

(19)



(11)

EP 4 509 769 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.02.2025 Patentblatt 2025/08

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24H 15/31 ^(2022.01) **F24D 19/10** ^(2006.01)
F04D 15/00 ^(2006.01) **F24H 15/238** ^(2022.01)
F24H 15/335 ^(2022.01)

(21) Anmeldenummer: **24194737.3**

(22) Anmeldetag: **15.08.2024**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F24D 19/1015; F04D 15/0066; F24H 15/238;
F24H 15/31; F24H 15/335; F24D 2220/0264

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

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA

Benannte Validierungsstaaten:

GE KH MA MD TN

(30) Priorität: **17.08.2023 DE 102023122013**

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

(72) Erfinder:

- **Hens, Jonas**
54552 Hörscheid (DE)
- **Lebernegg, Martin**
42855 Remscheid (DE)
- **Sietmann, Michael**
42115 Wuppertal (DE)

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

(54) **VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG EINES ÜBERSTRÖMVENTILS FÜR EINEN HEIZSYSTEM**

(57) Verfahren zur Einstellung eines Überströmventils (1) in einem Heizsystem (2), wobei das Heizsystem (2) einen Wärmeerzeugerkreis (17), zwei parallele Heizkreise (3, 4) und eine regelbare erste Pumpe (5) zur Einstellung eines Summenvolumenstroms Q_s (6) hin zu den beiden Heizkreisen (3, 4) aufweist; wobei der

zweite Heizkreis (4) über das Überströmventil (1) mit der ersten Pumpe (5) strömungstechnisch verbunden ist und wobei der durch die erste Pumpe (5) geförderte und durch den Wärmeerzeugerkreis (17) strömende Summenvolumenstrom Q_s (6) messtechnisch erfasst wird.

Fig. 1 (Part 1)

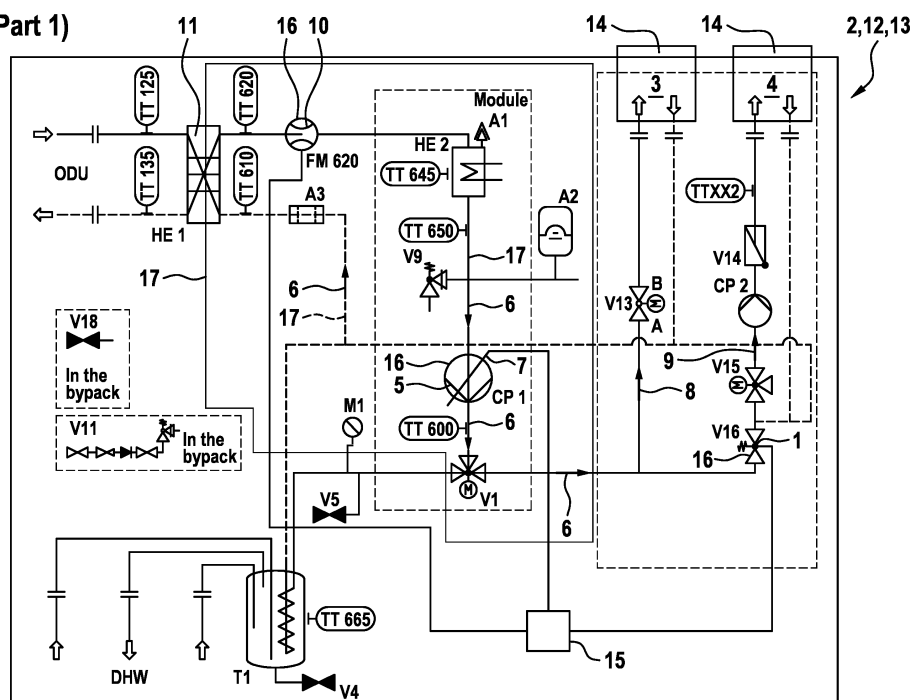
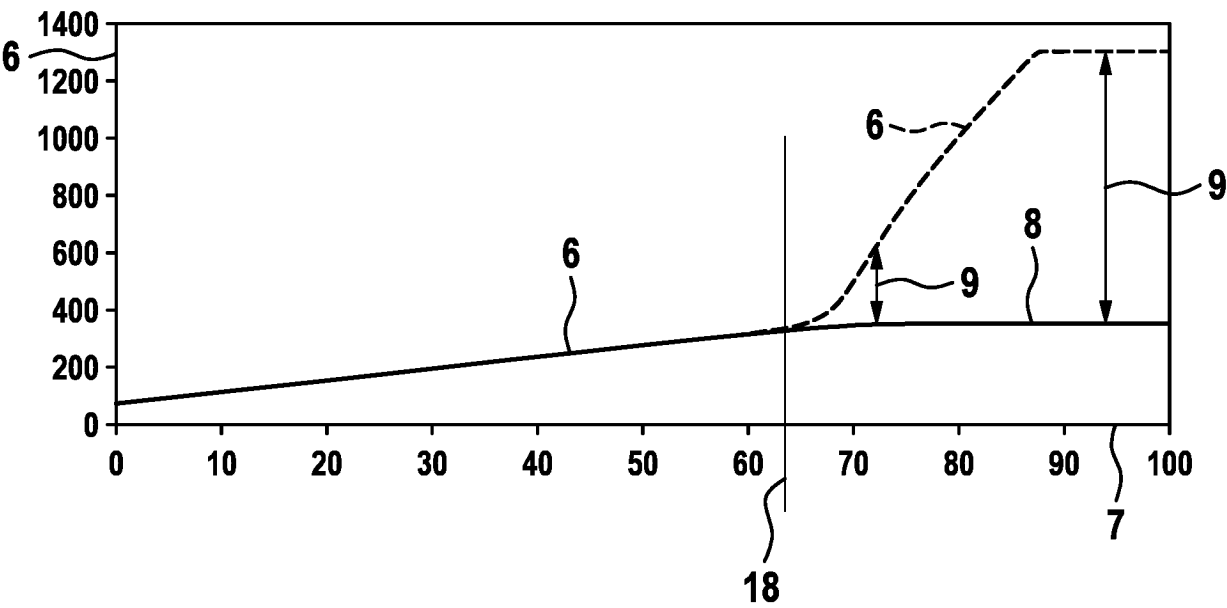


Fig. 1 (Part 2)



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines Überströmventils in einem Heizsystem, insbesondere in einem Heizsystem für ein Gebäude.

