



(11) **EP 3 553 403 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.10.2019 Patentblatt 2019/42

(51) Int Cl.:
F24F 11/63^(2018.01) F24F 11/83^(2018.01)
F24F 140/50^(2018.01)

(21) Anmeldenummer: **19168141.0**

(22) Anmeldetag: **09.04.2019**

(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: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Pradipta, Justin**
570109 Singapore (ID)

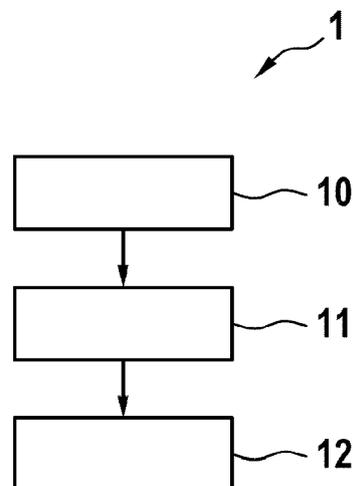
(30) Priorität: **11.04.2018 DE 102018205415**

(54) **HVAC-SYSTEM UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES HVAC-SYSTEMS**

(57) Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines HVAC-Systems. Das HVAC-System kann wenigstens ein Bedarfssystem in Signalkommunikation mit einer Versorgungsseite einschließen. Das Verfahren kann einen Schritt des Bestimmens eines Bedarfs (Q_D) mit einer Bedarfsschätzfunktion einschließen. Die Bestimmung kann von einem Bedarfssystemprozessor ausgeführt werden. Der variable Eingang der Bedarfsschätzfunktion kann eine Zoneeigenschaft und ein Steuersignal (U_{ctrl}) umfassen. Das Verfahren kann Kommunizieren des Bedarfs (Q_D) vom Be-

darfssystem zur Versorgungsseite einschließen. Das Verfahren kann Bestimmen einer Versorgungsseitenleistungsleistung als Funktion des Bedarfs (Q_D) und von Versorgungsseitenparametern einschließen; wobei die Bestimmung von einem in der Versorgungsseite eingeschlossenen Versorgungsseitenprozessor ausgeführt wird. Die vorliegende Offenbarung betrifft auch das Bedarfssystem, die Versorgungsseite und das HVAC-Subsystem, dazu konfiguriert, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen.

Fig. 1



EP 3 553 403 A1

Beschreibung**GEBIET DER TECHNIK**

5 **[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Heiz-, Lüftungs- und Klimaanlage-System (Heating, Ventilation, and Air Conditioning System, HVAC-System), ein Bedarfssystem für ein HVAC-System, eine Versorgungsseite und ein Verfahren zum Betreiben eines HVAC-Systems.

HINTERGRUND DER TECHNIK

10 **[0002]** Ein übliches HVAC-System in einem beispielsweise gewerblichen Gebäude kann Kälteanlagen, Kühlturm, Luftbehandlungseinheiten (Air Handling Units, AHU) und Gebläsekonvektoren (Fan Coil Units, FCU) umfassen. Ein Gebäudemanagementsystem (Building Management System, BMS) steuert die Vorrichtungen durch Vorgabe von Sollwerten oder Plänen. Die FCUs an den Zonen im Gebäude können durch das BMS direkt oder lokal durch einen Thermostat gesteuert werden. Im normalen Betriebsmodus eines Gebäudes: i. werden die gewünschten Temperatursollwerte der Zonen im BMS oder an den lokalen Thermostaten eingestellt; ii. beginnt die Kälteanlage zu arbeiten, um Kühlwasser (Kaltwasser) mit einer festgelegten Temperatur zu liefern; iii. öffnet das Ventil an der FCU, um Kühlwasserfluss zum Abkühlen des Raums auf die gewünschte Temperatur zu ermöglichen; iv. empfängt die Kälteanlage Rücklaufkühlwasser mit einer höheren Temperatur; und v. definiert die Differenz zwischen der Versorgungs- (Vorlauf-) und Rücklauftemperatur die Kühllast des Gebäudes und den Arbeitsmodus der Kälteanlage. Die Informationen werden auch zur Planung der Kälteanlagenstufung verwendet, wenn die Last die Schwellenkapazität bereits überschreitet.

15 **[0003]** Im Kälteanlagenstufungsprozess ist ein Puffer vorgesehen, um unerwünschte Stufung (Taktung) wegen Schwankung der Rücklaufkühlwassertemperatur zu vermeiden. Die Pufferzeit induziert eine Verzögerung zwischen dem zunehmenden Bedarf und der Kühlwasserversorgung. Dadurch wird die Systemreaktion verlangsamt.

20 **[0004]** Dementsprechend besteht ein Bedarf, ein HVAC-System und ein Verfahren zum Betreiben eines HVAC-Systems mit einer schnelleren System-Reaktionszeit bereitzustellen.

KURZFASSUNG

30 **[0005]** Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines HVAC-Systems. Das HVAC-System kann wenigstens ein Bedarfssystem in Signalkommunikation mit einer Versorgungsseite einschließen. Beispielsweise umfasst das HVAC-System als Bedarfssystem einen Verbraucher, beispielsweise eine kälteabnehmende Einheit. Das Verfahren kann einen Schritt des Bestimmens eines Bedarfs (Q_D) mit einer Bedarfsschätzfunktion einschließen. Die Bestimmung des Bedarfs kann von einem im Bedarfssystem eingeschlossenen Bedarfsseitenprozessor ausgeführt werden. Der variable Eingang der Bedarfsschätzfunktion kann eine Zoneeigenschaft und ein Steuersignal (u_{ctrl}) umfassen. Das Verfahren kann Kommunizieren des Bedarfs (Q_D) vom Bedarfssystem zur Versorgungsseite einschließen. Das Verfahren kann Bestimmen einer Versorgungsseitenbetriebsleistung ($Q_{s,total}$) als Funktion des Bedarfs (Q_D) und von Versorgungsseitenparametern einschließen; wobei die Bestimmung von einem in der Versorgungsseite eingeschlossenen Versorgungsseitenprozessor ausgeführt wird.

35 **[0006]** Die vorliegende Offenbarung betrifft auch ein Bedarfssystem und eine Versorgungsseite, die dazu eingerichtet sind, miteinander zu kommunizieren. Die vorliegende Offenbarung betrifft auch ein HVAC-System einschließlich der Versorgungsseite und wenigstens das Bedarfssystem.

