

(19)



(11)

EP 3 431 888 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.01.2019 Patentblatt 2019/04

(51) Int Cl.:
F24D 19/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18181083.9**

(22) Anmeldetag: **02.07.2018**

(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

(71) Anmelder: **REHAU AG + Co**
95111 Rehau (DE)

(72) Erfinder: **Pommer, Willi**
90427 Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **10.07.2017 DE 102017115376**

(54) **VERFAHREN ZUR DURCHFÜHRUNG EINES HYDRAULISCHEN ABGLEICHS EINES HEIZUNGS- UND/ODER KÜHLUNGSSYSTEMS**

(57) Das Verfahren dient der Durchführung eines hydraulischen Abgleichs eines mittels eines Temperiermediums betriebenen Heizungs- und/oder Kühlungssystems für z.B. ein Gebäude, insbesondere eines Flächenheizungs- und/oder -kühlungssystems. Das Heizungs- und/oder Kühlungssystem weist eine Vorlaufleitung, eine Rücklaufleitung und mehrere jeweils mit der Vorlaufleitung und der Rücklaufleitung verbundene Heiz- und/oder Kühlkreise auf, wobei jeder Heiz- und/oder Kühlkreis ein motorisch betätigbares Ventil aufweist, dessen Öffnungsgrad zwischen vollständig geschlossen und voll-

ständig offen kontinuierlich oder quasi-kontinuierlich verstellbar ist. Der Grundgedanke des Verfahrens ist das

- Erkennen der Minimalöffnung bei geringer Last des Systems
- Speichern dieser Öffnungsgrade
- Erkennen, ob diese für jeden Kreis gefundene Minimalöffnung bei maximaler Last des Systems noch ausreicht
- Ggf. korrigieren der Minimalöffnung des einen Kreises oder Verringern der Maximalöffnung aller anderen Kreise
- Korrigieren der gefundenen Minimal- und Maximalwerte anhand der Ergebnisse der Raumtemperaturregelung.

EP 3 431 888 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Durchführung eines hydraulischen Abgleichs eines mittels eines Temperiermediums betriebenen Heizungs- und/oder Kühlungs-Systems für z.B. ein Gebäude, insbesondere eines Flächenheizungs- und/oder -kühlungs-Systems.

[0002] Der energieeffiziente und den Komfortbedürfnissen gerecht werdende Betrieb einer wasserbetriebenen Heizungsanlage erfordert - neben der bedarfsgerechten Temperatur des Heizmittels - Maßnahmen, um definierte hydraulische Verhältnisse in der Anlage zu schaffen, und den Einsatz eines Raumtemperaturregel-Systems.

[0003] Der hydraulische Abgleich bei Flächenheizungs- oder Kühlungs-Systemen (im Folgenden wird nur von Heizsystemen gesprochen, die Überlegungen sind aber auf Kühlsysteme übertragbar) ist ein Arbeitsschritt, der zur fachgerechten Inbetriebsetzung der Anlage gehört. Durch den hydraulischen Abgleich soll gewährleistet werden, dass jeder Kreis der Anlage mit den in der Auslegungsplanung ermittelten Heizmittelmengen versorgt wird und damit die Voraussetzung geschaffen wird, dass die nachgeschaltete Raumtemperaturregelung optimal arbeitet.

[0004] Die Regelung der Raumtemperatur geschieht in den meisten Fällen über thermoelektrische 2-Punkt-Antriebe, die ein Ventil am Heizkreisverteiler betätigen. Diese Antriebe nehmen 2 Positionen ein: vollständig geöffnet oder vollständig geschlossen.

[0005] Alternativ zu den 2-Punkt-Antrieben werden Antriebe verwendet, die entweder über ein Steuersignal oder durch gezieltes Ansteuern des Elektromotors in eine definierte Position gefahren werden (stetiger Antrieb), um den Durchfluss durch den Heizkreis so zu beeinflussen.

[0006] Für die Durchführung des hydraulischen Abgleichs am Heizkreisverteiler stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

1) Einstellen eines Ventils im Vorlauf- oder Rücklauf des Heizkreises, um die Heizmittelmenge durch diesen Kreis bei vollständig geöffnetem Ventil zu begrenzen (Abdrosseln, statischer Abgleich).

2) Verwenden von Durchflussreglern, die den Heizmittelstrom durch den Heizkreis auf den eingestellten Wert begrenzen (dynamischer Abgleich)

Die unter 1) beschriebene Vorgehensweise bringt nur im Auslegungsfall ein optimales Ergebnis. Wenn sich die Heizmediumströme in der Anlage im Teillastbetrieb verändern, ergeben sich andere Druckverluste und damit an dem fest eingestellten Ventil ein anderer als der gewollte Durchfluss.