[0002] Heizsysteme (auch als Heizungs-, Lüftungs- und/oder Klimatisierungssystem bezeichnet) werden häufig zur Steuerung des Komforts in einem Gebäude verwendet. Solche Systeme enthalten typischerweise eine HVAC-Steuerung (heating, ventilation, and/or air conditioning; also Heizungs-, Lüftungs- und/oder Klimatisierungssteuerung), die eine oder verschiedene HVAC-Komponenten (Wärmepumpe, Gas- oder Ölheizgerät, Klimagerät, Ventilationsgerät, etc.) des Systems steuert, um eine oder mehrere Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wassertemperatur, etc.) innerhalb des Gebäudes zu beeinflussen und/oder zu steuern.

[0003] Vorliegend werden Heizsysteme betrachtet, in denen mehrere parallele Heizkreise (mit unterschiedlichen Temperaturniveaus) vorliegen. Diese sind mit einem Wärmeerzeugerkreis wärmetechnisch gekoppelt, wobei Wärme zwischen dem Wärmeerzeugerkreis und den Heizkreisen transferiert wird.

[0004] Dabei sind unterschiedliche Ausgestaltungen derartiger Heizsysteme mit einem Wärmeerzeugerkreis und mehreren Heizkreisen bekannt. Zum einen Heizsysteme mit hydraulischer Entkopplung, bei denen z. B. eine hydraulische Weiche (zwischen dem Wärmeerzeugerkreis und den Heizkreisen) und für den Wärmeerzeugerkreis und jeden Heizkreis jeweils eine Pumpe zur Einstellung eines Volumenstroms vorgesehen ist. Zum anderen Heizsysteme ohne hydraulische Entkopplung, bei denen nur eine Pumpe für den Wärmeerzeugerkreis und den einen Heizkreis verwendet wird.

[0005] Heizsysteme mit hydraulischer Entkopplung benötigen keinen hydraulischen Abgleich über einzelne Pumpenbetriebspunkte, weil für jeden Kreis (Heizkreis und Wärmeerzeugerkreis) der jeweilige Volumenstrom unabhängig von den anderen Kreisen regelbar ist.

[0006] Heizsysteme ohne hydraulische Entkopplung benötigen z. B. ein Überströmventil, wobei für die Bestimmung der Volumenstromaufteilung zwischen den Heizkreisen zumindest zwei Volumenstromsensoren vorliegen müssen, weil sich beide Heizkreise gegenseitig beeinflussen.

[0007] Dabei sind auch Heizsysteme ohne hydraulische Entkopplung bekannt, bei denen nur ein Volumenstromsensor eingesetzt wird, wobei dann ein messtechnisch unterbestimmtes System vorliegt.

[0008] Dieses Problem der messtechnischen Unterbestimmtheit wird heute bereits folgendermaßen gelöst. In dem System ohne hydraulische Entkopplung wird für eine passende Wärmeverteilung zwischen den beiden Heizkreisen die Einstellung des Überströmventils benötigt. Wegen der Verwendung von nur einem Volumenstromsensor im Wärmeerzeugerkreis ist eine bestimmte Einstellungsvorschrift für das Überströmventil nötig. Aktuell wird das Überströmventil manuell mit Hilfe einer

Installationsanleitung und mit Ablesen aus einem Pumpenleistungsdiagramm eingestellt. Nach dieser Einstellungsmethode ist vom Installateur eine PWM (Pulsweitenmodulierung) an der Pumpe vorzugeben und durch Ausprobieren ein bestimmter Volumenstrom einzustellen. Das Steuersignal PWM liefert der Pumpensteuerung die Information, mit welcher Pumpendrehzahl sie betrieben werden soll. Über die nun bekannte Kombination von Volumenstrom und PWM ist der Druckverlust zu bestimmen und am Überströmventil einzustellen. Anschließend ist die PWM der Pumpe zu erhöhen, bis der gewünschte Summenvolumenstrom erreicht ist (siehe Installations- und Wartungsanleitung Vaillant, 0020318683_01).

[0009] Für den Installateur ist die Einstellung des Überströmventils anhand eines Pumpendiagramms aufwendig und mit den gegebenen Hilfsmitteln zudem meist relativ ungenau. Ein Feedback über die genaue Verteilung der Volumenströme (und damit der Wärmeverteilung) im Heizsystem erfolgt nicht. Somit gibt es keine direkte Bestätigungsmöglichkeit, mit welcher der Installateur erkennen könnte, dass das Überströmventil korrekt eingestellt ist.

[0010] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme zumindest teilweise zu lindern oder zu lösen. Insbesondere soll ein alternatives Verfahren zur Einstellung eines Überströmventils in einem Heizsystems vorgeschlagen werden. Das Verfahren soll einfacher durchzuführen und darüber hinaus genauer sein, wobei dadurch insbesondere die Einstellung des Überströmventils in einem messtechnisch unterbestimmten Heizsystem ermöglicht wird.

[0011] Diese Aufgaben werden gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs. 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.

[0012] Hierzu trägt ein Verfahren zur Einstellung eines Überströmventils in einem Heizsystem bei, wobei das Heizsystem zumindest einen Wärmeerzeugerkreis, zwei parallele Heizkreise und eine regelbare Pumpe zur Einstellung eines Summenvolumenstroms Q_s hin zu den beiden Heizkreisen aufweist; wobei der zweite Heizkreis über ein Überströmventil mit der ersten Pumpe strömungstechnisch verbunden ist und wobei ein durch die erste Pumpe geförderter und durch den Wärmeerzeugerkreis strömender Summenvolumenstrom Q_s messtechnisch erfasst wird. Das Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte:

- a) Bestimmen eines Zusammenhangs zwischen einer Regelung der ersten Pumpe und dem, durch den Wärmeerzeugerkreis strömenden, Summenvolumenstrom Q_s .

menstrom Q_s anhand der Gleichung $Q_s = a \times \text{PWM} + b$ durch Betreiben der ersten Pumpe, wobei das Überströmventil geschlossen ist; mit a und b als konstanten Parametern und mit PWM als Steuersignal der ersten Pumpe;

b) Festlegen eines benötigten Werts für den durch den ersten Heizkreis strömenden ersten Teilvolumenstrom Q_1 ;

c) Bestimmen eines zur Einstellung des ersten Teilvolumenstroms benötigten Steuersignals anhand der Gleichung $\text{PWM}_{\text{Soll}} = (Q_s - b) / a$; wobei die Parameter a und b in Schritt a) bestimmt wurden und Q_s vorgegeben wird;

d) Bestimmen eines Werts einer (notwendigen) Restförderhöhe H_{Rest} , wobei $H_{\text{Rest}} = H_{\text{Pumpe, HK1}} - H_{\text{verlust,seriell}}$; wobei $H_{\text{Pumpe, HK1}}$ als Charakteristik der ersten Pumpe und $H_{\text{verlust,seriell}}$ als Eigenschaft des Wärmeerzeugerkreises bekannt sind;

e) Einstellen des Wertes (der zuvor in Schritt d) ermittelten notwendigen Restförderhöhe) H_{Rest} an dem Überströmventil.