40 **[0007]** Das Bedarfssystem gemäß der vorliegenden Offenbarung eignet sich für ein HVAC-System, das dazu konfiguriert ist, operativ mit einer Versorgungsseite des HVAC-Systems zu kommunizieren. Das Bedarfssystem kann einen Controller zum Bereitstellen eines Steuersignals (u_{ctrl}) einschließen. Das Bedarfssystem kann einen Bedarfsseitenprozessor einschließen, der dazu konfiguriert ist, in der Lage zu sein, einen Bedarf (Q_D) mit einer Bedarfsschätzfunktion zu berechnen, z. B. durch Bewerten der Bedarfsschätzfunktion. Der variable Eingang der Bedarfsschätzfunktion kann eine Zoneeigenschaft und das Steuersignal (u_{ctrl}) einschließen. Das Bedarfssystem kann einen Bedarfsseitenprozessor zum Senden des Bedarfs (Q_D) zur Versorgungsseite einschließen.

45 **[0008]** Die Versorgungsseite kann dazu konfiguriert werden, operativ mit wenigstens einem Bedarfssystem gemäß dieser Offenbarung zu kommunizieren. Die Versorgungsseite kann einen Versorgungsseitenempfänger zum Empfangen des Bedarfs (Q_D) vom Bedarfssystem einschließen. Das Versorgungssystem kann einen Versorgungsseitenprozessor (124) einschließen, der dazu konfiguriert ist, in der Lage zu sein, eine Versorgungsseitenbetriebsleistung ($Q_{s,total}$) als Funktion des Bedarfs (Q_D) und von Versorgungsseitenparametern zu bestimmen.

50 **[0009]** Das erfindungsgemäße HVAC-System kann eine Versorgungsseite und wenigstens das Bedarfssystem einschließen. Das HVAC-System kann zusätzliche erfindungsgemäße Bedarfssysteme einschließen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] In der folgenden Beschreibung werden verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezug auf die folgenden Figuren dargestellt, wobei:

5 Figur 1 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung zeigt.

 Figur 2 ein Diagramm zur Veranschaulichung eines Verfahrens gemäß verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung beim Bedarfssystem zeigt.

10 Figur 3 ein Diagramm zur Veranschaulichung von wenigstens drei Bedarfssystemen in Kommunikation mit einer Versorgungsseite gemäß verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung zeigt.

 Figur 4 ein Diagramm zur Veranschaulichung eines HVAC-Systems mit verschiedenen Komponenten gemäß einem Vergleichsbeispiel zeigt.

 Figur 5 ein Diagramm zur Veranschaulichung eines HVAC-Systems mit verschiedenen Komponenten gemäß einem Beispiel der Erfindung zeigt.

20 Figur 6 ein Beispiel für den Verlauf einer Versorgungsseitenbetriebsleistung, in diesem Fall der Kühlleistung, nach Einschalten des HVAC-Systems, in einem Vergleichsbeispiel zeigt.

 Jede der Figuren 7 und 8 als ein Beispiel die Kühlleistung in kW (vertikale Achse) als Funktion des Steuersignals (horizontale Achse) für eine FCU mit einer Zonentemperatur $T_{\text{ZONE}} = 24 \text{ °C}$ in Figur 7 und $T_{\text{ZONE}} = 29 \text{ °C}$ in Figur 8 zeigt.

 Figur 9 einen Graphen 50 zeigt, der die Kapazität einer Kälteanlage in MW auf der vertikalen Achse und die Zeit in Minuten auf der horizontalen Achse darstellt.

30 Figur 10 den Verlauf der Zonentemperatur für drei verschiedene Zonenlasten zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

35 **[0011]** In der folgenden detaillierten Beschreibung werden spezifische Einzelheiten und Ausführungsformen, in denen die Erfindung ausgeübt werden kann, beschrieben. Diese Ausführungsformen werden in ausreichendem Detail beschrieben, um einem Fachmann die Ausübung der Erfindung zu ermöglichen. Andere Ausführungsformen können genutzt und Änderungen können vorgenommen werden, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen. Die verschiedenen Ausführungsformen schließen sich nicht notwendigerweise gegenseitig aus, da einige Ausführungsformen mit einer oder mehreren anderen Ausführungsformen kombiniert werden können, um neue Ausführungsformen zu bilden.

40 **[0012]** Merkmale, die im Rahmen einer Ausführungsform beschrieben sind, können entsprechend auf dieselben oder ähnliche Merkmale bei anderen Ausführungsformen anwendbar sein. Merkmale, die im Rahmen einer Ausführungsform beschrieben sind, können entsprechend auf die anderen Ausführungsformen anwendbar sein, auch wenn dies bei diesen anderen Ausführungsformen nicht ausdrücklich beschrieben ist. Ferner können Hinzufügungen und/oder Kombinationen und/oder Alternativen, wie für ein Merkmal im Rahmen einer Ausführungsform beschrieben, entsprechend auf dasselbe oder ein ähnliches Merkmal bei anderen Ausführungsformen anwendbar sein.

45 **[0013]** Der Ausdruck "variabler Eingang" kann sich auf die Argumente einer Funktion beziehen.

50 **[0014]** Die hierin veranschaulichend beschriebene Erfindung kann in geeigneter Weise bei Abwesenheit eines beliebigen Elements oder beliebiger Elemente, einer beliebigen Einschränkung oder beliebiger Einschränkungen, die nicht eigens hierin offenbart sind, ausgeübt werden. Daher sind zum Beispiel die Begriffe "umfassend", "einschließlich", "enthalten" etc. expansiv und ohne Einschränkung aufzufassen. Das Wort "umfassen" oder Variationen, wie "umfasst" oder "umfassend", wird dementsprechend so verstanden, dass es die Einbeziehung einer angegebenen ganzen Zahl oder von Gruppen ganzer Zahlen impliziert, nicht aber den Ausschluss einer beliebigen anderen ganzen Zahl oder Gruppe ganzer Zahlen. Außerdem sind die hierin vorkommenden Begriffe und Ausdrücke als Begriffe der Beschreibung und nicht der Einschränkung verwendet, und bei der Verwendung dieser Begriffe und Ausdrücke besteht keine Absicht des Ausschließens jeglicher Äquivalente der gezeigten und beschriebenen Merkmale oder Teile davon, aber es wird erkannt, dass verschiedene Modifikationen innerhalb des Umfangs der beanspruchten Erfindung möglich sind. Somit sollte klar sein, dass, obwohl die vorliegende Erfindung spezifisch durch beispielhafte Ausführungsformen und optionale Merkmale offenbart worden ist, der Fachmann Modifikationen und Variationen der hierin verkörperten und offenbarten

Erfindungen vornehmen kann, und dass derartige Modifikationen und Variationen als im Umfang dieser Erfindung liegend betrachtet werden.

