



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.09.2022 Patentblatt 2022/36

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 15/00^(2006.01) G01F 1/68^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22158761.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 15/0088; F24D 3/02; G01F 1/68

(22) Anmeldetag: **25.02.2022**

(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:
• **Reinert, Andreas**
58455 Witten (DE)
• **Bahlke, Knut**
42369 Wuppertal (DE)
• **van Zoggel, Jan**
40489 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **03.03.2021 DE 102021105075**

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

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

(54) **VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINES DURCH EINE HEIZUNGSMÜHLPUMPE GEFÖRDERTEN UMLAUFVOLUMENSTROMES**

(57) Es wird ein Verfahren zur Bestimmung eines durch eine Heizungsumwälzpumpe (42) geförderten Umlaufvolumenstromes in einer Heizungsanlage (1) aufweisend zumindest einen Wärmeerzeuger (11) vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte:

- a) mehrmaliges gleichzeitiges Erfassen eines anhand von Betriebsparametern der Heizungsumwälzpumpe (42) ermittelten Berechnungswertes des Umlaufvolumenstromes und eines ermittelten Referenzwertes des Umlaufvolumenstromes während des Betriebes der Heizungsanlage (1);
- b) Erstellen einer Punkteschar $P_n(X_n; Y_n)$, wobei X_n ein den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe (42)

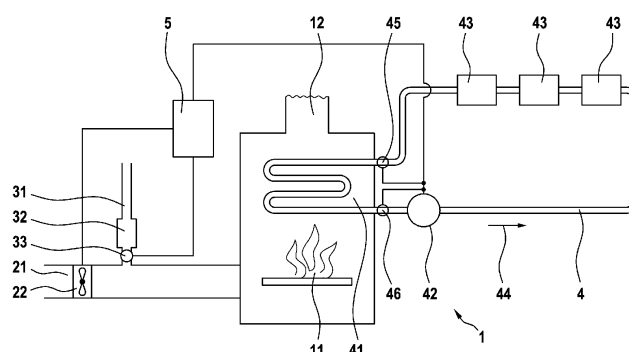
charakterisierender Parameter ist und Y_n der Differenz aus Berechnungswert und Referenzwert des Umlaufvolumenstromes entspricht;

c) Durchführen einer Regressionsanalyse der Punkteschar P_n und ermitteln einer Korrekturfunktion $f_k(X)$;

d) Korrigieren des Berechnungswertes des Umlaufvolumenstromes mittels der Korrekturfunktion $f_k(X)$.

Anhand der Korrekturfunktion $f_k(x)$ kann nun der anhand von Betriebsparametern der Heizungsumwälzpumpe (42) ermittelte Berechnungswert des Umlaufvolumenstroms korrigiert werden. Der korrigierte Berechnungswert weist eine ausreichende Genauigkeit auf und kann für die Regelung der Heizungsanlage 1 genutzt werden.

Fig. 3



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des mittels einer Heizungsumwälzpumpe geförderten Umlaufvolumenstromes in einer Heizungsanlage, ein Computerprogramm, ein Speichermedium, ein Regel- und Steuergerät, eine Heizungsanlage und eine Verwendung einer Heizungsumwälzpumpe.

[0002] Heizungsanlagen weisen zumeist eine Heizungsumwälzpumpe auf. Der durch die Heizungsumwälzpumpe aufgebrachte Druck überwindet den Strömungswiderstand des Heizkreislaufrs und sorgt für einen Umlaufvolumenstrom des Wärmeträgers im Heizkreislaufr. Als Wärmeträger kommt dabei in den meisten Heizungsanlagen Wasser zum Einsatz. Für die Regelung einer Heizungsanlage ist der von der Heizungsumwälzpumpe geförderte Umlaufvolumenstrom des Wärmeträgers mit geringer Fehlertoleranz eine notwendige Eingangsgröße.

[0003] Nach dem Stand der Technik wird der von der Heizungsumwälzpumpe geförderte Umlaufvolumenstrom mittels eines Durchflusssensors erfasst und der Regelung über eine elektronische Schnittstelle zur Verfügung gestellt.

[0004] Es hat sich gezeigt, dass durch Alterungsprozesse und/oder Verunreinigungen im Wärmeträger, beispielsweise durch enthaltene Feststoffe, die Messgenauigkeit des Durchflusssensors abnimmt und damit zu einer Fehlregelung des Wärmeerzeugers führen kann. Bei einem Ausfall des Durchflusssensors kann das Heizgerät bis zu dessen Austausch nicht mehr betrieben werden, da der geförderte Umlaufvolumenstrom eine für die Regelung notwendige Eingangsgröße darstellt.

