Luft in einem Verbrennungsluftweg (21, 22) eines gasbefeierten Heizgerätes (1) zur Messung einer Abgasrezirkulation und zu dessen Regelung und/oder Zustandsanalyse, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens ein Sensor (17, 19) zur Messung der Eigenschaft der Luft im Verbrennungsluftweg (21) vorhanden ist, der mit einer Auswerteelektronik (15) verbunden ist, die eingerichtet ist, ein korreliertes Signal des zeitlichen Verlaufs der Eigenschaft mit dem zeitlichen Verlauf mindestens eines anderen Messwertes und/oder Parameters zu erstellen und auszuwerten und wobei die Auswerteelektronik (15) eingerichtet ist, eine aktuelle Abgasrezirkulation festzustellen.
- Anordnung nach Anspruch 7, wobei die Auswerteelektronik (15) eingerichtet ist, bei Abweichung der aktuellen Rezirkulation von Erfahrungswerten und/oder Kalibrierdaten die Größe und/oder den Ort einer Leckage zwischen einem Abgasweg (11) und dem Verbrennungsluftweg (21, 22) festzustellen.
- Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 8, wobei die Auswerteelektronik (15) mit einer Steuer- und Regeleinheit (16) verbunden und eingerichtet ist, Daten über Feuchte, Temperatur und/oder aktuelle Abgasrezirkulation an diese zu leiten.
- Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei das Heizgerät (1) eine Abgasrückführung (13) mit Stelleinrichtung (14) aufweist und der Sensor (19) stromabwärts einer Einmündung (20) der Abgasrückführung (13) im Verbrennungsluftweg (22) angeordnet ist.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei als Sensor (17, 19) mindestens ein Feuchtesensor und ein Temperatursensor an einer Messstelle angeordnet sind.

5

12. Computerprogrammprodukt umfassend Befehle, die bewirken, dass die Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 11 das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ausführt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