[0013] Die obige (nicht abschließende) Einteilung der Verfahrensschritte in a) bis e) soll vorrangig nur zur Unterscheidung dienen und keine Reihenfolge und/oder Abhängigkeit erzwingen. Auch die Häufigkeit der Verfahrensschritte z. B. während der Einrichtung und/oder des Betriebes des Heizsystems kann variieren. Ebenso ist möglich, dass Verfahrensschritte einander zumindest teilweise zeitlich überlagern. Ganz besonders bevorzugt finden die Verfahrensschritte a) und b) vor Schritt c) statt. Insbesondere finden die Schritte d) und e) nach den Schritten a) bis c) statt. Insbesondere findet Schritt e) nach Schritt d) statt. Insbesondere werden die Schritte a) bis e) in der angeführten Reihenfolge durchgeführt.

[0014] Das Heizsystem umfasst insbesondere einen mit einem Wärmeerzeugerkreis verbundenen ersten Heizkreis, in dem die erste Pumpe angeordnet ist. Der erste Heizkreis ist z. B. zur Erwärmung von Heizkörpern in einem Gebäude vorgesehen. Der zweite Heizkreis ist z. B. einer Fußbodenheizung zugeordnet. Der zweite Heizkreis bzw. dessen Vorlauf ist über ein Überströmventil mit dem ersten Heizkreis bzw. dem Wärmeerzeugerkreis (bzw. deren Verlauf) verbunden. Das Überströmventil erzeugt über einen z. B. Feder-vorgespannten Ventilteller einen frei einstellbaren Druckverlust, und kann damit als Einstellungs Vorrichtung für den hydraulischen Abgleich der Heizkreise eingesetzt werden. Sobald ein an dem Überströmventil anliegender Differenzdruck einen eingestellten Wert (dieser Wert beträgt nach Schritt e) der Restförderhöhe H_{Rest}) überschreitet, öffnet das Überströmventil und verbindet damit den zweiten Heizkreis mit dem ersten Heizkreis bzw. dem Wärmeerzeugerkreis. In dem Wärmeerzeugerkreis (d. h. insbesondere stromaufwärts der ersten Pumpe) ist ein Volumenstromsensor angeordnet, durch den zu jedem Zeitpunkt der durch die erste Pumpe geförderte Summenvolumenstrom bestimmbar ist bzw. bestimmt wird.

[0015] Vor dem Öffnen des Überströmventils strömt also der gesamte Summenvolumenstrom Q_s durch den ersten Heizkreis. Es hat sich herausgestellt, dass in diesem Zustand des Heizsystems ein in hinreichend guter Näherung linearer Zusammenhang zwischen dem Steuersignal PWM der ersten Pumpe und dem Volumenstrom im Wärmeerzeugerkreis bzw. ersten Heizkreis besteht, der dann durch die Gleichung $Q_s = a \times \text{PWM} + b$ beschrieben werden kann. Dieser lineare Zusammenhang ändert sich, sobald das Überströmventil öffnet. An der Änderung dieser Charakteristik (wenn also der lineare Zusammenhang nicht mehr vorliegt), lässt sich der Öffnungs(-zeit-)punkt des Überströmventils detektieren.

[0016] Zur Bestimmung des Öffnungspunktes des Überströmventils wird zunächst gemäß Schritt a) des Verfahrens die lineare Gleichung bestimmt, wobei Q_s und das jeweils eingestellte Steuersignal (PWM) bekannt sind, so dass die Parameter a und b bereits aus zwei Betriebspunkten der ersten Pumpe (also unterschiedlichen PWM, wobei das Überströmventil geschlossen ist) bestimmbar sind.

[0017] Dabei kann insbesondere berücksichtigt werden, dass die Druckverluste des zweiten Heizkreises (deutlich) geringer sind als die des ersten Heizkreises.

[0018] Dabei ist bekannt, dass sobald das Überströmventil öffnet, der durch den ersten Heizkreis strömende erste Teilvolumenstrom auch mit steigender Pumpenleistung im Wesentlichen konstant bleibt. D. h. insbesondere, dass, sobald das Überströmventil öffnet, der Teil des Summenvolumenstroms, der den am Öffnungspunkt vorliegenden Summenvolumenstrom übersteigt, als zweiter Teilvolumenstrom durch den zweiten Heizkreis strömt.

[0019] Im Rahmen des Schrittes b) wird ein erster Teilvolumenstrom (bzw. dessen Wert) definiert, der durch den ersten Heizkreis strömen soll.

[0020] Im Rahmen des Schrittes c) und auf Basis der Gleichung $Q_s = a \times \text{PWM} + b$ sowie den bekannten Werten für Q_s und a sowie b , kann nun das für den ersten Teilvolumenstrom erforderliche und an der ersten Pumpe einzustellende Steuersignal PWM ermittelt werden, nämlich durch die Gleichung $\text{PWM}_{\text{Soll}} = (Q_s - b) / a$.