[0005] Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme wenigstens teilweise zu lindern und insbesondere ein Verfahren zur Bestimmung eines durch eine Heizungsumwälzpumpe geförderten Umlaufvolumenstromes vorzuschlagen, das einen einfachen und robusten Aufbau einer Heizungsanlage ermöglicht und/oder deren Komplexität mindert.

[0006] Diese Aufgabe wird 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.

[0007] Zur Lösung der Aufgabe trägt ein Verfahren zur Bestimmung eines durch eine Heizungsumwälzpumpe geförderten Umlaufvolumenstromes in einer mindestens einen Wärmeerzeuger aufweisenden Heizungsan-

lage bei, das zumindest die folgenden Schritte umfasst:

a) mehrmaliges gleichzeitiges Erfassen

- eines anhand von Betriebsparametern der Heizungsumwälzpumpe ermittelten Berechnungswertes des Umlaufvolumenstromes, und
- eines ermittelten Referenzwertes für den Umlaufvolumenstrom der Heizungsumwälzpumpe während des Betriebes der Heizungsanlage;

b) Erstellen einer Punkteschar $P_n(X_n; Y_n)$, wobei X_n ein den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierender Parameter ist und Y_n der Differenz aus Berechnungswert und Referenzwert des Umlaufvolumenstromes entspricht;

c) Durchführen einer Regressionsanalyse der Punkteschar P_n und ermitteln einer Korrekturfunktion $f_k(x)$;

d) Korrigieren des Berechnungswertes des Umlaufvolumenstromes mittels der Korrekturfunktion $f_k(x)$.

[0008] Die Schritte a) - d) des vorgeschlagenen Verfahrens werden bei einem regulären Betriebsablauf zumindest einmal in angegebener Reihenfolge durchgeführt. Es ist auch möglich den Schritt a) oder die Schritte a) und b) mehrmals vor Durchführung weiterer Schritte zu wiederholen.

[0009] Heizungsumwälzpumpen sind in der Lage mittels interner Algorithmen den geförderten Umlaufvolumenstrom zu berechnen. Der derart berechnete Umlaufvolumenstrom ist jedoch ungenau und daher für eine Regelung der Heizungsanlage nicht einsetzbar. Die Ungenauigkeiten sind beispielsweise in Bauteil- und/oder Messtoleranzen begründet. Das hier vorgeschlagene Verfahren ermöglicht die Ungenauigkeiten dieses Berechnungswertes des Umlaufvolumenstromes zu korrigieren und ggf. kontinuierlich im Betrieb der Heizungsanlage einen korrigierten und damit für die Nutzung in der Regelung ausreichend genauen Berechnungswert des Umlaufvolumenstromes bereitzustellen.

[0010] In Schritt a) erfolgt während des Betriebes der Heizungsanlage ein mehrmaliges gleichzeitiges Erfassen von zwei Werten. Ein erster Wert ist ein den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierender Parameter.

[0011] Der den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierende Parameter kann eine durch die Heizungsumwälzpumpe aufgenommene elektrische Leistung sein. Ein Vorteil dieser Ausführung ist eine einfache Verfügbarkeit der aufgenommenen elektrischen Leistung der Heizungsumwälzpumpe.

[0012] Der den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierende Parameter kann ein Berechnungswert des Umlaufvolumenstroms sein.

[0013] Der den Betriebszustand der Heizungsumwälz-

pumpe charakterisierende Parameter kann eine Funktion (bzw. zeitliche Veränderung) der durch die Heizungsumwälzpumpe aufgenommenen elektrischen Leistung sein. Ein bevorzugtes Beispiel ist eine Logarithmusfunktion, insbesondere der natürliche Logarithmus der aufgenommenen elektrischen Leistung der Heizungsumwälzpumpe.

[0014] Es wird als Vorteil angesehen, wenn der erste erfasste Wert, beispielsweise die von der Heizungsumwälzpumpe aufgenommene elektrische Leistung oder der Berechnungswert des Umlaufvolumenstromes, durch die Heizungsumwälzpumpe intern ermittelt wird, weil eine Übertragung an ein verfahrensdurchführendes (Steuer)-Gerät über nur eine elektronische Schnittstelle der Heizungsumwälzpumpe erfolgen kann und so ein einfacher Aufbau des Heizgerätes ermöglicht wird. Eine "interne" Ermittlung meint insbesondere, dass die erforderlichen Mittel zur Bestimmung und Verarbeitung der erforderlichen Werte/Daten in/an der Heizungsumwälzpumpe bzw. der Heizungsanlage vorgesehen sind.