[0015] Die in den Ansprüchen in Klammern angegebenen Bezugszeichen dienen zum leichteren Verständnis der Erfindung und haben keine einschränkende Auswirkung auf den Umfang der Ansprüche.

[0016] Die weiteren in den Ansprüchen und in der Beschreibung in Klammern angegebenen Bezugszeichen dienen zum leichteren Verständnis der Erfindung und haben keine einschränkende Auswirkung auf den Umfang der Erfindung, insbesondere keine einschränkende Auswirkung auf den Umfang der Ansprüche. Diese weiteren Bezugszeichen haben dieselbe Wirkung wie Bezugszeichen. Die weiteren Bezugszeichen können von den Ansprüchen gelöscht werden, ohne den Umfang der Ansprüche zu beeinträchtigen. Beispiele für solche weiteren Bezugszeichen sind Q_D , $Q_{s,total}$, T_{ZONE} , Q_{AHU} , T_{air} , AH_{amb} , u_{ctrl} , u_{fan} , u_{valve} , T_{sup} , T_{ret} , m , Q_{152} und Q_{153} .

[0017] Die Abkürzungen HVAC, AHU, FCU und BMS, wie in der vorliegenden Offenbarung verwendet, sind Begriffe mit im Gebiet wohlbekannten Bedeutungen. HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning) steht für Heiz-, Lüftungs- und Klimaanlage. AHU (Air Handling Unit) steht für Luftbehandlungseinheit. FCU (Fan Coil Unit) steht für Gebläsekonvektor. BMS (Building Management System) steht für Gebäudemanagementsystem.

[0018] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann das HVAC-System in eine Bedarfsseite und eine Versorgungsseite unterteilt werden.

[0019] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann das HVAC-System wenigstens ein Bedarfssystem in Signalkommunikation mit einer Versorgungsseite einschließen. Ein Bedarfssystem kann ein Klimagerät sein. Ein Beispiel für ein Klimagerät ist ein Gebläsekonvektor. Ein weiteres Beispiel für ein Klimagerät ist eine Luftbehandlungseinheit. Ein Beispiel für ein Bedarfssystem ist ein Gebläsekonvektor (Fan Coil Unit, FCU). Ein Beispiel für eine Versorgungsseite schließt ein Gebäudemanagementsystem (Building Management System, BMS) und einen Kälteerzeuger (z. B. eine Kälteanlage) ein.

[0020] Bei verschiedenen Ausführungsformen sind das Bedarfssystem und ein oder mehrere zusätzliche Bedarfssysteme in der Bedarfsseite eingeschlossen. Bei verschiedenen Ausführungsformen kann das HVAC-System ein oder mehrere zusätzliche Bedarfssysteme einschließen, wobei dieses zusätzliche eine oder jedes dieser zusätzlichen mehreren Bedarfssysteme vorzugsweise den erfindungsgemäßen Bedarfssystemen entspricht.

[0021] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann das Bedarfssystem den Bedarfsseitenprozessor einschließen. Der Bedarfsseitenprozessor ist dazu konfiguriert, die Bestimmung des Bedarfs (Q_D) mit der Bedarfsschätzfunktion auszuführen, z. B. durch Bewerten der Funktion. Die Bedarfsschätzfunktion umfasst den variablen Eingang. Der variable Eingang der Bedarfsschätzfunktion umfasst eine Zoneeigenschaft und das Steuersignal (u_{ctrl}). Die Bedarfsschätzfunktion wird hierin auch einfach "Bedarfsfunktion" genannt.

[0022] Bei der vorliegenden Offenbarung wird eine Temperatur, wie eine Zonentemperatur (T_{ZONE}), zum Erklären der Erfindung als eine mögliche Zoneeigenschaft verwendet, die Erfindung ist aber nicht hierauf eingeschränkt, und eine andere Zoneeigenschaft kann als die Zoneeigenschaft oder die Zonentemperatur verwendet werden, zum Beispiel die Luftfeuchtigkeit der Zone, die relative Luftfeuchtigkeit der Zone, der Taupunkt der Zone, die CO_2 -Konzentration der Zone oder Kombinationen davon. In einem Beispiel ist die Eigenschaft der Zone die Temperatur der Zone (T_{ZONE}).

[0023] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann sich Zoneeigenschaft auf Eigenschaften der Luft in der jeweiligen Zone beziehen.

[0024] Bei verschiedenen Ausführungsformen ist die Zoneeigenschaft eine Umgebungsvariable der Zone. Daher schließt die Zoneeigenschaft nicht variable Eigenschaften der Zone aus, wie zum Beispiel: Zonenabmessungen, Zonenvolumen, Zonenbereich, Zonenwärmekapazität oder eine Kombination davon. Die Zoneeigenschaft kann einer Eigenschaft der Luft in der jeweiligen Zone entsprechen. Der Begriff "entsprechen" kann in diesem Zusammenhang bedeuten, dass es sich bei der Zoneeigenschaft um eine bestimmte Eigenschaft handelt. "Zoneeigenschaft entspricht der Zonentemperatur" kann zum Beispiel bedeuten, dass die Zoneeigenschaft die Zonentemperatur ist. In einem anderen Beispiel kann "Zoneeigenschaft entspricht einer Luftfeuchtigkeit" bedeuten, dass die Zoneeigenschaft die Zonenluftfeuchtigkeit ist.

[0025] Die Temperatur ist die gemessene aktuelle Temperatur (im Gegensatz zu einer Soll-Temperatur). Beispielsweise ist die Temperatur für eine FCU die von der FCU gemessene Zonentemperatur (T_{zone}). Das Steuersignal kann das Signal von einem Controller des Bedarfsseiten subsystems einschließen. Der Eingang des Controllers schließt einen Sollwert, z. B. einen Temperatursollwert (T_{set}), und die Zonentemperatur (z. B. die aktuelle gemessene Temperatur der Zone) ein. Der Controller erzeugt ein Steuersignal, das eine Funktion des Eingangs zum Controller ist. Das Steuersignal kann zum Beispiel einer Lüfterdrehzahl oder einer Ventilöffnung entsprechen. Der Begriff "entsprechen" kann in diesem Zusammenhang bedeuten, dass es sich beim Steuersignal um eine Lüfterdrehzahl oder eine Ventilöffnung handelt. Beim Steuersignal kann es sich zum Beispiel um eine Lüfterdrehzahl oder ein Ventilöffnungsverhältnis handeln.