Bei der unter 2) beschriebenen Vorgehensweise wird innerhalb bestimmter Grenzen der gewünschte Durchfluss konstant gehalten, weshalb diese Vorge-

hensweise also auch außerhalb des Auslegungsfalls gute Ergebnisse erbringt.

3) Eine dritte im Stand der Technik bekannte Möglichkeit wird nachfolgend beschrieben:

Bei bestimmten Regelsystemen werden neben der Raumtemperatur auch die Vorlauf- und Rücklauf-temperatur der Heizkreise berücksichtigt. Weicht die Rücklauf-temperatur von dem vorgegebenen Wert ab, wird entweder die Ventilstellung des von der Raumtemperaturregelung betätigten Ventils verändert (hierzu ist ein stetiger Antrieb notwendig), oder die Durchflussrate über die Zeit so variiert, dass sich im Mittel die gewünschte Rücklauf-temperatur ergibt. In diesem Fall wird also ein automatischer hydraulischer Abgleich angestrebt.

[0007] Diese Vorgehensweise bringt also auch bei Anlagen, bei denen der hydraulische Abgleich nicht fachgerecht ausgeführt wurde oder sich in der Ausführung der Anlage Änderungen ergeben haben, die von der ursprünglichen Planung abweichen, Verbesserungen hinsichtlich Komfort und Energieverbrauch.

[0008] In WO 2008/055498 A1 wird ein Heiz-/Kühlsystem beschrieben, bei dem über die thermostatische Regelung der Rücklauf-temperatur ein hydraulischer Abgleich zwischen verschiedenen langen Heizkreisen bewirkt werden soll.

[0009] In DE 10 2004 017 593 B3 wird ein Heiz-/Kühlsystem beschrieben, bei dem in jedem über ein Ventil abzugleichenden Kreis ein Sensor vorgesehen ist, der als Eingang an einem Regler wirkt. Der Regler ermittelt die richtige Stellung der Ventile dergestalt, dass der hydraulische Abgleich gewährleistet ist. DE 10 2004 017 593 B3 beschreibt allerdings nicht die dafür notwendige Vorgehensweise, sondern nur den prinzipiellen Aufbau des Systems.

[0010] In EP 2 894 408 A1 bzw. DE 10 2012 015 892 A1 wird ein Verfahren zur Temperierung von Räumen eines Gebäudes beschrieben, bei dem die Ventilantriebe der Heizkreisverteiler (in 3-Punkt-Ausführung, mit selbsthemmendem Getriebe) durch aufeinanderfolgendes Ansteuern über einen Regler jeweils in eine definierte Position gebracht werden.

[0011] Die drei zuvor genannten Vorgehensweisen sind mit den folgenden Problemen verbunden.

[0012] Bei Verwendung der 2-Punkt-Antriebe und der unter 1) beschriebenen Vorgehensweise kann eine Beeinflussung der Durchflussrate durch ein Ventil und damit durch den Heizkreis und somit der hydraulische Abgleich der Kreise untereinander nur statisch, also durch Einstellung der Ventile nach den in der Auslegung ermittelten Werten für den Auslegungsfall erfolgen. Erfolgt diese Einstellung nicht exakt oder gar nicht oder stellen sich nach der Inbetriebsetzung der Heizungsanlage Veränderungen gegenüber den in der Auslegungsplanung getroffenen Annahmen ein, so ergeben sich Betriebszustände, die eine teilweise Überversorgung und eine teil-

weise Unterversorgung einzelner Heizkreise und Räume zur Folge haben. Das kann auch in Betriebszuständen außerhalb des Auslegungsfalls geschehen. Der Einfluss von Fehlern, die bei der Einstellung des hydraulischen Abgleichs gemacht werden, wird durch die übliche Verwendung von 2-Punkt-Antrieben noch verschärft, da durch das komplette Öffnen eines Verteilerabgangs ein stärkerer hydraulischer Einfluss auf die anderen Heizkreise ausgeübt wird, als wenn ein Kreis nur zum Teil geöffnet wird.

[0013] Die Verwendung von Durchflussreglern, wie bei Methode 2 erforderlich, ist eine Lösung, die auch außerhalb des Auslegungsfalls funktioniert. Allerdings kann diese Lösung nicht auf Veränderungen in der Anlage gegenüber dem ursprünglichen Planungszustand reagieren.