[0015] Als zweiter Wert wird (im Wesentlichen) gleichzeitig oder parallel zum ersten Wert ein Referenzwert erfasst. Es wird vorgeschlagen als Referenzwert einen von der Heizungsumwälzpumpe geförderten Umlaufvolumenstrom anhand der chemischen Leistung, die während des Betriebes des Brenners umgesetzt wird, heranzuziehen. Die chemische Leistung ist geeignet zur Korrektur des Ausgangswertes, weil diese unabhängig von den Bauteil- und Messtoleranzen der Heizungsumwälzpumpe ist.

[0016] Die chemische Leistung kann unter Einbeziehung eines Betriebsparameters einer Gasfördereinrichtung, die ein brennfähiges Gemisch dem Brenner zuführt, ermittelt werden. Der Betriebsparameter kann insbesondere bei einer als Gebläse ausgeführten Gasfördereinrichtung dessen Drehzahl sein.

[0017] In einer Ausgestaltung kann die chemische Leistung über die vom Brenner verbrannten Brennstoffmenge und der spezifischen chemischen Energie des Brennstoffes berechnet werden. Die Brennstoffmenge kann durch einen geeigneten Sensor, beispielsweise einem Durchflusssensor in der Gaszuführung ermittelt werden.

[0018] Eine Berechnung des durch die Heizungsumwälzpumpe geförderten Umlaufvolumenstromes kann durch folgenden Zusammenhang erfolgen:

$$dV_{HP} = \frac{P_{ch} \times \eta_{We}}{\rho_{Wt} \times c_{Wt} \times (T_{VL} - T_{RL})}$$

[0019] Dabei sind:

dV_{HP} der durch die Heizungsumwälzpumpe geförderte Umlaufvolumenstrom
 P_{ch} die chemische Leistung
 η_{We} der Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers

ρ_{wt} die Dichte des Wärmeträgers
 c_{wt} die spezifische Wärmekapazität des Wärmeträgers
 T_{VL} die Vorlauftemperatur im Heizkreislauf
 T_{RL} die Rücklauftemperatur im Heizkreislauf

[0020] Der Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers ist dabei eine Funktion von Vorlauftemperatur T_{VL} , Rücklauftemperatur T_{RL} und des Betriebsparameters der Gasfördereinrichtung, die das brennfähige Gemisch dem Brenner zuführt.

[0021] Ein Wert für den durch die Heizungsumwälzpumpe geförderten Umlaufvolumenstrom, der anhand der chemischen Leistung ermittelt wurde, kann jedoch gleichfalls nicht direkt für die Regelung der Heizungsanlage herangezogen werden, da dieser nur für einen im Betrieb befindlichen Wärmeerzeuger verfügbar ist und zudem die Dynamik der Heizungsanlage nicht ausreichend erfasst.

[0022] In einem Schritt b) wird nunmehr eine Punkteschar anhand der in Schritt a) erfassten Werte in einem zweidimensionalen Koordinatensystem erstellt. Die Abszisse (x) des Koordinatensystems bildet den Parameter ab, der den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisiert, und die Ordinate (y) die Differenz aus erfasstem Referenzwert des Umlaufvolumenstromes und erfasstem Berechnungswert des Umlaufvolumenstromes.

[0023] In einem Schritt c) erfolgt nun eine Regressionsanalyse der in Schritt b) ermittelten Punkteschar. Durch die Regressionsanalyse wird eine Korrekturfunktion $f_k(x)$ ermittelt.

[0024] Die Regressionsanalyse ist dabei bevorzugt eine einfache lineare Regressionsanalyse, die zu ermittelnde Korrekturfunktion hat somit die Form: $f_k(x) = ax + b$. Ergebnis der Regressionsanalyse sind die Koeffizienten a und b. Eine lineare Regressionsanalyse bildet gut die zu korrigierende Fehlerfunktion ab und ist einfach durchführbar. Alternativ kann auch eine multiple lineare Regressionsanalyse durchgeführt werden.

[0025] In Schritt c) können auch andere Regressionsanalysen eingesetzt werden. Die Auswahl ist dabei beispielsweise von der Pumpencharakteristik bezüglich der internen Volumenstromberechnung abhängig. So kann als Basis der Regressionsanalyse auch eine Exponentialfunktion, insbesondere eine quadratische Funktion, eingesetzt werden.

[0026] In einem Schritt d) kann nun eine Korrektur des Berechnungswertes des Umlaufvolumenstromes mit der ermittelten Korrekturfunktion $f_k(x)$ erfolgen. Die Korrektur des Berechnungswertes für einen bestimmten Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe (gekennzeichnet durch den Betriebszustand kennzeichnenden Parameter) erfolgt durch Addition des Funktionswertes der Korrekturfunktion zum Berechnungswert. Eine Regelung der Heizungsanlage kann mit dem korrigierten Berechnungswert erfolgen, der Einsatz eines den Umlaufvolumenstromes erfassenden Durchflusssensors ist unnötig

und ein einfacher Aufbau einer Heizungsanlage wird ermöglicht.