[0021] Im Rahmen des Schrittes d) wird nun ein Wert einer Restförderhöhe H_{Rest} bestimmt, wobei $H_{\text{Rest}} = H_{\text{Pumpe, HK1}} - H_{\text{verlust,seriell}}$. Dabei ist $H_{\text{Pumpe, HK1}}$ als Charakteristik der ersten Pumpe und $H_{\text{verlust,seriell}}$ als Eigenschaft des Wärmeerzeugerkreises (hydraulische Komponenten innerhalb des Geräts, im Wesentlichen: Verflüssiger, regelbare Pumpe, Volumenstromsensor) bekannt. Die Pumpencharakteristik (also Förderhöhe als Funktion von dem durch die erste Pumpe geförderten Volumenstrom bei bestimmter Drehzahl/PWM) ist immer bekannt, da diese messtechnisch eindeutig ermittelbar ist. Dieser Zusammenhang kann über einen Polynomansatz in einer Softwarefunktion abgebildet werden (der Volumenstrom entspricht dem Summenvolumenstrom und ist aus Schritt b) bekannt, wobei dann aus Schritt

c) auch die dafür erforderliche Drehzahl bzw. das Steuersignal bekannt ist). Die Differenz aus der Förderhöhe der ersten Pumpe $H_{\text{Pumpe, HK1}}$ und den Druckverlusten aller seriellen hydraulischen Komponenten im Wärmeerzeugerkreis $H_{\text{verlust,seriell}}$ (diese sind für das jeweilige Gerät immer bekannt) ergibt die sogenannte Restförderhöhe H_{Rest} . Die Restförderhöhe gibt die nutzbare Förderhöhe des Geräts an der Schnittstelle zwischen dem Gerät und den Gebäudeheizkreisen an. Die Restförderhöhe muss so eingestellt werden, dass am ersten Heizkreis genau

die Förderhöhe anliegt, die nötig ist, um den geforderten Volumenstrom im ersten Heizkreis zu fördern.

[0022] Insbesondere entspricht der vorstehend angeführte Volumenstrom, der zur Ermittlung der Restförderhöhe verwendet wird, dem gemäß Schritt b) festgelegten und für den ersten Heizkreis benötigten ersten Teilvolumenstrom. Insbesondere bleibt, wenn bei Erhöhung des Summenvolumenstroms das Überströmventil öffnet, der dann durch den ersten Heizkreis strömende erste Teilvolumenstrom auch darüber hinaus konstant, wobei der überschüssige Teil des Summenvolumenstroms dann als zweiter Teilvolumenstrom über das geöffnete Überströmventil durch den zweiten Heizkreis strömt.

[0023] Durch die vorstehend genannten Gleichungen kann nun also die Restförderhöhe H_{Rest} bestimmt werden, bei welcher der für den ersten Heizkreis geforderte erste Teilvolumenstrom, bzw. dessen definierter Wert, erreicht wird. Stellt man diesen Wert der Restförderhöhe an dem mechanischen Überströmventil ein, so wird die Förderhöhe dort auf den erforderlichen Wert limitiert und der definierte Wert des ersten Teilvolumenstroms im ersten Heizkreis in jedem Fall beim Öffnen des Überströmventils erreicht. Jeglicher Volumenstrom, der zusätzlich zu diesem Wert des Volumenstroms durch den Wärmeerzeugerkreis gefördert wird, wird in den zweiten Heizkreis gefördert.

[0024] Durch dieses Vorgehen ist eine genaue Einstellung des Überströmventils zur Erreichung einer gewünschten Volumenstromaufteilung (Aufteilung des Summenvolumenstroms in den ersten Teilvolumenstrom und den zweiten Teilvolumenstrom) möglich.

[0025] Insbesondere gilt, wenn das Überströmventil geschlossen ist, $Q_s = Q_1$; wobei zum Zeitpunkt des Öffnens bzw. beim Öffnen des Überströmventils gilt $Q_s = Q_1,_{OP}$; wobei bei geöffnetem Überströmventil gilt $Q_2 = Q_s - Q_1,_{OP}$; wobei Q_2 der durch den zweiten Heizkreis strömende zweite Teilvolumenstrom ist.

[0026] Dabei kann - wie vorstehend bereits angeführt - insbesondere berücksichtigt werden, dass die Druckverluste des zweiten Heizkreises (deutlich) geringer sind als die des ersten Heizkreises.

[0027] Sobald das Überströmventil öffnet, bleibt also der durch den ersten Heizkreis strömende erste Teilvolumenstrom Q_1 auch mit steigender Pumpenleistung im Wesentlichen konstant, d. h. entspricht in hinreichend guter Näherung weiter $Q_1,_{OP}$. D. h. insbesondere, dass, sobald das Überströmventil öffnet, der Teil des Summenvolumenstroms, der den am Öffnungspunkt vorliegen-

den Summenvolumenstrom übersteigt, als zweiter Teilvolumenstrom durch den zweiten Heizkreis strömt.

[0028] Insbesondere wird der Summenvolumenstrom durch einen Volumenstromsensor erfasst.

[0029] Insbesondere strömt der Summenvolumenstrom durch einen Verflüssiger einer Wärmepumpe. In dem Verflüssiger wird insbesondere ein zum Betrieb der Wärmepumpe eingesetztes Kältemittel wieder verflüssigt, wobei die dabei abgegebene Wärme zur Erwärmung der durch den Wärmeerzeugerkreis bzw. die Heizkreise strömenden Flüssigkeit genutzt wird.

[0030] Es wird weiter ein Heizsystem vorgeschlagen, dass zumindest eine Komponente zum Heizen, Lüften oder Klimatisieren eines Raumvolumens sowie ein Steuergerät aufweist, wobei das Steuergerät Mittel aufweist, die zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens geeignet ausgestattet, konfiguriert und/oder programmiert sind bzw. das Verfahren durchführen.

[0031] Es wird weiter ein Steuergerät für das beschriebene Heizsystem vorgeschlagen, wobei das Steuergerät Mittel aufweist, die zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens geeignet ausgestattet, konfiguriert und/oder programmiert sind bzw. das Verfahren durchführen.

[0032] Die Mittel umfassen z. B. einen Prozessor und einen Speicher, in dem durch den Prozessor auszuführende Befehle gespeichert sind, sowie Datenleitungen oder Übertragungseinrichtungen, die eine Übertragung von Befehlen, Messwerten, Daten oder ähnlichem zwischen den Mitteln und dem Steuergerät sowie dem Heizsystem bzw. der Komponente (und z. B. den im Heizsystem vorgesehenen Volumenstromsensoren, Ventilen, usw.) ermöglichen.

[0033] Die "Mittel" können insbesondere eine oder mehrere folgender Komponenten umfassen: Steuerung(en), Mikrocontroller, Datenspeicher, Datenverbindung, Anzeigegeräte (wie z.B. ein Display), Zähler bzw. Zeitglied (Timer), mindestens ein weiterer Sensor, eine Energiequelle, etc.

[0034] Es wird weiter ein Computerprogramm vorgeschlagen, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer diesen veranlassen, das beschriebene Verfahren bzw. die Schritte des beschriebenen Verfahrens auszuführen.