[0014] Die oben unter 3) beschriebene Methode erfordert die Verwendung von Antrieben, die einen beliebigen Hub einnehmen können. Im Regelfall handelt es sich hierbei um motorisch betriebene 3-Punkt-Antriebe oder um Antriebe, die über ein stetiges Regelsignal in eine bestimmte Position gefahren werden können.

[0015] Generell wäre auch bei Methode 1 der Einsatz von stetig arbeitenden Antrieben zur Ansteuerung der Ventile vorzuziehen, da dadurch sowohl eine feinfühlere Regelung der Raumtemperatur möglich wäre, als auch durch das stufenlose Ansteuern der Ventile die hydraulische Situation - zumindest über bestimmte Zeitabschnitte - verbessert wird.

[0016] Jede der bekannten Methoden setzt voraus, dass Planungsunterlagen vorliegen, aus denen die hydraulischen Einstellwerte hervorgehen. Das ist jedoch bei Bestandsanlagen nicht immer der Fall. Hinzu kommt, dass in der Praxis der Abgleich nicht sorgfältig genug erfolgt, oder sogar ganz unterbleibt, so dass die hydraulische Abstimmung der Anlage mangelhaft ist.

[0017] Mängel in der hydraulischen Abstimmung einer Anlage können sich für den Nutzer in einem erheblichen Komfortverlust äußern. Um diesem eventuell auftretenden Komfortverlust vorzubeugen bzw. um diesen auszugleichen wird häufig die Temperatur des Heizmediums soweit erhöht, dass zwar die eventuell unterversorgten Räume besser versorgt werden, aber sich dadurch eine Überversorgung anderer Räume und damit eine erhöhte Raumtemperatur und in Folge ein erhöhter Energieverbrauch einstellt.

[0018] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren für den hydraulischen Abgleich eines Heizungs- und/oder Kühlungs-Systems zu schaffen, das sich zuverlässig durchführen lässt, und zwar auch im Regelbetrieb des Heizungs- und/oder Kühlungs-Systems.

[0019] Zur Lösung dieser Aufgabe wird mit der Erfindung ein Verfahren zur Durchführung eines hydraulischen Abgleichs eines mittels eines Temperiermediums betriebenen Heizungs- und/oder Kühlungs-Systems für z.B. ein Gebäude, insbesondere eines Flächenheizungs- und/oder -kühlungs-Systems, vorgeschlagen, wobei bei dem Verfahren

- das Heizungs- und/oder Kühlungs-System eine Vorlaufleitung, eine Rücklaufleitung und mehrere jeweils mit der Vorlaufleitung und der Rücklaufleitung verbundene Heiz- und/oder Kühlkreise aufweist,
- jeder Heiz- und/oder Kühlkreis ein motorisch betätigbares Ventil aufweist, dessen Öffnungsgrad zwischen vollständig geschlossen und vollständig offen kontinuierlich oder quasi-kontinuierlich verstellbar ist,
- während solcher Phasen des Betriebs des Heizungs- und/oder Kühlungs-Systems, in denen sämtliche Heiz- und/oder Kühlkreise mit Temperiermedium zu versorgen sind, gilt, dass durch jeden Heiz- und/oder Kühlkreis Temperiermedium mit einer Durchflussrate fließt, die zwischen einer Minimaldurchflussrate und einer Maximaldurchflussrate liegt, und
- der Minimaldurchflussrate ein Minimalöffnungsgrad und der Maximaldurchflussrate ein Maximalöffnungsgrad des Ventils des betreffenden Heiz- und/oder Kühlkreises zugeordnet ist,

wobei bei dem Verfahren

- a) für das Ventil jedes Heiz- und/oder Kühlkreises ein Anfangswert für den Minimalöffnungsgrad und ein Anfangswert für den Maximalöffnungsgrad vorgegeben wird,
- b) ein erster der Heiz- und/oder Kühlkreise als zu untersuchender Heiz- und/oder Kühlkreis ausgewählt wird,
- c) bis auf das Ventil des zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreises an den Ventilen der nicht zu untersuchenden anderen Heiz- und/oder Kühlkreise der jeweilige Anfangswert für den Maximalöffnungsgrad oder ein zu diesem Zeitpunkt bereits neu ermittelter Maximalöffnungsgrad eingestellt wird,
- d) an dem Ventil des zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreises der Anfangswert für den Minimalöffnungsgrad eingestellt wird,
- e) die Durchflussrate des Temperiermediums in dem zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis ermittelt wird,
- f) überprüft wird, ob die Durchflussrate in dem zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis gleich der Minimaldurchflussrate für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis ist,
- g) dann, wenn die ermittelte Durchflussrate in dem zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis kleiner