[0027] Mittels der Regressionsanalyse wird eine Korrektur des Berechnungswertes des Umlaufvolumenstromes der Heizungsumwälzpumpe anhand der Korrekturfunktion $f_k(x)$ auch ermöglicht für Betriebszustände, in denen der Referenzwert nicht verfügbar ist.

[0028] Es versteht sich, dass die Erfassung der Werte nach Schritt a) bevorzugt erst nach Erreichen eines stabilen Zustandes der Wärmeerzeugers nach dessen Einschalten erfolgt. Beispielsweise kann dies gewährleistet werden, indem die Durchführung des Verfahrens erst nach einer definierten Einschwingzeit nach der Inbetriebnahme des Wärmeerzeugers beginnt.

[0029] Die Erfassung von Berechnungswert und Referenzwert in Schritt a) kann in definierten Abständen des den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierenden Parameters erfolgen. So kann eine gute Datenbasis für die Regression der Korrekturfunktion erreicht werden. Bevorzugt wird die Regressionsanalyse erst nach Erreichen einer erfassten Punktemindestanzahl durchgeführt. Beispielsweise kann die Durchführung einer Regressionsanalyse gemäß Schritt c) erst erfolgen bzw. bis dahin blockiert sein, wenn eine Punktemindestanzahl von 5 oder 10 Punkten erfasst wurde. Die definierten Abstände des den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierenden Parameters für die Erfassung von Berechnungswert und Referenzwert sind dabei von der Auswahl des den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierenden Parameters abhängig. Wird beispielsweise die elektrische Leistungsaufnahme der Pumpe als den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierender Parameter gewählt, kann ein sinnvoller definierter Abstand zwischen 0,1 Watt und 3 Watt, bevorzugt zwischen 0,3 Watt und 2 Watt oder zwischen 0,5 Watt und 1,5 Watt liegen. Die Festlegung des definierten Abstandes kann dabei frei in Abhängigkeit der gewünschten Genauigkeit der Regressionsanalyse festgelegt werden.

[0030] In einer anderen bzw. alternativen Ausgestaltung kann der den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierende Parameter die Umdrehungszahl der Heizungsumwälzpumpe sein. Der definierte Abstand für die Erfassung von Referenzwert und Berechnungswert könnte dann zwischen 50 U/min [Umdrehungen pro Minute] und 200 U/min, zum Beispiels 100 U/min betragen.

[0031] An einem den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierenden Parameter, und damit an einer Stützstelle für die Regressionsanalyse, werden nach einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens mehrere Berechnungswerte und Referenzwerte durch Mittelung zusammengefasst. So kann die Genauigkeit der Korrektur erhöht werden. Insbesondere erfolgt die Einbeziehung einer Stützstelle erst nach Erfassung einer Mittelungsmindestanzahl an erfassten Berechnungs- und Referenzwerten. Dabei versteht sich, dass wenn als den Betriebszustand der Heizungsumwälz-

pumpe charakterisierenden Parameter der Berechnungswert herangezogen wird, nur der Referenzwert einer Mittelung unterzogen wird.

[0032] Die Durchführung des vorgeschlagenen Verfahrens erfolgt bevorzugt kontinuierlich oder in regelmäßigen Abständen während des Betriebes der Heizungsanlage. Durch eine stetige Anpassung der Korrekturfunktion können Änderungen im Verschleißzustand der Heizungsumwälzpumpe ebenso stetig erfasst werden.

[0033] Nach einer weiteren Ausführungsform erfolgt ein Vergleich des Funktionswertes der Korrekturfunktion mit dem Funktionswert einer pumpenspezifischen Fehlerfunktion und für die Korrektur wird der kleinere der beiden Werte herangezogen. Die pumpenspezifische Fehlerfunktion repräsentiert einen im Vorfeld ermittelten Worst-Case-Berechnungsfehler bei der Ermittlung und ist in einem einfachen Fall ein konkreter Wert.

[0034] Die pumpenspezifische Fehlerfunktion kann auch herangezogen werden, wenn (noch) keine (hier offenbarte) ermittelte Korrekturfunktion $f_k(x)$ vorliegt. So kann ein sicherer Betrieb der Heizungsanlage auch nach einer Neuinstallation gewährleistet werden, wenn das vorgeschlagene Verfahren noch nicht oder nicht vollständig durchgeführt werden konnte, weil beispielsweise die Punktemindestanzahl noch nicht erreicht wurde.

[0035] 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 beschriebenes Verfahren auszuführen.

[0036] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein maschinenlesbares Speichermedium vorgeschlagen, auf dem das Computerprogramm gespeichert ist.

[0037] Regelmäßig handelt es sich bei dem maschinenlesbaren Speichermedium um einen computerlesbaren Datenträger.