[0026] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann das Bedarfssystem den Sender zum Senden des Bedarfs (Q_D) zur Versorgungsseite einschließen.

[0027] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann die Versorgungsseite den Empfänger zum Empfangen des Bedarfs (Q_D) vom Bedarfssystem einschließen.

[0028] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann sich Kommunizieren des Bedarfs auf Senden des Bedarfs über den Sender vom Bedarfsseitensubsystem zum Empfänger der Versorgungsseite beziehen. Somit wird die Signalkommunikation zwischen dem Sender und dem Empfänger hergestellt.

[0029] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann die Versorgungsseite den Versorgungsseitenprozessor einschließen. Der Versorgungsseitenprozessor kann dazu konfiguriert werden, in der Lage zu sein, eine Versorgungsseitenbetriebsleistung als Funktion des Bedarfs (Q_D) zu bestimmen. Die Bestimmung kann andere Parameter, wie Versorgungsseitenparameter, einschließen. Typischerweise reichen der Bedarf (Q_D) und die Versorgungsseitenparameter aus, um die Versorgungsseitenbetriebsleistung zu berechnen. Wenn zusätzliche Bedarfsseitensubsysteme vorhanden sind, schließt Bedarf (Q_D) hierin auch zusätzliche Bedarfe ein. Der Ausdruck "in der Lage zu sein" hierin bedeutet, dass der Versorgungsseitenprozessor, wenn das HVAC-System in Betrieb ist, und bei Verfügbarkeit des Bedarfs (Q_D) gemäß Empfang durch den Empfänger, die Betriebsleistung ($Q_{s,total}$) bestimmt. Die Betriebsleistung ($Q_{s,total}$) ist eine Funktion des Bedarfs, z. B. proportional zum Bedarf. Die Betriebsleistung ($Q_{s,total}$) kann proportional zur Summe der Bedarfe sein. Die Bestimmung der Betriebsleistung kann zum Beispiel Variieren der Drehzahl einer Motorpumpe und Aktivieren oder Deaktivieren von zusätzlichen Stufen neben einer Hauptstufe einer Kälteanlage einschließen. Versorgungsseitenparameter sind zum Beispiel für den Betrieb der Versorgungsseite erforderliche Parameter, die nicht von oder zu der Bedarfsseite kommuniziert werden müssen. Beispiele für Versorgungsseitenparameter sind die Beziehung zwischen der Betriebsleistung und der Kapazität einer Kälteanlage, die Temperatur des Rücklaufwassers und einschränkende Faktoren wie Höchstleistung einer Pumpe oder Kälteanlage. Die Betriebsleistung kann durch eine versorgungsseitige Betriebsleistungsschätzfunktion, hierin auch einfach "Versorgungsfunktion" genannt, bestimmt werden.

[0030] Gemäß der Erfindung kann ein HVAC-System bereitgestellt werden, wobei das HVAC-System die Versorgungsseite einschließt, und die Versorgungsseite dazu konfiguriert ist, operativ mit wenigstens dem Bedarfssystem, vorzugsweise weiterhin mit den zusätzlichen Bedarfssystemen zu kommunizieren.

[0031] Bei verschiedenen Ausführungsformen für das HVAC-System kann das HVAC-System wenigstens das Bedarfssystem, vorzugsweise weiterhin ein zusätzliches Bedarfssystem, einschließen.

[0032] Bei verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung wird das Bedarfssystem gewählt unter wenigstens einem von: Gebläsekonvektor und Luftbehandlungseinheit.

[0033] Verschiedene Ausführungsformen der Erfindung können ein Verfahren zum Betreiben des HVAC-Systems betreffen. Das Verfahren kann einschließen: a) Bestimmen des Bedarfs (Q_D) mit der Bedarfsschätzfunktion, wobei die Bestimmung von einem im Bedarfssystem eingeschlossenen Bedarfsseitenprozessor ausgeführt wird; wobei die Bedarfsschätzfunktion den variablen Eingang umfasst, und wobei der variable Eingang der Bedarfsfunktion die Zoneeigenschaft, z. B. eine Temperatur, und das Steuersignal (u_{ctrl}) umfasst. Die Temperatur ist vorzugsweise eine Zonentemperatur (T_{Zone}), ein Beispiel für eine Zonentemperatur ist eine Raumtemperatur (T_R), wobei der Raum eine einzelne Zone umfassen kann. Das Verfahren kann einschließen: b) Kommunizieren des Bedarfs (Q_D), der in Schritt a) bestimmt wurde, vom Bedarfssystem zur Versorgungsseite. Das Verfahren kann einschließen: c) Bestimmen der Versorgungsseitenbetriebsleistung als Funktion des Bedarfs (Q_D) und von Versorgungsseitenparametern; wobei die Bestimmung durch einen in der Versorgungsseite eingeschlossenen Versorgungsseitenprozessor ausgeführt wird.

[0034] Bei verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung kann das Bedarfssystem eine FCU sein, und die Temperatur ist eine Zonentemperatur. Die Zonentemperatur kann eine Raumtemperatur (T_R) sein, z. B. wenn der Raum eine einzelne Zone umfasst.

[0035] Bei verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung kann das Bedarfssystem eine Luftbehandlungseinheit (AHU) sein, wobei der Bedarf ein AHU-Bedarf (Q_{AHU}) ist, und der Bedarfsseitenprozessor ein in der Luftbehandlungseinheit eingeschlossener AHU-Seitenprozessor ist, wobei die Bedarfsschätzfunktion eine AHU-Bedarfsfunktion ist. Der variable Eingang der AHU-Bedarfsfunktion kann weiterhin die Luftfeuchtigkeit (AH_{amb}) umfassen.

[0036] Bei verschiedenen Ausführungsformen, vorzugsweise wenn das Bedarfssystem eine AHU einschließt, kann das Bedarfssystem ein zweites Steuersignal einschließen, wobei es sich bei der Temperatur im Bedarfssystem um die Temperatur der Versorgungsluft (T_{air}) handelt, zum Beispiel die Außenumgebungstemperatur, das Steuersignal (u_{ctrl}) einer Lüfterdrehzahl (u_{fan}) entspricht und das zweite Steuersignal einer Ventilöffnung (u_{valve}) entspricht.

[0037] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann die Bedarfsseite ein Bedarfssystem, das eine AHU ist, und weiterhin eine Mehrzahl von Bedarfssystemen, die jeweils eine FCU sind, einschließen.