als die Minimaldurchflussrate für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis ist, der Öffnungsgrad des Ventils des zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreises vergrößert wird, bis die ermittelte Durchflussrate für den zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis gleich der Minimaldurchflussrate für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis ist, und dieser Öffnungsgrad des Ventils als neuer Minimalöffnungsgrad des Ventils für den zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis abgespeichert wird,

h) oder dann, wenn die ermittelte Durchflussrate für den zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis kleiner als die Minimaldurchflussrate für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis ist und sich in dem zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis auch bei dem Maximalöffnungsgrad des Ventils für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis noch nicht die Minimaldurchflussrate für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis einstellt, die Öffnungsgrade der Ventile der nicht zu untersuchenden anderen Heiz- und/oder Kühlkreise schrittweise solange verringert werden, bis sich in dem zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis die Mindestdurchflussrate einstellt, und die Öffnungsgrade der Ventile der nicht zu untersuchenden anderen Heiz- und/oder Kühlkreise als deren jeweilige neue Maximalöffnungsgrade abgespeichert werden (wobei insbesondere die Öffnungsgrade sämtlicher Ventile außer dem gerade zu untersuchenden Ventil gleichzeitig verringert werden),

i) ein nächster der Heiz- und/oder Kühlkreise als zu untersuchender Heiz- und/oder Kühlkreis ausgewählt wird und das Verfahren gemäß den Schritten c) bis h) durchgeführt wird,

j) die Schritte b) bis i) für sämtliche Heiz- und/oder Kühlkreise durchgeführt werden, wobei danach für das Ventil jedes Heiz- und/oder Kühlkreises ein Minimalöffnungsgrad und ein Maximalöffnungsgrad für die Einhaltung des hydraulischen Abgleichs während des Betriebs des Heizungs- und/oder Kühlsystems ermittelt ist.

[0020] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird also zusammengefasst sinngemäß wie folgt vorgegangen:

- Erkennen der Minimalöffnung bei geringer Last des Systems
- Speichern dieser Öffnungsgrade
- Erkennen, ob diese für jeden Kreis gefundene Minimalöffnung bei maximaler Last des Systems noch ausreicht
- Ggf. korrigieren der Minimalöffnung des einen Krei-

ses oder Verringern der Maximal-öffnung aller anderen Kreise

- Korrigieren der gefundenen Minimal- und Maximalwerte anhand der Ergebnisse der Raumtemperaturregelung.

[0021] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eine Fehlermeldung ausgegeben und das Verfahren abgebrochen wird, wenn bei der Durchführung des Schritts h) zumindest das Ventil eines der nicht zu untersuchenden anderen Heiz- und/oder Kühlkreise so weit zu schließen ist, dass es den Minimalöffnungsgrad gemäß seines Anfangswerts oder seinen bereits neu ermittelten Minimalöffnungsgrad erreicht oder unterschreitet.

[0022] Schließlich lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren mit Vorteil im Regel- bzw. Normalbetrieb des Heizungs- und/oder Kühlsystems einsetzen, indem im Regelbetrieb des Heizungs- und/oder Kühlsystems durch Analyse der Raumtemperaturverläufe erkannt wird, wenn einzelne Räume mit zu wenig Temperiermedium und andere Räume mit zu viel Temperiermedium versorgt werden, wobei in diesem Fall in einem ersten Schritt die Minimalöffnungsgrade der Ventile, die die Heiz- und/oder Kühlkreise für die Räume mit einer zu geringen Versorgung durch das Temperiermedium steuern, erhöht werden und in einem zweiten Schritt die Maximalöffnungsgrade der Ventile, die die Heiz- und/oder Kühlkreise für die Räume mit einer zu hohen Versorgung durch das Temperiermedium steuern, verringert werden.

[0023] Die im Folgenden beschriebene erfindungsgemäße Vorgehensweise kann bei Anlagen, bei denen der hydraulische Abgleich durch Anwendung des Verfahrens 1 (Abdrosseln des Durchflusses von Kreisen) realisiert wird, als auch bei Anlagen angewendet werden, bei denen außer den für die Raumtemperaturregelung verwendeten Ventilen, die den Durchfluss der Heizkreise bestimmen, keine weiteren den Durchfluss bestimmenden Stellorgane vorhanden sind.