[0038] Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein Regel- und Steuergerät für ein Heizgerät vorgeschlagen, eingerichtet zur Durchführung eines hier vorgestellten Verfahrens. Das Regel- und Steuergerät kann hierzu beispielsweise einen Prozessor aufweisen bzw. über diesen verfügen. In diesem Zusammenhang kann der Prozessor beispielsweise das auf einem Speicher (des Regel- und Steuergeräts) hinterlegte Verfahren ausführen. Bevorzugt ist die pumpenspezifische Fehlerfunktion auf dem gleichen Speicher hinterlegt.

[0039] Nach einem weiteren Aspekt wird auch eine Heizungsanlage mit einem hier vorgestellten Regel- und Steuergerät vorgeschlagen. Das Regel- und Steuergerät ist häufig Bestandteil eines Heizgerätes der Heizungsanlage. Das Heizgerät ist insbesondere ein Gasheizgerät mit einem Gasbrenner und einer Fördereinrichtung, die ein Gemisch aus Gas und Verbrennungsluft (brennfähiges Gemisch) zu einem Gasbrenner fördern kann.

[0040] Nach einem weiteren Aspekt wird eine Verwen-

dung eines erfassten Gasvolumenstromes einer Gasfördereinrichtung eines Heizgerätes zur Korrektur eines anhand von Betriebsparametern einer Heizungsumwälzpumpe ermittelten Berechnungswertes eines Umlaufvolumenstromes in einer Heizungsanlage vorgeschlagen. Bevorzugt wird mittels des erfassten Gasvolumenstromes die chemische Leistung des Heizgerätes berechnet und daraus der Umlaufvolumenstrom des Heizgerätes ermittelt. Der Gasvolumenstrom ist dabei insbesondere der Volumenstrom des Brennstoffes oder des brennfähigen Gasgemisches. Der anhand von Betriebsparametern einer Heizungsumwälzpumpe ermittelte Berechnungswert des Umlaufvolumenstromes wird dabei bevorzugt von der Heizungsumwälzpumpe intern berechnet.

[0041] Zur Charakterisierung bzw. Spezifizierung der angesprochenen Vorrichtungen und/oder Verwendungen können die Erläuterungen zum vorgeschlagenen Verfahren vollumfänglich herangezogen werden.

[0042] Hier werden somit ein Verfahren zur Bestimmung eines durch eine Heizungsumwälzpumpe geförderten Umlaufvolumenstromes, ein Computerprogramm, ein Regel- und Steuergerät und ein Heizgerät zur Durchführung des Verfahrens sowie eine Verwendung eines erfassten Gasvolumenstromes einer Gasfördereinrichtung angegeben, welche die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme zumindest teilweise lösen. Insbesondere tragen das Verfahren, das Computerprogramm, das Regel- und Steuergerät und das Heizgerät sowie die Verwendungen jeweils zumindest dazu bei, die Dichtheitsprüfung zu vereinfachen und Kosten zu reduzieren. Zudem können durch einen hohen Automatisierungsgrad des vorgeschlagenen Verfahrens fehlerhafte Prüfungen weitestgehend ausgeschlossen und somit die Betriebssicherheit erhöht werden.

[0043] Die Erfindung und das technische Umfeld werden nun anhand der Figuren detailliert erläutert.

[0044] Es stellen schematisch dar:

Fig. 1: einen Ablauf eines hier vorgeschlagenen Verfahrens,

Fig. 2: eine Punkteschar nach Schritt b) und eine entsprechende Korrekturfunktion $f_k(x)$, und

Fig. 3: eine hier vorgeschlagene Heizungsanlage.

[0045] Fig. 1 zeigt beispielhaft und schematisch einen Ablauf eines hier vorgeschlagenen Verfahrens. Die mit den Blöcken 110, 120, 130 und 140 dargestellte Reihenfolge der Schritte a), b), c) und d) kann sich bei einem regulären Betriebsablauf einstellen. Beispielhaft wird das Verfahren nachfolgend durch ein Regel- und Steuergerät eines Heizgerätes durchgeführt.

[0046] In Block 110 kann ein gleichzeitiges Erfassen von (drei) Werten erfolgen, nämlich eines von der Heizungsumwälzpumpe mittels interner Algorithmen ermittelten Parameters, den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierenden Parameters (Berechnungswert B) und eines, anhand der Drehzahl der Fördereinrichtung, die das brennbare Gasgemisch dem

Brenner des Heizgerätes zuführt, ermittelten Referenzwertes R. Der den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierende Parameter kann die elektrische Leistungsaufnahme der Heizungsumwälzpumpe sein. Ein Zusammenhang zwischen der erfassten Drehzahl der Fördereinrichtung und dem korrespondierenden, auf der chemischen Leistung des Heizgerätes basierenden, Referenzwert des Umlaufvolumenstromes wurde im Vorfeld für das konkrete Heizgerät hinterlegt und ist durch das, das Verfahren durchführende Regel- und Steuergerät abrufbar.