[0035] Es wird weiter ein computerlesbares Speichermedium vorgeschlagen, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch einen Computer diesen veranlassen, das beschriebene Verfahren bzw. die Schritte des beschriebenen Verfahrens auszuführen.

[0036] Die Ausführungen zu dem Verfahren sind insbesondere auf das Heizungs-, Lüftungs- und/oder Klimatisierungssystem bzw. die Komponente, das Steuergerät und/oder das computerimplementierte Verfahren (also das Computerprogramm und das computerlesbare Speichermedium) übertragbar und umgekehrt.

[0037] Vorsorglich sei angemerkt, dass die hier verwendeten Zahlwörter ("erste", "zweite", ...) vorrangig (nur) zur Unterscheidung von mehreren gleichartigen Gegenständen, Größen oder Prozessen dienen, also

insbesondere keine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge dieser Gegenstände, Größen oder Prozesse zueinander zwingend vorgeben. Sollte eine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge erforderlich sein, ist dies hier explizit angegeben oder es ergibt sich offensichtlich für den Fachmann beim Studium der konkret beschriebenen Ausgestaltung. Soweit ein Bauteil mehrfach vorkommen kann ("mindestens ein"), kann die Beschreibung zu einem dieser Bauteile für alle oder ein Teil der Mehrzahl dieser Bauteile gleichermaßen gelten, dies ist aber nicht zwingend.

[0038] Das vorgeschlagene Verfahren soll insbesondere eine einfachere und darüber hinaus genauere Einstellung des Überströmventils bzw. dessen Öffnung in Abhängigkeit von einem am Überströmventil vorliegenden Differenzdruck in einem messtechnisch unterbestimmten Heizsystem ermöglichen. Insbesondere können so Sensoren (zumindest ein Volumenstromsensor) bzw. hydraulische Weichen oder weitere Pumpen eingespart werden.

[0039] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der beiliegenden Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die angeführten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und Erkenntnissen aus der vorliegenden Beschreibung zu kombinieren. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Es zeigen:

Figur 1: ein Heizsystem; und

Figur 2: ein Diagramm.

[0040] Fig. 1 zeigt ein Heizsystem 2. Fig. 2 zeigt ein Diagramm. Auf der horizontalen Achse ist das Steuersignal PWM 7 (in [%]) der ersten Pumpe aufgetragen. Auf der vertikalen Achse ist der Volumenstrom 6 (in [Liter pro Stunde]) aufgetragen. Die Fig. 1 und 2 werden im Folgenden gemeinsam beschrieben.

[0041] Das Heizsystem 2 umfasst einen mit einem Wärmeerzeugerkreis 17 verbundenen ersten Heizkreis 3, in dem die erste Pumpe 5 angeordnet ist. Der erste Heizkreis 3 ist z. B. zur Erwärmung von Heizkörpern in einem Gebäude und damit zur Erwärmung eines Raumvolumens 14 vorgesehen. Der zweite Heizkreis 4 ist z. B. einer Fußbodenheizung zur Erwärmung eines (anderen) Raumvolumens 14 zugeordnet. Der zweite Heizkreis 4 bzw. dessen Vorlauf ist über ein Überströmventil 1 mit dem ersten Heizkreis 3 bzw. dem Wärmeerzeugerkreis 17 (bzw. deren Verlauf) verbunden. Das Überströmventil 1 erzeugt über einen z. B. Feder-vorgespannten Ventilteller einen frei einstellbaren Druckverlust, und kann damit als Einstellungs- und Vorrichtung für den hydraulischen Abgleich der Heizkreise 3, 4 eingesetzt werden. Sobald ein an dem Überströmventil 1 anliegender Differenz-

druck einen eingestellten Wert (dieser Wert beträgt nach Schritt e) der Restförderhöhe H_{Rest}) überschreitet, öffnet das Überströmventil 1 und verbindet damit den zweiten Heizkreis 4 mit dem ersten Heizkreis 3 bzw. dem Wärmeerzeugerkreis 17. In dem Wärmeerzeugerkreis 17 (vorliegend stromaufwärts der ersten Pumpe 5) ist ein Volumenstromsensor 10 angeordnet, durch den zu jedem Zeitpunkt der durch die erste Pumpe 5 geförderte Summenvolumenstrom 6 bestimmbar ist bzw. bestimmt wird. Das Heizsystem 2 umfasst ein Steuergerät 15, das Mittel 16 (z. B. das Überströmventil 1, den Volumenstromsensor 10 sowie die über Steuersignale 7 regelbare erste Pumpe 5) zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens aufweist.

[0042] Vor dem Öffnen des Überströmventils 1 strömt also der gesamte Summenvolumenstrom Q_s 6 durch den ersten Heizkreis 3. Es hat sich herausgestellt, dass in diesem Zustand des Heizsystems 2 ein linearer Zusammenhang zwischen dem Steuersignal PWM 7 (in [%] der ersten Pumpe 5 und dem Volumenstrom im Wärmeerzeugerkreis 17 bzw. ersten Heizkreis 3 besteht, der dann durch die Gleichung $Q_s = a \times \text{PWM} + b$ beschrieben werden kann (siehe auch Fig. 2, in der der lineare Zusammenhang, der bis zum Öffnen des Überströmventils 1 vorliegt, für ein Steuersignal 7 von 0 bis ca. 62 % dargestellt ist). Dieser lineare Zusammenhang ändert sich, sobald das Überströmventil 1 öffnet (siehe Fig. 2, bei einem Steuersignal 7 von ca. 62 % öffnet das Überströmventil 1). An der Änderung dieser Charakteristik (wenn also der lineare Zusammenhang nicht mehr vorliegt), lässt sich der Öffnungs(-zeit-)punkt 18 des Überströmventils 1 detektieren.

[0043] Zur Bestimmung des Öffnungspunkts 18 des Überströmventils 1 wird zunächst gemäß Schritt a) des Verfahrens die lineare Gleichung bestimmt, wobei Q_s 6 und das jeweils eingestellte Steuersignal 7 (PWM) bekannt sind, so dass die Parameter a und b bereits aus zwei Betriebspunkten der ersten Pumpe 5 (also unterschiedlichen PWM 7, wobei das Überströmventil 1 geschlossen ist) bestimmbar sind.

[0044] Dabei kann insbesondere berücksichtigt werden, dass die Druckverluste des zweiten Heizkreises 4 (deutlich) geringer sind als die des ersten Heizkreises 3.