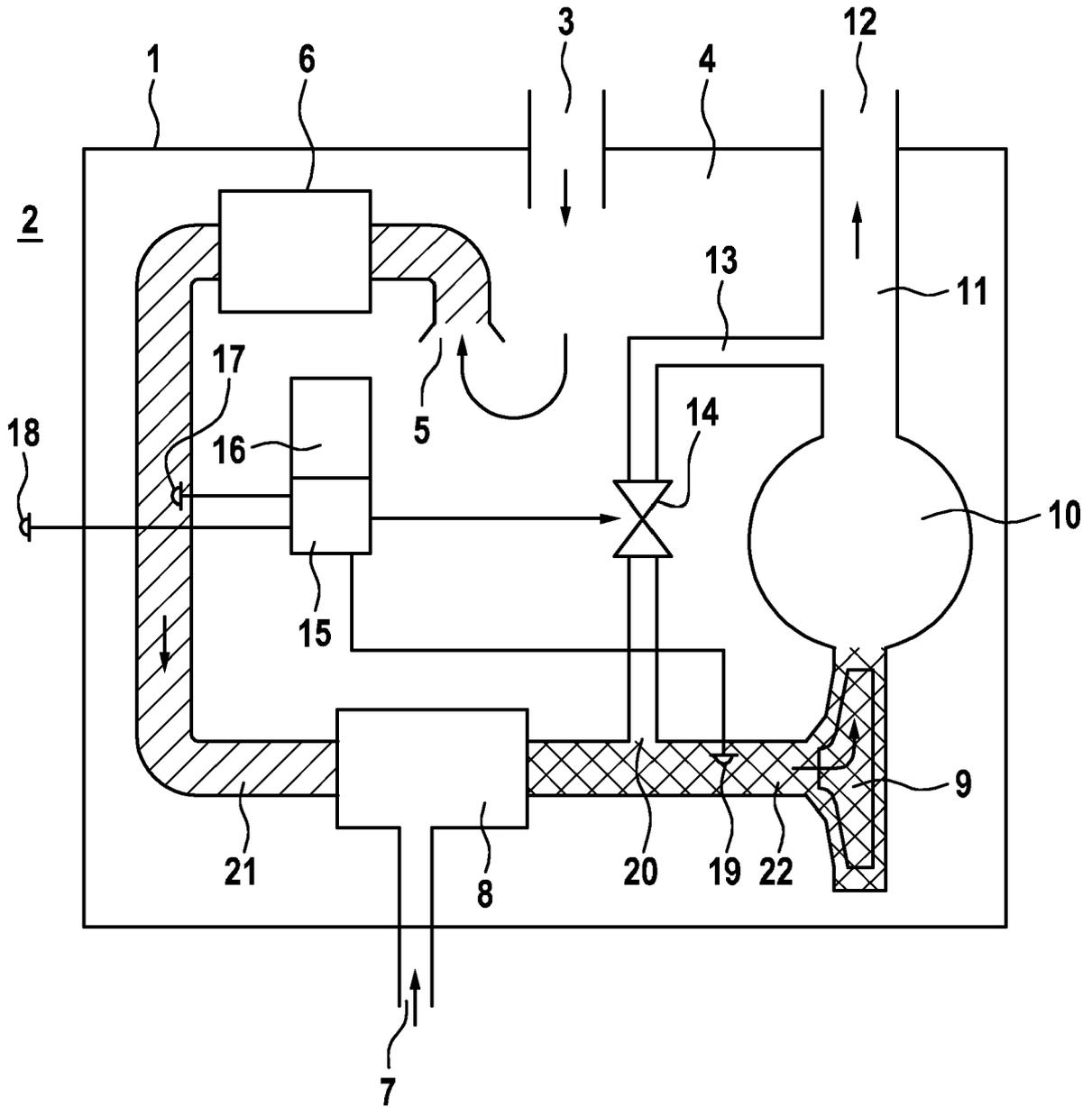


Fig. 2

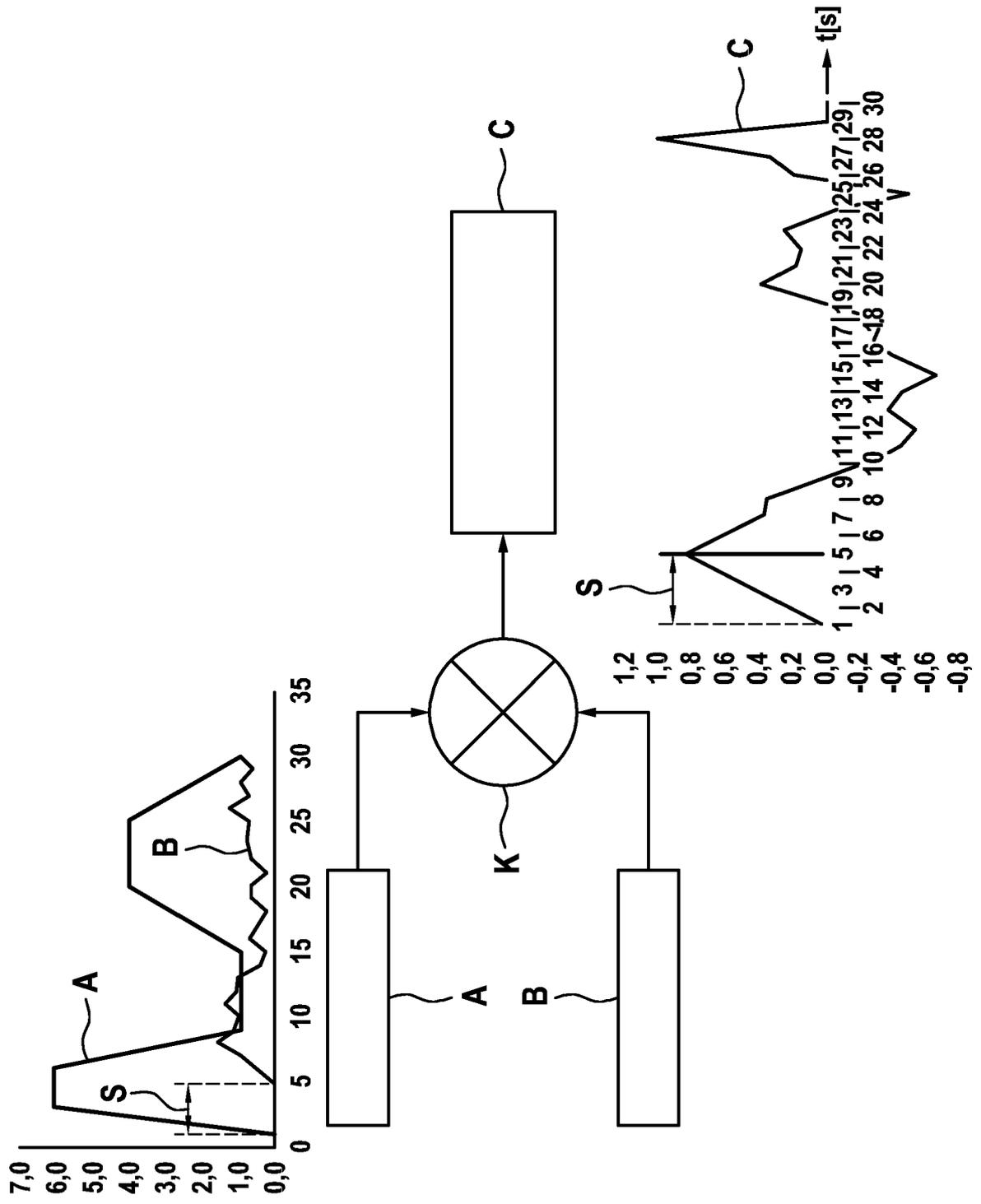


Fig. 3