[0024] Für die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es notwendig, Antriebe zu verwenden, deren Verstellweg stetig einstellbar ist

[0025] Für die Anwendung des Verfahrens ist es außerdem notwendig, für jeden Kreis getrennt einen Mindestdurchfluss durch diesen Kreis zu erkennen. Die Erkennung dieses Mindestdurchflusses kann durch verschiedene Methoden geschehen:

- es wird in jedem Kreis ein Sensor eingebracht, der diesen Mindestdurchfluss in diesem Kreis detektiert;
- dieser Sensor kann ein Durchflussmengenmesser, ein Durchflussschalter oder ein Temperatursensor sein;
- durch eine Veränderung des Summenstroms eines Durchflussmengenmessers oder eines anderen ge-

eigneten Sensors im zentralen Vorlauf- oder Rücklauf des Verteilers wird das Hinzukommen oder Fehlen des Heizmedium-Stroms durch einen einzelnen Kreis detektiert

[0026] Das Verfahren basiert auf der grundsätzlichen Vorgehensweise, iterativ für jeden Kreis den minimalen notwendigen Öffnungsgrad bei maximaler Last aller anderer Kreise sowie den maximal zulässigen Öffnungsgrad eines jeden Kreises, bei dem alle anderen Kreise noch versorgt werden können, zu ermitteln. Diese einmal gefundenen Ergebnisse werden durch die im Regelbetrieb sich einstellenden Anforderungen an die einzelnen Kreise korrigiert und damit optimiert.

[0027] Die Vorgehensweise bei den unten beschriebenen Verfahrensschritten unterscheidet sich im Detail nach der Positionierung der verwendeten Sensoren: Bei zentraler Anordnung eines Sensors kann nur die Änderung des gesamten Durchflusses erkannt werden. Deshalb muss in diesem Fall der zu testende Kreis immer zuerst geschlossen werden, bevor er bis zu dem Punkt geöffnet wird, an dem der Mindestdurchfluss erkannt wird.

Verfahrensschritte gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung:

Vorbemerkung:

[0028] Der Verstellweg der Ventilantriebe (Öffnungsgrad) erstreckt sich von einem minimalen Wert (Ventil geschlossen), bezeichnet als "Aclosed", bis zu einem maximalen Wert, bezeichnet als "Aopen".

[0029] Das untenstehende Verfahren bezieht sich auf einen Verteiler mit m Abgängen und m Antrieben. Diese m Abgänge sind einer Anzahl von Räumen zugeordnet, wobei mehrere Abgänge (Kreise) einem Raum zugeordnet sein können.

1) In einem initialen Schritt, der ohne Eingriff des Nutzers nur einmal durchlaufen wird, der aber durch den Nutzer erneut aufgerufen werden kann (Reset-Funktion), werden Anfangswerte für den maximalen Öffnungsgrad der Antriebe ($A_{\max}(n)$, $n=1 \dots m$) und damit der Ventile, die den Durchfluss regulieren, gesetzt. Ebenso wird der für den minimalen Öffnungsgrad der Antriebe notwendige Wert ($A_{\min}(n)$, $n=1 \dots m$) gesetzt. Im initialen Schritt werden die Werte für alle Antriebe auf den gleichen Wert gesetzt, solange keine Vorgabewerte existieren. In eine Variante des Verfahrens können individuelle Vorgabewerte, die z.B. aus den Planungswerten hergehen, gesetzt werden.

2) In einem insbesondere regelmäßig wiederkehrenden ersten Kalibrierungsschritt wird der Öffnungsgrad eines jeden Antriebs von der geschlossenen Stellung ausgehend solange gesteigert, bis der Wert

$A_{\min}(n)$ erreicht ist, und darüber hinaus so lange bis der Grenzwert des Durchflusses in jedem Kreis erkannt wird. Dieser Öffnungsgrad wird für jeden Antrieb als Untergrenze $A_{\min}(n)$, $n=1 \dots m$ des Verstellbereichs abgespeichert.

3) In einem insbesondere regelmäßig wiederkehrenden und vorzugsweise mehrfach vorzunehmenden zweiten Kalibrierungsschritt werden nun alle Antriebe mit Ausnahme des n -ten Antriebs, beginnend mit $n=1$, gleichzeitig bis zu dem Öffnungsgrad $A_{\max}(n)$ geöffnet, wobei diese Öffnungsgrade entweder den in Schritt 1 vorbestimmten Werten, bei einem zweiten Aufruf den in dem weiter unten beschriebenen Schritt 4 ermittelten Werten oder bei einem späteren erneuten Aufruf dieses Kalibrierungsschritts den in dem weiter unten beschriebenen Verfahrensschritt 6 für jeden Heizkreis ermittelten optimierten Öffnungsgraden $A_{\max}(n)$ entsprechen.