[0045] Dabei ist bekannt, dass sobald das Überströmventil 1 öffnet, der durch den ersten Heizkreis 3 strömende erste Teilvolumenstrom Q_1 8 auch mit steigender Pumpenleistung im Wesentlichen konstant bleibt (siehe Fig. 2, zwischen den Werten 62 % und 100 % des Steuersignals 7). D. h. insbesondere, dass, sobald das Überströmventil 1 öffnet, der Teil des Summenvolumenstroms Q_s 6, der den am Öffnungspunkt 18 vorliegenden Summenvolumenstrom Q_s 6 übersteigt, als zweiter Teilvolumenstrom Q_2 9 durch den zweiten Heizkreis 4 strömt.

[0046] Im Rahmen des Schrittes b) wird ein erster Teilvolumenstrom Q_1 8 (bzw. dessen Wert) definiert, der durch den ersten Heizkreis 3 strömen soll.

[0047] Im Rahmen des Schrittes c) und auf Basis der Gleichung $Q_s = a \times \text{PWM} + b$ sowie den bekannten

Werten für Q_s 6 und a sowie b, kann nun das für den ersten Teilvolumenstrom Q_1 8 erforderliche und an der ersten Pumpe 5 einzustellende Steuersignal PWM 7 ermittelt werden, nämlich durch die Gleichung $PWM_{Soll} = (Q_s - b) / a$.

[0048] Im Rahmen des Schrittes d) wird nun ein Wert einer Restförderhöhe H_{Rest} bestimmt, wobei $H_{Rest} = H_{Pumpe, HK1} - H_{verlust,seriell}$. Dabei ist $H_{Pumpe, HK1}$ als Charakteristik der ersten Pumpe 5 und $H_{verlust,seriell}$ als Eigenschaft des Wärmeerzeugerkreises 17 bekannt. Die Pumpencharakteristik (also Förderhöhe als Funktion von dem durch die erste Pumpe 5 geförderten Volumenstrom bei bestimmter Drehzahl) ist immer bekannt, da diese messtechnisch eindeutig ermittelbar ist. Dieser Zusammenhang kann über einen Polynomansatz in einer Softwarefunktion (z. B. im Steuergerät 15) abgebildet werden (der Volumenstrom entspricht dem Summenvolumenstrom Q_s 6 und ist aus Schritt b) bekannt, wobei dann aus der Pumpencharakteristik auch die dafür erforderliche Drehzahl bekannt ist). Die Differenz aus der Förderhöhe der ersten Pumpe 5 $H_{Pumpe, HK1}$ und den Druckverlusten aller seriellen hydraulischen Komponenten 13 im Heizsystem 2 $H_{verlust,seriell}$ (diese sind für das jeweilige Heizsystem 2 immer bekannt) ergibt die sogenannte Restförderhöhe H_{Rest} .

[0049] Insbesondere entspricht der vorstehend angeführte Volumenstrom, der zur Ermittlung der Restförderhöhe verwendet wird, dem gemäß Schritt b) festgelegten und für den ersten Heizkreis 3 benötigten ersten Teilvolumenstrom Q_1 8. Insbesondere bleibt, wenn bei Erhöhung des Summenvolumenstroms Q_s 6 das Überströmventil 1 öffnet, der dann durch den ersten Heizkreis 3 strömende erste Teilvolumenstrom Q_1 8 auch darüber hinaus konstant, wobei der überschüssige Teil des Summenvolumenstroms Q_s 6 dann als zweiter Teilvolumenstrom Q_2 9 über das geöffnete Überströmventil 1 durch den zweiten Heizkreis 4 strömt.

[0050] Durch die vorstehend genannten Gleichungen kann nun also die Restförderhöhe H_{Rest} bestimmt werden, bei welcher der für den ersten Heizkreis 3 geforderte erste Teilvolumenstrom Q_1 8, bzw. dessen definierter Wert, erreicht wird. Stellt man diesen Wert der Restförderhöhe an dem mechanischen Überströmventil 1 ein, so wird der definierte Wert des ersten Teilvolumenstroms Q_1 8 im ersten Heizkreis 3 in jedem Fall beim Öffnen des Überströmventils 1 erreicht. Jeglicher Volumenstrom, der zusätzlich zu diesem Wert des Volumenstroms durch den Wärmeerzeugerkreis 17 gefördert wird, wird als zweiter Teilvolumenstrom Q_2 9 in den zweiten Heizkreis 4 gefördert.

[0051] Durch dieses Vorgehen ist eine genaue Einstellung des Überströmventils 1 zur Erreichung einer gewünschten Volumenstromaufteilung (Aufteilung des Summenvolumenstroms Q_s 6 in den ersten Teilvolumenstrom Q_1 8 und den zweiten Teilvolumenstrom Q_2 9) möglich.

[0052] Es gilt, wenn das Überströmventil 1 geschlossen ist, $Q_s = Q_1$; wobei zum Zeitpunkt des Öffnens

(Öffnungspunkt 18) bzw. beim Öffnen des Überströmventils 1 gilt $Q_s = Q_1, OP$; wobei bei geöffnetem Überströmventil 1 gilt $Q_2 = Q_s - Q_1, OP$; wobei Q_2 9 der durch den zweiten Heizkreis 4 strömende zweite Teilvolumenstrom 9 ist.

[0053] Dabei kann - wie vorstehend bereits angeführt - insbesondere berücksichtigt werden, dass die Druckverluste des zweiten Heizkreises 4 (deutlich) geringer sind als die des ersten Heizkreises 3.

[0054] Sobald das Überströmventil 1 öffnet, bleibt also der durch den ersten Heizkreis 3 strömende erste Teilvolumenstrom Q_1 8 auch mit steigender Pumpenleistung im Wesentlichen konstant, d. h. entspricht weiter Q_1, OP (siehe Fig. 2, Verlauf der Kurve 8 zwischen den Werten 62 % und 100 % des Steuersignals 7). D. h. dass, sobald das Überströmventil 1 öffnet, der Teil des Summenvolumenstroms Q_s 6, der den am Öffnungspunkt 18 vorliegenden Summenvolumenstrom Q_s 6 übersteigt, als zweiter Teilvolumenstrom Q_2 9 durch den zweiten Heizkreis 4 strömt.

[0055] Der Summenvolumenstrom Q_s 6 wird durch einen Volumenstromsensor 10 erfasst.