[0047] Im Vorfeld wurde eine Mittelungsmindestanzahl von 3 definiert. Somit werden für den, den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierenden Parameter die zugehörigen Differenzen aus dem Referenzwert (z.B. ermittelt über die chemische Leistung) und dem Berechnungswert des Umlaufvolumenstromes in Abhängigkeit von Stabilitätskriterien mehrmals erfasst (Y_{n1} , Y_{n2} , Y_{n3}). Anschließend wird der Durchschnitt Y_{nd} der für den Betriebszustand charakterisierenden Parameter (X_n) erfassten Referenzwerte Y_{n1} , Y_{n2} , Y_{n3} gebildet. Es wird weiter der Durchschnitt der Differenz aus dem Referenzwert (z.B. ermittelt über die chemische Leistung) und dem Berechnungswert des Umlaufvolumenstromes ermittelt.

[0048] In Block 120 wird nun anhand der in Block 110 erfassten Paare von Betriebszustand charakterisierenden Parametern und gemittelter Differenz eine Punkteschar mit Punkten $P_n(X_n; Y_n)$ erstellt. Die zu erstellenden Punkte $P_n(X_n; Y_n)$ können sich somit wie folgt zusammensetzen:

X_n = ein den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierender Parameter (z.B. die elektrische Leistungsaufnahme der Heizungsumwälzpumpe), und

Y_n = Differenz aus dem Referenzwert (z.B. ermittelt über die chemische Leistung) und dem Berechnungswert des Umlaufvolumenstromes.

[0049] Fig. 2 zeigt beispielhaft eine in Block 120 erstellte Punkteschar P_n . Diese ist in einem Koordinatensystem abgebildet, wobei die Abszissenachse dem, den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe charakterisierenden Parameter entspricht und die Ordinate der gebildeten Differenz aus dem Berechnungswert des Umlaufvolumenstroms der Heizungsumwälzpumpe und dem Referenzwert (B-R).

[0050] Durch lineare Regression der Punkteschar P_n kann nun die Korrekturfunktion $f_k(x)$ ermittelt werden. Die Korrekturfunktion $f_k(x)$ ist eine lineare Funktion der Form $y(x) = a \cdot x + b$. Im Rahmen der linearen Regression werden die Koeffizienten a und b ermittelt.

[0051] Die Korrekturfunktion $f_k(B)$ liefert für jeden Berechnungswert B einen Korrekturoffsetwert f_k . Der Korrekturoffsetwert $f_k(B)$ kann mit dem entsprechenden Berechnungswert B addiert werden, um den entsprechenden korrigierten Berechnungswert zu bestimmen.

[0052] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer vorgeschlagenen Heizungsanlage 1. Die Heizungsanlage 1 weist einen Wärmeerzeuger 11 auf. Dem Wärmeerzeuger 11 wird ein Gasvolumenstrom eines brennfähigen Gemisches über einen Luftansaugkanal 21 und eine Gaszufuhr 31 zugeführt. Im Luftansaugkanal 21 ist eine Gasfördereinrichtung 22 angeordnet, die in vorliegendem Beispiel als Gebläse ausgebildet ist. In der Gaszufuhr 31 ist ein Gasventil 32 angeordnet, das die dem Luftansaugkanal 21 zuzuführende Gasmenge steuert. Dem Gasventil 32 in Strömungsrichtung nachgeordnet hat die Gaszufuhr 31 einen Gassensor 33 zur Messung der zugeführten Gasmenge. Das Abgas der Verbrennung im Wärmeerzeuger 11 wird über eine Abgasanlage 12 abgeführt.

[0053] Die Heizungsanlage 1 hat einen Heizkreislauf 4 aufweisend eine Heizungsumwälzpumpe 42, die einen Umlaufvolumenstrom im Heizkreislauf 4 erzeugt. Der Heizkreislauf 4 führt über einen Wärmetauscher 41 der die vom Wärmeerzeuger 11 erzeugte Wärme in den Heizkreislauf 4 überträgt. Der Wärmetauscher 41 ist hier nur schematisch dargestellt und kann auch mehrere Wärmetauscher 41 aufweisen, beispielsweise einem Primär- und einem Kondensationswärmetauscher. Im Heizkreislauf 4 sind zudem Verbraucher 43 angeordnet, beispielsweise Konvektoren, über die die Wärme abgegeben wird. Eine Umlaufrichtung 44 des Heizkreislaufes 4 ist mit einem Pfeil dargestellt. Weiterhin sind im Heizkreislauf 4 in Strömungsrichtung vor dem Wärmetauscher 41 ein Rücklauftemperatursensor 45 und nach dem Wärmetauscher 41 ein Vorlauftemperatursensor 46 angeordnet, die die Temperatur des Wärmeträgers im Heizkreislauf 4 vor und nach dem Wärmetauscher 41 erfassen.