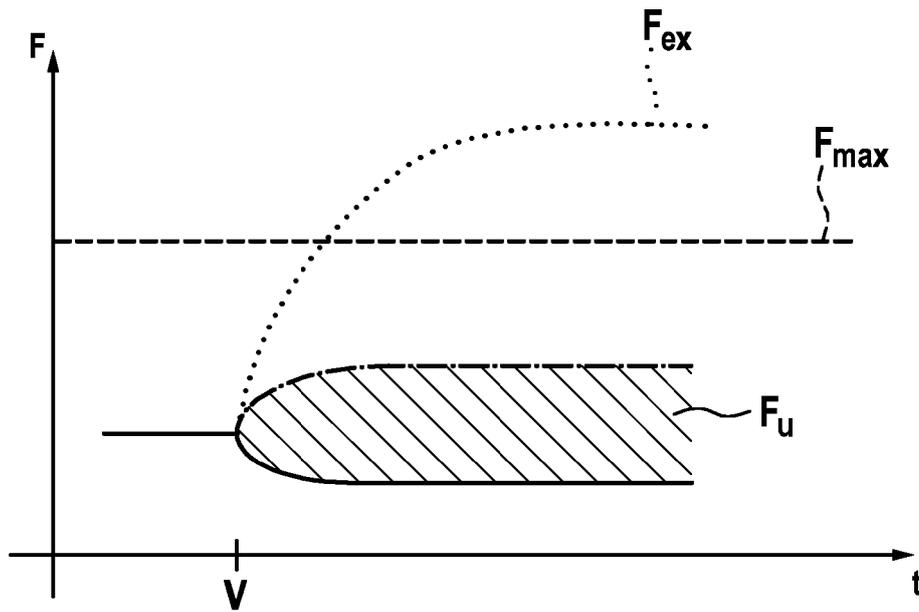
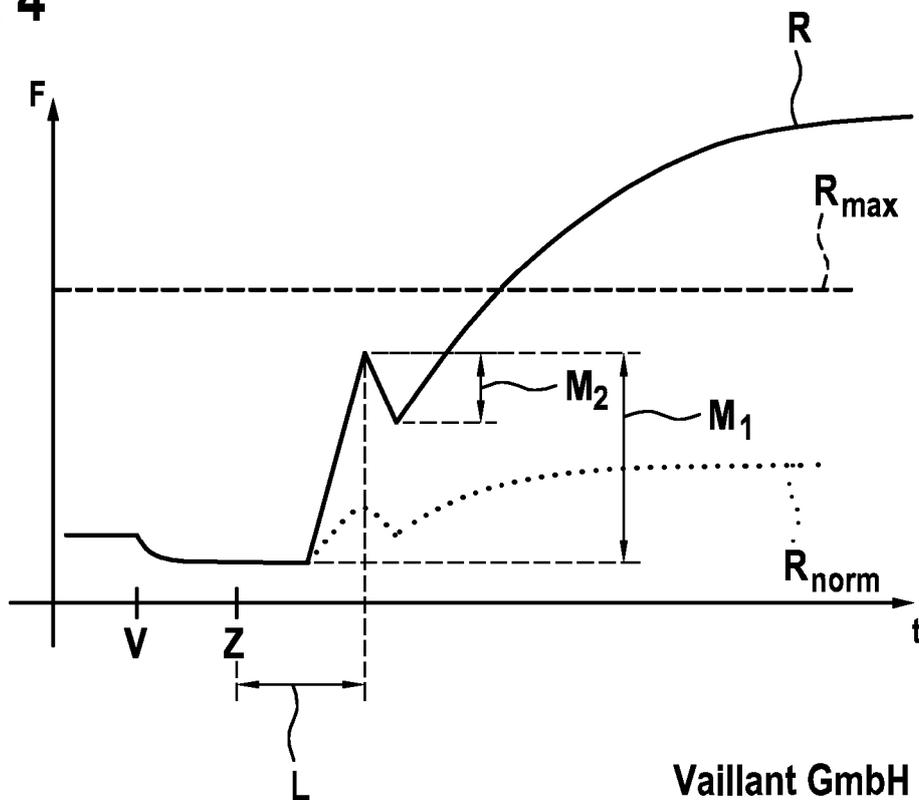
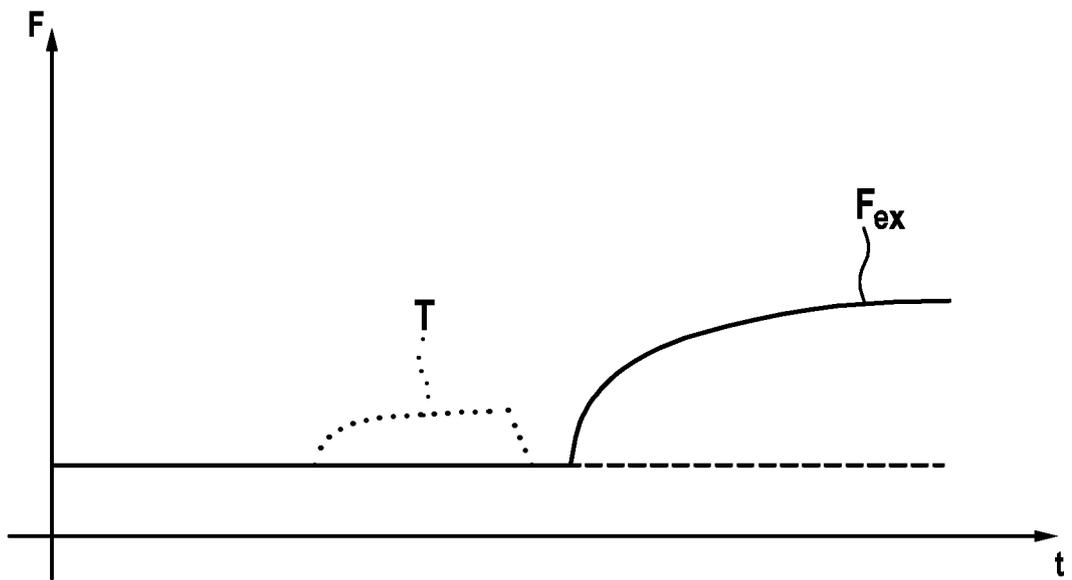