[0038] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann die Bedarfsseite eine Mehrzahl von Bedarfssystemen, die jeweils eine Luftbehandlungseinheit sind, und weiterhin eine Mehrzahl von Bedarfssystemen, die jeweils eine FCU sind, einschließen.

[0039] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann das HVAC-System einen Kälteerzeuger (z. B. eine Kälteanlage) auf der Versorgungsseite einschließen. Das Verfahren gemäß der Erfindung kann Bestimmen einer Betriebsleistung des Kälteerzeugers, z. B. der Betriebsleistung einer Kälteanlage, einschließen, wobei der Bedarf der Versorgungsseite eine Funktion der Zulauftemperatur der Flüssigkeit (T_{sup}), der Rücklauftemperatur der Flüssigkeit (T_{ret}) und der Flussrate der Flüssigkeit (m) ist. Das HVAC-System kann eine Flüssigkeit für Wärmeübertragung am Kälteerzeuger und zum Beispiel zwischen der Versorgungsseite und der Bedarfsseite einschließen, die Flüssigkeit kann liquide sein, zum Beispiel

im Wesentlichen Wasser umfassen.

[0040] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann die Bedarfsschätzfunktion unabhängig von anderen Bedarfsseitenparametern sein, wie: Zonenabmessungen, Zonenvolumen, Zonenbereich, Zonenwärmekapazität oder eine Kombination davon.

[0041] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann das Verfahren gemäß der Erfindung Hinzufügen wenigstens eines zusätzlichen Bedarfssubsystems zum HVAC-System und damit zur Bedarfsseite des HVAC-Systems einschließen. Das Verfahren kann weiterhin Herstellen der Signalkommunikation zwischen dem zusätzlichen Bedarfssubsystem und der Versorgungsseite einschließen, sodass das zusätzliche Bedarfssubsystem den nachstehenden Schritt ausführen kann: Kommunizieren des Bedarfs vom zusätzlichen Bedarfssubsystem zur Versorgungsseite.

[0042] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann das Verfahren gemäß der Erfindung eine Reaktionszeit für die Versorgungsseite umfassen. Die Versorgungsseite kann konfiguriert werden zum Arbeiten in: i) einem ersten Modus, wobei wenigstens ein Bedarf (Q_D) empfangen wird; und ii) in einem zweiten Modus, wobei kein Bedarf (Q_D) empfangen wird. Die Versorgungsseite kann dazu konfiguriert werden, beim Arbeiten im ersten Modus und Erkennen eines zweiten Modus die Reaktionszeit zu erhöhen, und beim Arbeiten im zweiten Modus und Erkennen eines ersten Modus die Reaktionszeit zu vermindern.

[0043] Fig. 1 veranschaulicht ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung. In einem Verfahrensschritt 10 wird die Bestimmung des Bedarfs Q_D beim Bedarfssubsystem ausgeführt. In einem weiteren zu einem späteren Zeitpunkt als Schritt 10 ausgeführten Verfahrensschritt, wird in Schritt 11 der Bedarf Q_D , der in Schritt 10 bestimmt worden war, zur Versorgungsseite kommuniziert. In einem weiteren zu einem späteren Zeitpunkt als Schritt 11 ausgeführten Verfahrensschritt, wird in Schritt 12 die Versorgungsseitenbetriebsleistung anhand des durch die Versorgungsseite vom Bedarfssubsystem empfangenen Bedarfs bestimmt.

[0044] Fig. 2 zeigt ein Diagramm zur Veranschaulichung eines bei einem Bedarfssubsystem gemäß verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung am Bedarfssubsystem ausgeführten Verfahrens. Ein Controller 142 ist dazu konfiguriert, den Sollwert T_{set} einer Zoneeigenschaft, zum Beispiel einer gewünschten Zonentemperatur, z. B. durch einen Benutzer in einem Büroraum eingestellt, zu empfangen. Der Controller ist auch dazu konfiguriert, den aktuellen Wert T_{ZONE} der Zoneeigenschaft zu empfangen. Anhand dieser beiden Eingänge bestimmt der Controller in einem Schritt 22 das Steuersignal u_{ctrl} . Das Steuersignal wird vom Bedarfssubsystem zum Einstellen seines Betriebszustands verwendet, wobei sich das Steuersignal auf eine Ventilöffnung oder eine Lüfterdrehzahl beziehen könnte. Das Steuersignal kann ein normierter Wert von 0 bis 1 sein. Das Steuersignal u_{ctrl} wird zum Bedarfsseitenprozessor 144 kommuniziert. Der Bedarfsseitenprozessor 144 bestimmt den Bedarf (Q_D), z. B. durch Bewerten einer Bedarfsschätzfunktion, wobei die Bedarfsschätzfunktion einen variablen Eingang umfasst, und wobei der variable Eingang der Bedarfsschätzfunktion den aktuellen Wert T_{ZONE} der Zoneeigenschaft und das Steuersignal (u_{ctrl}) umfasst. Der aktuelle Wert der Zoneeigenschaft kann ein gemessener Wert sein, zum Beispiel von einem Temperatursensor. Der gemessene Wert kann durch einen üblichen Sensor (wie z. B. durch einen üblichen Temperatursensor) gemessen werden, wobei sowohl der Controller 142 als auch der Bedarfsseitenprozessor denselben gemessenen Wert verwenden können.

[0045] In einem Beispiel ist T_{set} der Temperatursollwert einer Zone, während T_{ZONE} die aktuelle Temperatur ist. Das Steuersignal kann bestimmt werden durch $u_{ctrl}=f(T_{set}, T_{ZONE})$, zum Beispiel im Kühlmodus, das $u_{ctrl} = a_1(T_{ZONE} - T_{set})$, wobei a_1 ein Normierungsfaktor ist. Das Steuersignal u_{ctrl} kann begrenzt werden, zum Beispiel dann, wenn $T_{ZONE} \leq T_{set}$, kann das Steuersignal null sein. Somit, wenn $T_{ZONE} > T_{set}$, ist das Steuersignal u_{ctrl} größer als null, und arbeitet die Bedarfsseite, z. B. FCU, mit einer jeweiligen Leistung größer als null, z. B. mit einer höheren Lüfterdrehzahl als null U/min.