[0054] Die Heizungsanlage hat ein Regel- und Steuergerät 5, das elektrisch zumindest mit dem Gassensor 33, der Gasfördereinrichtung 22, der Heizungsumwälzpumpe 42, dem Vorlauftemperatursensor 46 und dem Rücklauftemperatursensor 45 verbunden ist.

[0055] Das Regel- und Steuergerät 5 ist zur Durchführung des hier vorgeschlagenen Verfahrens nach den Blöcken 110, 120 130 und 140 eingerichtet. In Block 120 erfasst das Regel- und Steuergerät einen Berechnungswert B, einen von der Heizungsumwälzpumpe 42 intern ermittelter Umlaufvolumenstrom. Gleichzeitig wird ein Referenzwert erfasst, der anhand der chemischen Leistung des Wärmeerzeugers 11 ermittelt wird. Hierfür kann die vom Gassensor 33 gegebene Gasmenge und/ oder ein Betriebsparameter der Gasfördereinrichtung 22, insbesondere wenn als Gebläse ausgebildet, deren Drehzahl, herangezogen werden. Zudem können zur Bestimmung der chemischen Leistung, die von Vorlauftemperatursensor 46 und Rücklauftemperatursensor 45 gegebenen Temperaturwerte einfließen. Anhand der genannten Werte kann ein auf der chemischen Leistung des Wärmeerzeugers 11 basierender Referenzwert des Umlaufvolumenstromes der Heizungsumwälzpumpe 42 erfasst werden.

[0056] Die Verfahrensschritte gemäß den Blöcken 120, 130 und 140 können nun intern vom Regel- und Steuergerät 5 ausgeführt werden. Die so ermittelte Korrekturfunktion $f_k(x)$ und der daraus resultierende korrigierte Berechnungswert des Umlaufvolumenstromes kann nun vom Regel- und Steuergerät 5 für die Regelung der Heizungsanlage 1 genutzt werden.

Bezugszeichenliste

[0057]

1	Heizungsanlage
11	Wärmeerzeuger
12	Abgasanlage
21	Luftansaugkanal
22	Gasfördereinrichtung
31	Gaszuführung
32	Gasventil
33	Gassensor
4	Heizkreislauf
41	Wärmetauscher
42	Heizungsumwälzpumpe
43	Verbraucher
44	Umlaufrichtung
45	Rücklauftemperatursensor
46	Vorlauftemperatursensor
5	Regel- und Steuergerät

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines durch eine Heizungsumwälzpumpe (42) geförderten Umlaufvolumenstromes in einer Heizungsanlage (1) aufweisend mindestens einen Wärmeerzeuger (11) umfassend zumindest die folgenden Schritte:

- a) mehrmaliges gleichzeitiges Erfassen eines anhand von Betriebsparametern der Heizungsumwälzpumpe (42) ermittelten Berechnungswertes des Umlaufvolumenstromes und eines ermittelten Referenzwertes des Umlaufvolumenstromes während des Betriebes der Heizungsanlage (1);
- b) Erstellen einer Punkteschar $P_n(X_n; Y_n)$, wobei X_n ein den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe (42) charakterisierender Parameter ist und Y_n der Differenz aus Berechnungswert und Referenzwert des Umlaufvolumenstromes entspricht;
- c) Durchführen einer Regressionsanalyse der Punkteschar P_n und ermitteln einer Korrekturfunktion $f_k(X)$;
- d) Korrigieren des Berechnungswertes des Umlaufvolumenstromes mittels der Korrekturfunktion $f_k(X)$.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei in Schritt b) der den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe (42) charakterisierende Parameter eine durch die Heizungsumwälzpumpe (42) aufgenommene elektrische Leistung P_{el} , eine Drehzahl der der Heizungsumwälzpumpe (42); eine Funktion der durch die Heizungsumwälzpumpe (42) aufgenommenen elektrische Leistung $f(P_{el})$ oder der Drehzahl der Heizungsumwälzpumpe (42); oder der Berechnungswert des Umlaufvolumenstromes ist. 5
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Funktion der durch die Heizungsumwälzpumpe (42) aufgenommenen elektrischen Leistung $f(P_{el})$ der natürliche Logarithmus der durch die Heizungsumwälzpumpe aufgenommenen elektrische Leistung ist. 10
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Referenzwert mittels der chemischen Leistung des mindestens einen Wärmeerzeugers (11) ermittelt wird oder ein durch einen Durchflusssensor ermittelter Umlaufvolumenstrom. 15
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die chemische Leistung (P_{ch}) unter Einbeziehung eines Gasvolumenstromes einer Gasfördereinrichtung (22) des mindestens einen Wärmeerzeugers (11) ermittelt wird. 20
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Regressionsanalyse in Schritt c) eine lineare Regressionsanalyse ist. 25
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei vor Durchführung des Schrittes c) für jeden den Betriebszustand der Heizungsumwälzpumpe (42) charakterisierenden Parameter eine Mittelungsmindestanzahl von erfassten Referenzwerten und Berechnungswerten gemittelt werden. 30
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt c) erst nach Erfassen einer Punktemindestanzahl von Punkten P erfolgt. 35
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei vor Erreichen der Punktemindestanzahl und/oder vor Erreichen der Mittelungsmindestanzahl der von der Heizungsumwälzpumpe (42) ermittelte Berechnungswert für den durch die Heizungsumwälzpumpe (42) geförderten Umlaufvolumenstrom durch eine spezifische Fehlerfunktion korrigiert wird. 40
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Verfahren kontinuierlich während des Betriebes der Heizungsanlage (1) durchgeführt wird. 45
11. Computerprogramm, welches zur Durchführung eines Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche eingerichtet ist. 50
12. Maschinenlesbares Speichermedium auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 10 gespeichert ist. 55
13. Regel- und Steuergerät (5) für ein Heizgerät eingerichtet zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9.
14. Heizungsanlage (1) aufweisend ein Regel- und Steuergerät (5) nach Anspruch 12.
15. Verwendung einer ermittelten chemischen Leistung eines Wärmeerzeugers (11) zur Korrektur eines anhand von Betriebsparametern einer Heizungsumwälzpumpe (42) ermittelten Berechnungswertes eines Umlaufvolumenstromes in einer Heizungsanlage (1).

Fig. 1

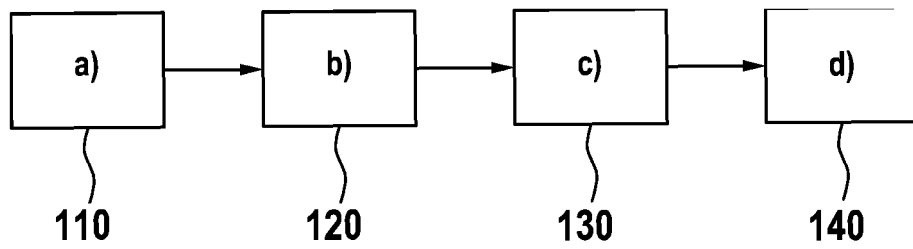


Fig. 2

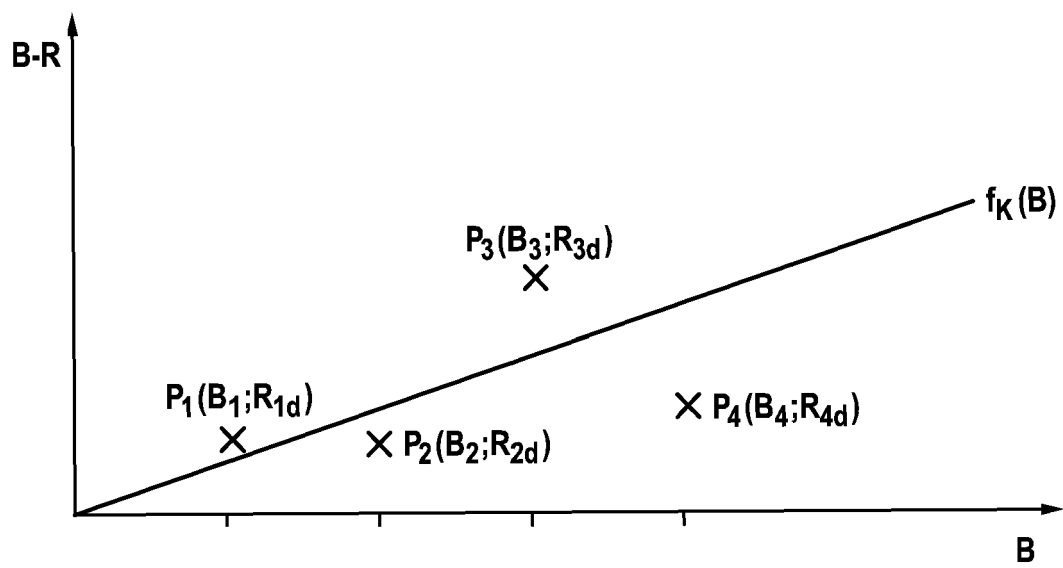


Fig. 3