Fig. 4



Vaillant GmbH PT5962DE

Fig. 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 1795

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 095 792 A (BERGER ERIC L [US] ET AL) 1. August 2000 (2000-08-01)	1-3, 6, 7, 9, 10, 12	INV. F23N5/00
Y	* Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 20; Abbildungen 1, 2 * * Spalte 2, Zeile 17 - Zeile 24 * * Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 3, Zeile 25 * * Spalte 3, Zeilen 41-43, 48-52 * * Spalte 4, Zeile 16 - Spalte 7, Zeile 25 *	8	F23N5/24 F23C9/00
Y	----- US 2012/034568 A1 (PACHNER DANIEL [CZ] ET AL) 9. Februar 2012 (2012-02-09) * Absatz [0001] - Absatz [0010]; Abbildungen 1, 2 * * Absätze [0013], [0014] * * Absatz [0018] - Absatz [0030] *	8	
A	----- US 6 039 560 A (KUBOTA NORIKAZU [JP]) 21. März 2000 (2000-03-21) * das ganze Dokument *	1, 7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	----- DE 103 02 487 A1 (ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 31. Juli 2003 (2003-07-31) * Absätze [0001], [0002], [0020], [0021] *	4	F23N F23C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. Juli 2022	Prüfer Hauck, Gunther
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 22 15 1795

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.

07-07-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6095792 A	01-08-2000	US 6095792 A	01-08-2000
		US 6247917 B1	19-06-2001

US 2012034568 A1	09-02-2012	KEINE	

US 6039560 A	21-03-2000	CN 1163374 A	29-10-1997
		JP 3795951 B2	12-07-2006
		JP H09210306 A	12-08-1997
		KR 970059575 A	12-08-1997
		US 6039560 A	21-03-2000

DE 10302487 A1	31-07-2003	CN 1623031 A	01-06-2005
		DE 10302487 A1	31-07-2003
		EP 1472447 A1	03-11-2004
		JP 4495971 B2	07-07-2010
		JP 2005515358 A	26-05-2005
		US 2005028530 A1	10-02-2005
		WO 03062618 A1	31-07-2003

EPO FORM P0461

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