[0046] In einem Beispiel wird der Bedarf mit einer Funktion $Q_D=f(u_{ctrl}, T_{ZONE})$ bestimmt, wie folgt:

$$Q_D(u_{ctrl}, T_{ZONE}) = c_1 + c_2 \frac{T_{ZONE}}{a_2} (c_3 \cdot Q_{max}^{(1-e_1)} \cdot u_{ctrl}^{e_2})$$

Gl. 1

wobei $Q_D(u_{ctrl}, T_{ZONE})$ der Bedarf Q_D ist, a_2 eine Konstante ist (zum Beispiel der Durchschnittswert der Zonentemperatur während normalen Betriebs in derselben Einheit wie T_{ZONE} , zum Beispiel 27 °C), Q_{max} die Höchstleistung ist, und die Parameter c_1 , c_2 , c_3 , e_1 und e_2 spezifische Bedarfssubsystemparameter sind, die eingestellt werden können, zum Beispiel durch Simulationen. Gl. 1 wird vorzugsweise für eine FCU verwendet, wobei Q_D der Q_{FCU} ist, T_{ZONE} die Zonentemperatur in Celsius ist, Q_{max} die Höchstleistung in Watt ist, und u_{ctrl} die normierte Ventilöffnung oder normierte Lüfterdrehzahl ist.

[0047] Bei verschiedenen Ausführungsformen ist die Bedarfsschätzfunktion (zum Beispiel Gl. 1) eine Funktion, die bei gegebenen Argumenten einschließlich Temperatur und Steuersignal den Bedarf des Bedarfssubsystems liefert. Die Funktion kann in Schritt 24 im Bedarfssubsystemprozessor in verschiedenen Formen angewendet werden, z. B. in Form

einer mathematischen Berechnung oder in Form einer Input-Output-Tabelle.

[0048] Fig. 3 zeigt ein Diagramm zur Veranschaulichung von wenigstens drei Bedarfssubsystemen 151, 152, 153 in Kommunikation mit einer Versorgungsseite 111 gemäß verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung. Das erste Bedarfssubsystem 151 ist zum Bestimmen eines ersten Steuersignals $u_{ctrl,1}$ in Schritt 31, zum Bestimmen (mit einem Prozessor des ersten Bedarfssubsystems) eines entsprechenden ersten Bedarfs Q_{D1} in Schritt 32 und zum Kommunizieren des ersten Bedarfs zur Versorgungsseite 111 konfiguriert. Das zweite Bedarfssubsystem 152 ist zum Bestimmen eines zweiten Steuersignals $u_{ctrl,2}$ in Schritt 33, zum Bestimmen eines entsprechenden zweiten Bedarfs Q_{D2} (mit einem Prozessor des zweiten Bedarfssubsystems) in Schritt 34 und zum Kommunizieren des zweiten Bedarfs zur Versorgungsseite 111 konfiguriert. Das Bedarfssubsystem 153 ist zum Bestimmen eines dritten Steuersignals $u_{ctrl,3}$ in Schritt 35, zum Bestimmen eines entsprechenden dritten Bedarfs Q_{D3} (mit einem Prozessor des dritten Bedarfssubsystems) in Schritt 36 und zum Kommunizieren des dritten Bedarfs zur Versorgungsseite 111 konfiguriert. Das HVAC-System ist nicht auf drei Bedarfssubsysteme eingeschränkt und könnte ein einzelnes Bedarfssubsystem sowie eine Mehrzahl von Bedarfssubsystemen, zum Beispiel 10 oder mehr Bedarfssubsysteme, einschließen.

[0049] Im Gegensatz zum herkömmlichen Weg der Bestimmung der Betriebsleistung der Versorgungsseite (z. B. des Bedarfs einer Kälteanlage) mittels der Funktion gemäß Gl. 2:

$$Q_{s,total} = f(\dot{m}, T_{sup}, T_{ret}) \quad \text{Gl. 2,}$$

stellt die Erfindung für die Bestimmung der Versorgungsseitenbetriebsleistung (in Schritt 37) Übernehmen der von der Bedarfsseite empfangenen Bedarfe ($Q_{D1}, Q_{D2}, Q_{D3}, \dots$) und Anwenden, z. B. Bewerten der folgenden Versorgungsfunktion bereit:

$$Q_{s,total} = f(Q_{D1}, Q_{D2}, Q_{D3}, \dots) \quad \text{Gl. 3,}$$

wobei der variable Eingang der Versorgungsfunktion einen oder mehrere von den jeweiligen Bedarfssubsystemen von der Bedarfsseite empfangene Bedarfe (Q_{DX}) einschließen kann. Wenigstens einer der Bedarfe kann der Bedarf einer FCU (Q_{FCU}) sein. Einer der Bedarfe kann ein Bedarf einer Luftbehandlungseinheit (Q_{AHU}) sein. Anstelle der aggregierten verzögerten Reaktionszeit auf der Versorgungsseite (z. B. an der Kälteanlage), gegeben durch den Rücklaufkreislauf und die Durchschnittsbildung der Temperaturmessungen auf der Versorgungsseite (z. B. an der Kälteanlage), kann die erfindungsgemäße Versorgungsseite daher ihre Versorgungsseitenbetriebsleistung ohne Verzögerung bestimmen. So kann eine Erhöhung der Versorgungsseitenbetriebsleistung bei Bedarf mit minimaler Reaktionszeit erfolgen, und die Absenkung kann ebenfalls mit minimaler Reaktionszeit erfolgen. Auf diese Weise sorgt die Erfindung für eine schnellere Reaktion und ermöglicht gleichzeitig Energieeinsparungen.

[0050] Bei verschiedenen Ausführungsformen ist die Versorgungsfunktion (zum Beispiel Gl. 3) eine Funktion, die bei gegebenen Argumenten einschließlich der Bedarfe (Q_{DX}) die Versorgungsbetriebsleistung ($Q_{S,total}$) liefert. Die Versorgungsfunktion kann im Versorgungsseitenprozessor in verschiedenen Formen angewendet werden, z. B. in Form einer mathematischen Berechnung oder in Form einer Input-Output-Tabelle.

[0051] Die oben erläuterten Funktionen Gl. 1, Gl. 2, Gl. 3 sind jeweils beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung, die Erfindung ist aber nicht darauf eingeschränkt. Anhand der Lehren der vorliegenden Offenbarung kann der Fachmann verschiedene Funktionen innerhalb des Umfangs der Erfindung entwickeln.