[0056] Der Summenvolumenstrom Q_s 6 strömt über einen Verflüssiger 11 einer Wärmepumpe 12. In dem Verflüssiger 11 wird ein zum Betrieb der Wärmepumpe 12 eingesetztes Kältemittel wieder verflüssigt, wobei die dabei abgegebene Wärme zur Erwärmung der durch den Wärmeerzeugerkreis 17 bzw. die Heizkreise 3, 4 strömenden Flüssigkeit genutzt wird.

Bezugszeichenliste

[0057]

- | | |
|----|--|
| 1 | Überströmventil |
| 2 | Heizsystem (bzw. Heizungs-, Lüftungs- und/oder Klimatisierungssystems) |
| 3 | erster Heizkreis |
| 4 | zweiter Heizkreis |
| 5 | erste Pumpe |
| 6 | Summenvolumenstrom Q_s |
| 7 | Steuersignal |
| 8 | erster Teilvolumenstrom Q_1 |
| 9 | zweiter Teilvolumenstrom Q_2 |
| 10 | Volumenstromsensor |
| 11 | Verflüssiger |
| 12 | Wärmepumpe |
| 13 | Komponente |
| 14 | Raumvolumen |
| 15 | Steuergerät |
| 16 | Mittel |
| 17 | Wärmeerzeugerkreis |
| 18 | Öffnungspunkt |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung eines Überströmventils (1) in einem Heizsystem (2), wobei das Heizsystem (2)

einen Wärmeerzeugerkreis (17), zwei parallele Heizkreise (3, 4) und eine regelbare erste Pumpe (5) zur Einstellung eines Summenvolumenstroms Q_s (6) hin zu den beiden Heizkreisen (3, 4) aufweist; wobei der zweite Heizkreis (4) über das Überströmventil (1) mit der ersten Pumpe (5) strömungstechnisch verbunden ist und wobei der durch die erste Pumpe (5) geförderte und durch den Wärmeerzeugerkreis (17) strömende Summenvolumenstrom Q_s (6) messtechnisch erfasst wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren zumindest die folgenden Schritte umfasst:

- a) Bestimmen eines Zusammenhangs zwischen einer Regelung der ersten Pumpe (5) und dem, durch den Wärmeerzeugerkreis strömenden, Summenvolumenstrom Q_s (6) anhand der Gleichung $Q_s = a \times PWM + b$ durch Betreiben der ersten Pumpe (5), wobei das Überstromventil (1) geschlossen ist; mit a und b als konstanten Parametern und mit PWM als Steuersignal (7) der ersten Pumpe (5);
- b) Festlegen eines benötigten Werts für den durch den ersten Heizkreis (3) strömenden ersten Teilvolumenstrom Q_1 (8);
- c) Bestimmen eines zur Einstellung des ersten Teilvolumenstroms (8) benötigten Steuersignals (7) anhand der Gleichung $PWM_{Soll} = (Q_s - b) / a$; wobei die Parameter a und b in Schritt a) bestimmt wurden und Q_s (6) vorgegeben wird;
- d) Bestimmen des Werts Restförderhöhe H_{Rest} , wobei $H_{Rest} = H_{Pumpe, HK1} - H_{verlust, seriell}$; wobei $H_{Pumpe, HK1}$ als Charakteristik der ersten Pumpe (5) und $H_{verlust, seriell}$ als Eigenschaft des Wärmeerzeugerkreises (17) bekannt sind;
- e) Einstellen des Wertes H_{Rest} an dem Überströmventil (1).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenn das Überströmventil (1) geschlossen ist, gilt $Q_s = Q_1$; wobei zum Zeitpunkt des Öffnens des Überströmventils (1) gilt $Q_s = Q_{1, OP}$; wobei bei geöffnetem Überströmventil (1) gilt $Q_2 = Q_s - Q_{1, OP}$; wobei Q_2 der durch den zweiten Heizkreis (4) strömende zweite Teilvolumenstrom (9) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Summenvolumenstrom Q_s (6) durch einen Volumenstromsensor (10) erfasst wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Summenvolumenstrom Q_s (6) über einen Verflüssiger (11) einer Wärmepumpe (12) strömt.
5. Heizsystem (2), zumindest umfassend eine Komponente (13) zum Heizen, Lüften oder Klimatisieren

eines Raumvolumens (14) und ein Steuergerät (15), wobei das Steuergerät (15) Mittel (16) aufweist, die zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Patentansprüche geeignet konfiguriert sind.

6. Steuergerät (15) für ein Heizsystem (2) nach Anspruch 5, wobei das Steuergerät (15) Mittel (16) aufweist, die zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche geeignet konfiguriert sind.