Stellt sich nach Öffnen aller Antriebe außer dem n -ten Antrieb bis zu den genannten Werten $A_{\max}(n)$ die Situation ein, dass an dem n -ten Kreis der Schwellwert für den Mindestdurchfluss nicht mehr erreicht wird, so wird in einem ersten Schritt das Ventil des n -ten Kreises so weit geöffnet, dass dieser Schwellwert wieder erreicht wird. Der Wert $A_{\min}(n)$ wird mit diesem Wert neu besetzt.

Sollte sich die Mindest-Durchflussrate auch bis zum vollständigen Öffnen des n -ten Antriebs (Position "Aopen") nicht einstellen, also der Durchfluss in dem n -ten Kreis weiterhin unterhalb des Schwellwerts für den Mindestdurchfluss liegen, so werden die Antriebe aller anderen Ventile solange schrittweise geschlossen, bis der Durchfluss in dem n -ten Heizkreis wieder den Schwellwert für den Mindestdurchfluss erreicht. Die Werte $A_{\max}(n)$ werden abgespeichert. Zusätzlich wird die Bedingung "Maximalwert erreicht" als erfüllt markiert.

Sollten dabei der Antrieb für zumindest einen Heizkreis soweit geschlossen werden müssen, dass für diesen Heizkreis der Wert $A_{\min}(n)$ erreicht wird, ist eine weitere Kalibrierung nicht mehr sinnvoll und der Vorgang wird mit der Ausgabe einer Fehlermeldung beendet.

Nach Abschluss des Vorgangs wird der Zähler n um den Wert 1 erhöht, also der nächste Kreis ausgewählt, und Schritt 3 durchgeführt sowie diese Vorgehensweise so lange wiederholt, bis alle Antriebe behandelt wurden.

Nach Ablauf dieses Vorgangs ist für jeden Ventilantrieb ein Maximalwert des Öffnungsgrades ($A_{\max}(n)$, $n=1 \dots m$) bekannt, bei dem die Versorgung aller anderen Kreise gewährleistet wird. Für jeden Ventilantrieb ist außerdem ein Minimalwert ($A_{\min}(n)$, $n=1 \dots m$) bekannt, der nicht unterschritten werden darf, wenn alle anderen Antriebe bis zu dem ermittelten Maximalwert geöffnet sind.

4) Der Vorgang von Schritt 3 kann nun wiederholt werden, wobei im nächsten Durchlauf der noch zur Verfügung stehende Verstellbereich der Antriebe bis zum Wert "Aopen" (maximale Öffnung) ausgeschöpft wird. Diese Wiederholung des Optimierungsschrittes unterbleibt, wenn die Bedingung "Maximalwert erreicht" erfüllt ist oder die Anlage bereits im Regelbetrieb war.

5) Nach Abschluss der iterativen Optimierungsschritte 3 und 4 stehen für jeden der Ventilantriebe ein maximaler Öffnungsgrad ($A_{\max}(n)$, $n=1 \dots m$), der nicht überschritten werden darf, um in jedem anderen Kreis einen Minimalwert des Durchflusses zu gewährleisten, sowie für jeden Kreis der minimale Öffnungsgrad des Ventilantriebs ($A_{\min}(n)$, $n=1 \dots m$) bei maximalem Öffnungsgrad aller anderen Ventilantriebe fest.

6) Im folgenden Regelbetrieb der Anlage - dem Ausregeln der Raumtemperaturen - wird sich mit den durch den Regelalgorithmus errechneten und durch den vorhergegangenen Mechanismus begrenzten Öffnungsgraden der Ventilantriebe eine Überdeckung oder Unterdeckung einzelner Räume einstellen.

[0030] Es werden fortlaufend Zu/Abschläge für die einzelnen Räume errechnet. Überschreitet der Betrag der Zu/Abschläge einen Schwellwert, so werden die Tabellen $A_{\max}(n)$ und $A_{\min}(n)$ unter Beachtung der möglichen Grenzwerte neu besetzt:

Bei übertensorgten Räumen wird die in $A_{\max}(n)$ festgelegte Obergrenze der Öffnung in Abhängigkeit von den errechneten Abschlägen nach unten korrigiert, jedoch nicht unter den Wert $A_{\min}(n)$.

[0031] Bei unterversorgten Räumen wird der Wert $A_{\min}(n)$ in Abhängigkeit von den errechneten Zuschlägen nach oben korrigiert, jedoch nicht über den Wert $A_{\max}(n)$.

[0032] Mit diesen neuen Startwerten erfolgt ein erneutes Durchlaufen der Verfahrensschritte ab Schritt 2). Schritt 3) wird dabei nur noch einmal durchlaufen.