[0052] Figur 4 zeigt ein Diagramm zur Veranschaulichung eines HVAC-Systems mit verschiedenen Komponenten gemäß einem Vergleichsbeispiel. Das HVAC-System kann in eine Versorgungsseite 111 und eine Bedarfsseite 141 unterteilt werden. Die Versorgungsseite kann einen Kälteerzeuger 112 (z. B. eine Kälteanlage) und ein Gebäudemanagementsystem (BMS) 114, das dazu konfiguriert sein kann, in Signalkommunikation 103 mit dem Kälteerzeuger 112 zu stehen, einschließen. Die Versorgungsseite kann ein oder mehrere Bedarfssubsysteme einschließen, zum Beispiel eine erste FCU 151, eine zweite FCU 152, eine dritte FCU 153 und eine AHU 160. Das HVAC-System kann ferner einen Kreislauf zum Befördern der Flüssigkeit (z. B. Kältemittel, wie Wasser) einschließen, wobei der Kreislauf einen Zulaufunterkreislauf 101 und einen Rücklaufunterkreislauf 102 einschließen kann. Beim Kühlen liefert die Kälteanlage 112 zum Beispiel gekühlte Flüssigkeit zum Zulaufunterkreislauf 101 zur Bedarfsseite 141. Die Kälteanlage empfängt die Rücklauf Flüssigkeit über den Rücklaufunterkreislauf 102, und die Rücklauf Flüssigkeit kann an der Kälteanlage abgekühlt und erneut dem Zulaufunterkreislauf 101 zugeführt werden.

[0053] Figur 5 zeigt ein dem Diagramm von Figur 4 ähnliches Diagramm, wobei jedoch wenigstens eines der, vorzugsweise jedes der Bedarfssubsysteme 151, 152, 153 und 160 einen Bedarfsseitenprozessor umfasst, der zum Bestimmen des jeweiligen Bedarfs $Q_{151}, Q_{152}, Q_{153}$ sowie Q_{160} und zum Kommunizieren des Bedarfs zur Versorgungsseite,

zum Beispiel zum BMS 114, konfiguriert ist. Bei verschiedenen Ausführungsformen kann die Versorgungsseite einen Versorgungsseitenprozessor 124 einschließen, der zum Bestimmen des Versorgungsbedarfs und somit zum Bestimmen der Versorgungsseitenbetriebsleistung konfiguriert ist.

[0054] Bei verschiedenen Ausführungsformen kann die Flüssigkeit Teil des geschlossenen Kreislaufs sein, wobei der nächstliegende Kreislauf eine Pumpe zum Bereitstellen des Flüssigkeitsstroms aufweist. Die Pumpe kann Teil der Versorgungsseite sein, und sie kann in den Kälteerzeuger integriert oder vom Kälteerzeuger getrennt sein.

[0055] Figur 6 zeigt ein Beispiel für den Verlauf der Versorgungsseitenbetriebsleistung, in diesem Fall der Kühlleistung, nach Einschalten des HVAC-Systems. Figur 6 zeigt einen oberen Graphen 60 und einen unteren Graphen 61. Sowohl beim oberen als auch beim unteren Graphen wird auf der horizontalen Achse die Zeit in Stunden abgetragen. Auf der vertikalen Achse des oberen Graphen 60 wird die Kühlleistung (in MW) abgetragen, und auf der vertikalen Achse des unteren Graphen 61 wird die Zonentemperatur in Celsius abgetragen. Der obere Graph zeigt eine gepunktete Linie 63 (mit durch "X" repräsentierten Punkten), die einen Verlauf der Kühlleistung gegenüber der Zeit, wie für ein Vergleichsbeispiel gemessen, darstellt. Die durchgezogene Kurve 62 repräsentiert den Verlauf der simulierten Kühlleistung gegenüber der Zeit für das gleiche Vergleichsbeispiel. Gemessene und simulierte Verläufe sind sehr vergleichbar. Die gestrichelte Linie 64 repräsentiert den Stufungssollwert.

[0056] Das HVAC-System wird ungefähr um 7,5 h eingeschaltet. Obwohl der Bedarf bei Start zur Verfügung steht, kann das System den unmittelbaren Kühlbedarf aus der Wassertemperaturdifferenz nicht erkennen. Die zweite Stufe beginnt erst ungefähr um 8, weil der Puffer zu dieser Zeit ausgelaufen ist, und der Stufungssollwert 64 gekreuzt wurde.

[0057] Jede der Figuren 7 und 8 zeigt als ein Beispiel die Kühlleistung in kW (vertikale Achse) als Funktion des Steuersignals (horizontale Achse) für eine FCU mit einer Zonentemperatur $T_{\text{ZONE}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ in Figur 7 und $T_{\text{ZONE}} = 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$ in Figur 8. Diese Verläufe können für ein System gemessen oder simuliert sein. Nachdem die Beziehung zwischen der Kühlleistung und dem Steuersignal u_{ctrl} für eine gegebene Zonentemperatur T_{ZONE} bekannt ist, kann der Bedarf Q_D einfach durch Kenntnis des Steuersignals u_{ctrl} und der Zonentemperatur T_{ZONE} bestimmt werden. Die Erfindung kann auch mit einer anderen Zoneneigenschaft als der hierin als ein Beispiel gegebenen Zonentemperatur realisiert werden.

[0058] Figur 9 zeigt einen Graphen 50 mit der Kapazität eines Kälteerzeugers in MW auf der vertikalen Achse und der Zeit in Minuten auf der horizontalen Achse. Kurve 51 ist die Messung der Kapazität des Kälteerzeugers eines herkömmlichen Systems, während Kurve 52 die Messung der Kapazität des Kälteerzeugers des erfindungsgemäßen Verfahrens ist. Kurve 53 ist der geschätzte Bedarf gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0059] Es ist ersichtlich, dass die zweite Stufe mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Höchstleistung gegenüber dem Vergleichsbeispiel sehr schnell erreicht. Da der Kälteerzeuger erfindungsgemäß die Bedarfsinformationen von der Bedarfsseite empfängt, kann er die Leistung der Kälteerzeugerstufen schnell an den erforderlichen Bedarf anpassen, während der Kälteerzeuger im Vergleichsbeispiel auf die Temperatur des Rücklaufwassers reagiert, was im Vergleich sehr langsam ist. So regelt sich das erfindungsgemäße Beispiel sehr schnell auf eine stabile Leistung, und schaltet sogar die zweite Stufe aus. Das Vergleichsbeispiel hingegen schaltet die zweite Stufe erst viel später aus. Bei herkömmlichen Systemen kann eine weitere Verzögerung eingebaut sein (z. B. in Form einer Hysterese oder in Form eines gleitenden Durchschnitts, z. B. der Temperatur des Rücklaufwassers), um plötzliche Änderungen der Kühlleistung zu vermeiden, zum Beispiel wegen Wassertemperaturspitzen im System oder Fehlern bei Temperaturmessungen. Wegen dieser Verzögerung reagiert das herkömmliche HVAC-System sehr langsam.