2,12,13

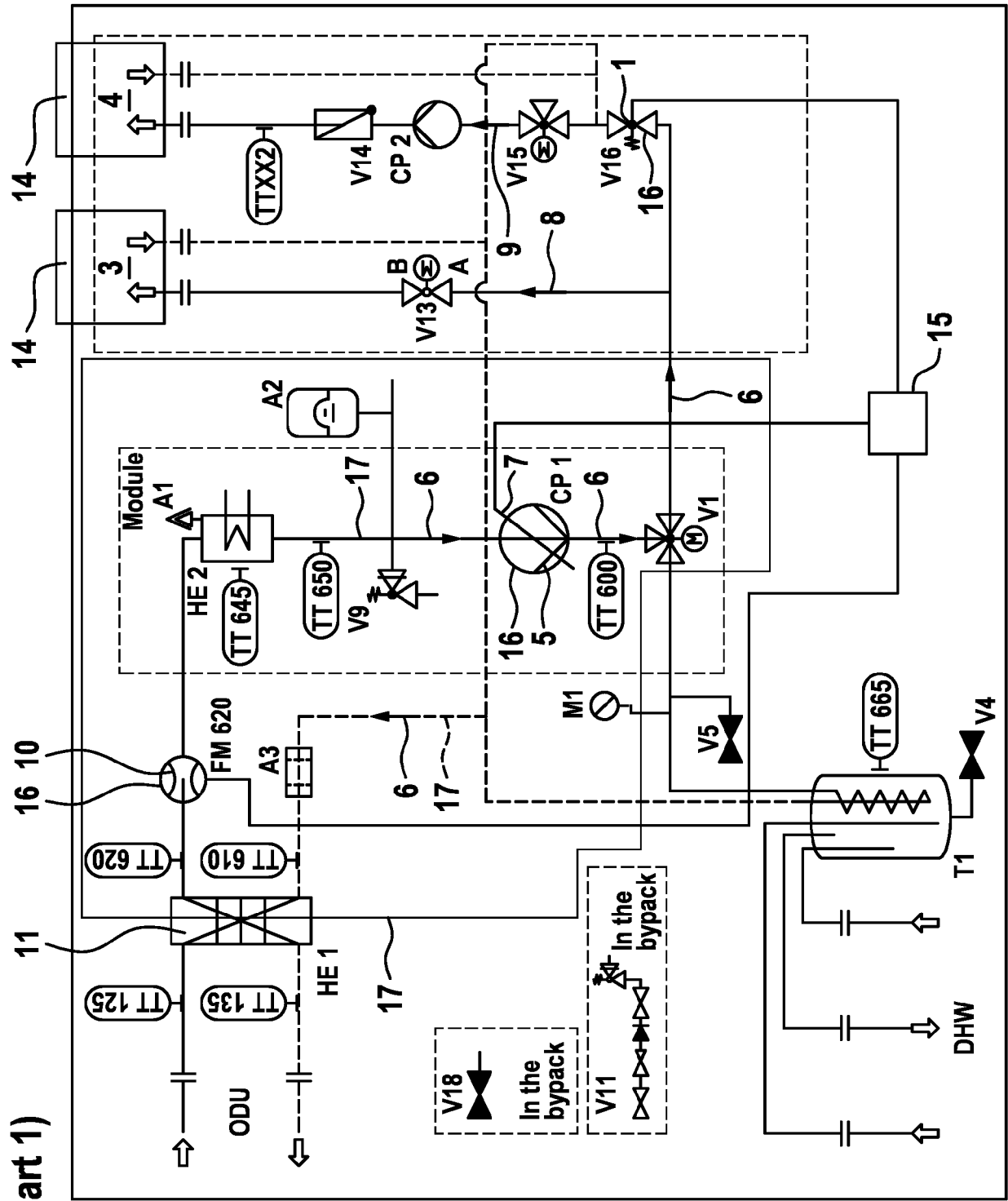
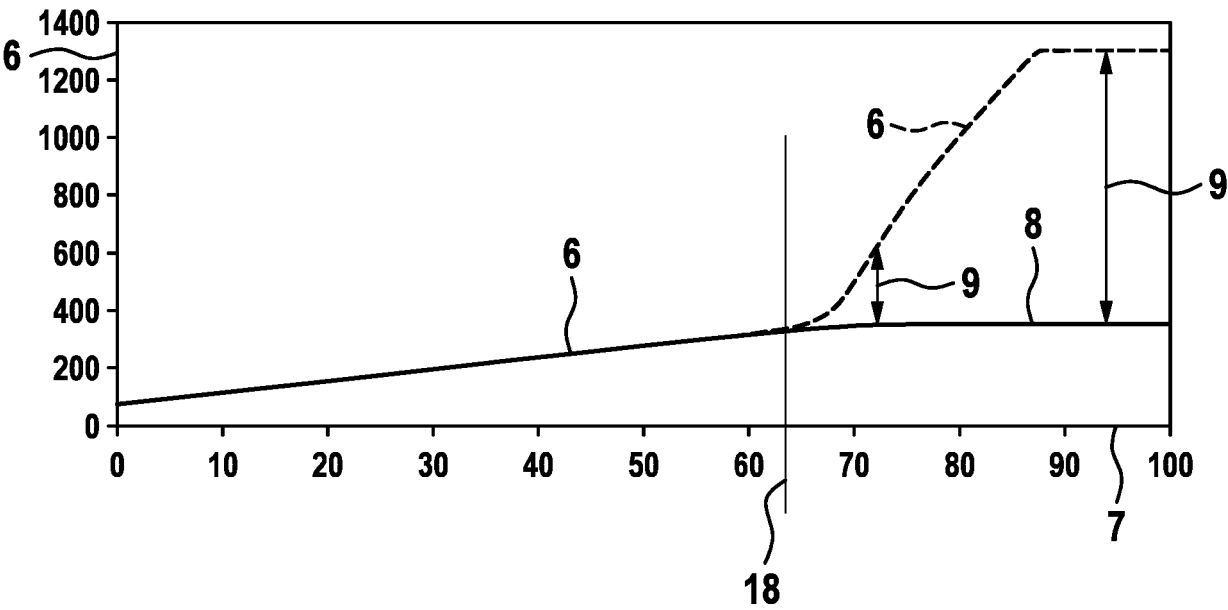


Fig. 1 (Part 1)

Fig. 1 (Part 2)





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 19 4737

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 936 003 B1 (BELIMO HOLDING AG [CH]) 21. März 2018 (2018-03-21) * das ganze Dokument *	1-6	INV. F24H15/31 F24D19/10 F04D15/00
A	WO 2022/137196 A1 (IDZV LTD [GB]) 30. Juni 2022 (2022-06-30) * das ganze Dokument *	1-6	F24H15/238 F24H15/335
A	EP 3 026 352 A1 (PAW GMBH & CO KG [DE]) 1. Juni 2016 (2016-06-01) * das ganze Dokument *	1-6	
A	ZHAO ANJUN ET AL: "Optimal control for hydraulic balance of secondary network in district heating system under distributed architecture", ENERGY AN BUILDINGS, Bd. 290, 11. April 2023 (2023-04-11), Seite 113030, XP093235169, AMSTERDAM, NL ISSN: 0378-7788, DOI: 10.1016/j.enbuild.2023.113030 * das ganze Dokument *	1-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F24D F24H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Dezember 2024	Prüfer García Moncayo, O
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	

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 19 4737

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

18-12-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2936003 B1	21-03-2018	CH 707402 A2	30-06-2014
		CN 104995458 A	21-10-2015
		DK 2936003 T3	25-06-2018
		EP 2936003 A1	28-10-2015
		RU 2015129492 A	24-01-2017
		US 2015316935 A1	05-11-2015
		WO 2014094991 A1	26-06-2014
WO 2022137196 A1	30-06-2022	CA 3203110 A1	30-06-2022
		EP 4267886 A1	01-11-2023
		GB 2602459 A	06-07-2022
		GB 2617755 A	18-10-2023
		US 2024053060 A1	15-02-2024
		WO 2022137196 A1	30-06-2022
EP 3026352 A1	01-06-2016	DE 102014016791 A1	19-05-2016
		EP 3026352 A1	01-06-2016

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