[0033] Durch diese wiederkehrenden Optimierungsschritte stellt sich ein Zustand der Anlage ein, bei dem alle Ventile nur noch so weit geöffnet werden, wie es für die Versorgung der Räume notwendig ist, ohne dass eine Unterversorgung der anderen Räume eintritt.

[0034] Im Rahmen der Gegebenheiten der Anlage werden außerdem auch alle Ventile soweit geöffnet und damit der Durchfluss soweit gesteigert, dass keine Unterversorgung auftritt.

[0035] Das Verfahren kann auch bei Anlagen mit Heizkörpern angewendet werden, die über elektrisch betriebene Antriebe angesteuert werden.

[0036] Im Betrieb der Anlage wird durch wiederkehrende Optimierungsschritte für jeden Heizkreis der optimale Durchflusswert eingestellt.

[0037] Dieser ermittelte Zustand ist nicht unveränderlich, sondern passt sich laufend an Änderungen der Bedingungen an, die möglicherweise durch das Nutzerverhalten oder Parameteränderungen, die den Betrieb der Anlage betreffen, hervorgerufen werden. Diese kontinuierlichen Optimierungen führen zu einer Verbesserung des vom Nutzer empfundenen Komforts sowie zu einer Verringerung von unnötigem Energieverbrauch.

[0038] Bedarfsgerechte Ansteuerung von Ventilen von Heizkreisverteilern für Flächenheizung / Kühlung bzw. Heizungs- und Kühlungssystem generell.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung eines hydraulischen Abgleichs eines mittels eines Temperiermediums betriebenen Heizungs- und/oder Kühlungssystems für z.B. ein Gebäude, insbesondere eines Flächenheizungs- und/oder -kühlungssystems, wobei

- das Heizungs- und/oder Kühlungssystem eine Vorlaufleitung, eine Rücklaufleitung und mehrere jeweils mit der Vorlaufleitung und der Rücklaufleitung verbundene Heiz- und/oder Kühlkreise aufweist,

- jeder Heiz- und/oder Kühlkreis ein motorisch betätigbares Ventil aufweist, dessen Öffnungsgrad zwischen vollständig geschlossen und vollständig offen kontinuierlich oder quasi-kontinuierlich verstellbar ist,

- während solcher Phasen des Betriebs des Heizungs- und/oder Kühlungssystems, in denen sämtliche Heiz- und/oder Kühlkreise mit Temperiermedium zu versorgen sind, gilt, dass durch jeden Heiz- und/oder Kühlkreis Temperiermedium mit einer Durchflussrate fließt, die zwischen einer Minimaldurchflussrate und einer Maximaldurchflussrate liegt, und

- der Minimaldurchflussrate ein Minimalöffnungsgrad und der Maximaldurchflussrate ein Maximalöffnungsgrad des Ventils des betreffenden Heiz- und/oder Kühlkreises zugeordnet ist,

wobei bei dem Verfahren

- a) für das Ventil jedes Heiz- und/oder Kühlkreises ein Anfangswert für den Minimalöffnungsgrad und ein Anfangswert für den Maximalöffnungsgrad vorgegeben wird,

- b) ein erster der Heiz- und/oder Kühlkreise als zu untersuchender Heiz- und/oder Kühlkreis ausgewählt wird,

- c) bis auf das Ventil des zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreises an den Ventilen der nicht zu untersuchenden anderen Heiz- und/oder Kühlkreise der jeweilige Anfangswert für den Maximalöffnungsgrad oder ein zu die-

sem Zeitpunkt bereits neu ermittelter Maximalöffnungsgrad eingestellt wird,

d) an dem Ventil des zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreises der Anfangswert für den Minimalöffnungsgrad eingestellt wird,

e) die Durchflussrate des Temperiermediums in dem zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis ermittelt wird,

f) überprüft wird, ob die Durchflussrate in dem zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis gleich der Minimaldurchflussrate für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis ist,

g) dann, wenn die ermittelte Durchflussrate in dem zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis kleiner als die Minimaldurchflussrate für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis ist, der Öffnungsgrad des Ventils des zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreises vergrößert wird, bis die ermittelte Durchflussrate für den zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis gleich der Minimaldurchflussrate für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis ist, und dieser Öffnungsgrad des Ventils als neuer Minimalöffnungsgrad des Ventils für den zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis abgespeichert wird,

h) oder dann, wenn die ermittelte Durchflussrate für den zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis kleiner als die Minimaldurchflussrate für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis ist und sich in dem zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis auch bei dem Maximalöffnungsgrad des Ventils für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis noch nicht die Minimaldurchflussrate für diesen Heiz- und/oder Kühlkreis einstellt, die Öffnungsgrade der Ventile der nicht zu untersuchenden anderen Heiz- und/oder Kühlkreise schrittweise so lange verringert werden, bis sich in dem zu untersuchenden Heiz- und/oder Kühlkreis die Mindestdurchflussrate einstellt, und die Öffnungsgrade der Ventile der nicht zu untersuchenden anderen Heiz- und/oder Kühlkreise als deren jeweilige neue Maximalöffnungsgrade abgespeichert werden,

i) ein nächster der Heiz- und/oder Kühlkreise als zu untersuchender Heiz- und/oder Kühlkreis ausgewählt wird und das Verfahren gemäß den Schritten c) bis h) durchgeführt wird,

j) die Schritte b) bis i) für sämtliche Heiz- und/oder Kühlkreise durchgeführt werden, wobei danach für das Ventil jedes Heiz- und/oder Kühlkreises ein Minimalöffnungsgrad und ein Maximalöffnungsgrad für die Einhaltung des hydraulischen Abgleichs während des Betriebs des Heizungs- und/oder Kühlungssystems ermittelt ist.

und das Verfahren abgebrochen wird, wenn bei der Durchführung des Schritts h) zumindest das Ventil eines der nicht zu untersuchenden anderen Heiz- und/oder Kühlkreise so weit zu schließen ist, dass es den Minimalöffnungsgrad gemäß seines Anfangswerts oder seinen bereits neu ermittelten Minimalöffnungsgrad erreicht oder unterschreitet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Regelbetrieb des Heizungs- und/oder Kühlungssystems durch Analyse der Raumtemperaturverläufe erkannt wird, wenn einzelne Räume mit zu wenig Temperiermedium und andere Räume mit zu viel Temperiermedium versorgt werden, wobei in diesem Fall in einem ersten Schritt die Minimalöffnungsgrade der Ventile, die die Heiz- und/oder Kühlkreise für die Räume mit einer zu geringen Versorgung durch das Temperiermedium steuern, erhöht werden und in einem zweiten Schritt die Maximalöffnungsgrade der Ventile, die die Heiz- und/oder Kühlkreise für die Räume mit einer zu hohen Versorgung durch das Temperiermedium steuern, verringert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Fehlermeldung ausgegeben



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 18 1083

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)
A	US 2014/150883 A1 (LEDERLE NORBERT MARKUS [DE] ET AL) 5. Juni 2014 (2014-06-05) * Absätze [0009] - [0035]; Abbildungen *	1-3	INV. F24D19/10
A	DE 10 2008 039525 A1 (HONEYWELL TECHNOLOGIES SARL [CH]) 15. April 2010 (2010-04-15) * Absätze [0001] - [0055]; Abbildungen *	1-3	
A,D	DE 10 2004 017593 B3 (BAUER ALBERT [DE]) 3. November 2005 (2005-11-03) * Absätze [0004] - [0015]; Abbildungen *	1-3	
A	DE 10 2008 049619 A1 (SIMPLEX ARMATUREN & FITTINGS G [DE]) 1. April 2010 (2010-04-01) * das ganze Dokument *	1-3	
A	DE 10 2014 202738 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. August 2015 (2015-08-20) * Absätze [0028] - [0047]; Abbildungen *	1-3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Dezember 2018	Prüfer von Mittelstaedt, A
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 18 1083

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.

17-12-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2014150883 A1	05-06-2014	CH 705143 A1	31-12-2012
		CN 103842732 A	04-06-2014
		DK 2726792 T3	18-07-2016
		EP 2726792 A2	07-05-2014
		RU 2014102991 A	10-08-2015
		US 2014150883 A1	05-06-2014
		WO 2013000785 A2	03-01-2013

DE 102008039525 A1	15-04-2010	DE 102008039525 A1	15-04-2010
		EP 2157376 A2	24-02-2010

DE 102004017593 B3	03-11-2005	AU 2005230524 A1	20-10-2005
		CA 2562421 A1	20-10-2005
		DE 102004017593 B3	03-11-2005
		EP 1754004 A1	21-02-2007
		JP 4786643 B2	05-10-2011
		JP 2007532851 A	15-11-2007
		US 2007295013 A1	27-12-2007
		WO 2005098318 A1	20-10-2005

DE 102008049619 A1	01-04-2010	KEINE	

DE 102014202738 A1	20-08-2015	KEINE	

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

- WO 2008055498 A1 [0008]
- DE 102004017593 B3 [0009]
- EP 2894408 A1 [0010]
- DE 102012015892 A1 [0010]