[0060] Fig. 9 zeigt, dass für das herkömmliche System nach Starten (zur Zeit von 10 Minuten) der ersten Stufe des Kälteerzeugers bei Arbeiten mit voller Leistung nicht die volle Kapazität gehandhabt werden kann, und daher die zweite Stufe bei etwa 25 Minuten startet. Der Grund für die erhöhte Reaktionszeit ist der Kälteerzeugerstufungsprozesspuffer, wie oben erläutert. Da der Bedarf beim erfindungsgemäßen Verfahren und/oder System bekannt ist, stellt der Kälteerzeuger hingegen die genaue Betriebsleistung und damit die genaue Kühlkapazität bereit, wie im Verlauf 52 gezeigt. Ferner nutzt der Kälteerzeuger die erste und die zweite Stufe vom Start unter allmählicher Verminderung der Kapazität zur Anpassung an den allmählich abnehmenden Bedarf, um die zweite Stufe (bei etwa 15 Minuten) viel früher zu stoppen als das herkömmliche System. Das erfindungsgemäße System kann die gewünschte Zonenklimatisierungstemperatur bei der geschätzten Bedarfsseite viel früher zu erreichen.

[0061] Figur 10 zeigt den Verlauf der Zonentemperatur für drei verschiedene Zonenlasten. In jedem der Graphen von Figur 10 ist auf der vertikalen Achse die Temperatur in $^{\circ}\text{C}$, auf der horizontalen Achse die Zeit in Minuten abgetragen, die gestrichelten Verläufe sind die Zonentemperaturkurven einer durch ein herkömmliches Verfahren und/oder System gekühlten Zone und die durchgezogenen Linien sind die Zonentemperaturkurven der gleichen durch ein Verfahren und/oder System gemäß der vorliegenden Erfindung gekühlten Zone. Figur 10 zeigt in der Mitte eine Referenzzone, wobei deutlich zu erkennen ist, dass die Kühlung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und/oder System viel schneller ist. Der obere Graph zeigt dieselben Verläufe für eine Zone, die weniger belastet ist, und der untere Graph zeigt dieselben Verläufe für eine Zone, die mehr belastet ist. Die Pfeile zeigen das Erreichen von $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ an, wobei zu erkennen ist, dass die Erfindung in allen drei Zuständen besser ist, und eine komfortable Temperatur von $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 bis 10 Minuten früher als der Stand der Technik erreicht.

Patentansprüche

- 5
1. Ein Verfahren (1) zum Betreiben eines HVAC-Systems (100) umfassend wenigstens ein Bedarfssystem (140) in Signalkommunikation mit einer Versorgungsseite (111), das Verfahren (1) umfassend:
- 10
- a) Bestimmen eines Bedarfs (Q_D) mit einer Bedarfsschätzfunktion, wobei die Bestimmung von einem Bedarfssseitenprozessor (144), der im Bedarfssystem (140) eingeschlossen ist, ausgeführt wird; wobei die Bedarfsschätzfunktion einen variablen Eingang umfasst, und wobei der variable Eingang der Bedarfsschätzfunktion eine Zoneneigenschaft und ein Steuersignal (u_{ctrl}) umfasst;
- b) Kommunizieren des Bedarfs (Q_D) vom Bedarfssystem (140) zur Versorgungsseite (111); und
- c) Bestimmen einer Versorgungsseitenbetriebsleistung ($Q_{s,total}$) als Funktion des Bedarfs (Q_D) und von Versorgungsseitenparametern; wobei die Bestimmung von einem Versorgungsseitenprozessor (124), der in der Versorgungsseite (111) eingeschlossen ist, ausgeführt wird.
- 15
2. Verfahren (1) nach Anspruch 1, wobei es sich beim Bedarfssystem (140) um ein Klimagerät handelt, wobei das Klimagerät vorzugsweise ein Gebläsekonvektor (151, 152, 153) oder eine Luftbehandlungseinheit (160) ist.
- 20
3. Verfahren (1) nach einem beliebigen der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Zoneneigenschaft einer Zonentemperatur (T_{ZONE}) entspricht.
4. Verfahren (1) nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, wobei die Zoneneigenschaft einer Luftfeuchtigkeit (AH_{amb}) entspricht.
- 25
5. Verfahren (1) nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, wobei das Steuersignal (u_{ctrl}) einer Lüfterdrehzahl (u_{fan}) entspricht.
6. Verfahren (1) nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, wobei das Steuersignal (u_{ctrl}) einer Ventilöffnung (u_{valve}) entspricht.
- 30
7. Verfahren (1) nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche zum Betreiben des HVAC-Systems (100), wobei das HVAC-System (100) weiterhin einen Kälteerzeuger (112) auf der Versorgungsseite (111) umfasst, das Verfahren (1) weiterhin umfassend:
- Bestimmen einer Betriebsleistung des Kälteerzeugers, wobei die Betriebsleistung des Kälteerzeugers eine Funktion wenigstens der Zulauftemperatur der Flüssigkeit (T_{sup}), der Rücklauftemperatur der Flüssigkeit (T_{ret}), der Flussrate der Flüssigkeit (\dot{m}) und des Bedarfs (Q_D) ist.
- 35
8. Verfahren (1) nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, wobei die Bedarfsschätzfunktion unabhängig ist von wenigstens: Zonenabmessungen, Zonenvolumen, Zonenbereich, Zonenwärmekapazität oder eine Kombination davon.
- 40
9. Verfahren (1) nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, weiterhin umfassend:
- Hinzufügen wenigstens eines zusätzlichen Bedarfssystems (152, 153) zum HVAC-System (100) und Herstellen der Signalkommunikation zwischen dem zusätzlichen Bedarfssystem (152, 153) und der Versorgungsseite (111), sodass das zusätzliche Bedarfssystem (152, 153) in der Lage ist, den nachstehenden Schritt auszuführen:
- Kommunizieren des Bedarfs (Q_{152} , Q_{153}) vom zusätzlichen Bedarfssystem (152, 153) zur Versorgungsseite (111).
- 45
10. Verfahren (1) nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, wobei die Versorgungsseite (111) eine Reaktionszeit aufweist, und die Versorgungsseite (111) dazu konfiguriert ist, zu arbeiten in:
- 55
- einem ersten Modus, wobei wenigstens einer des Bedarfs (Q_D) oder eines zusätzlichen Bedarfs (Q_{152} , Q_{153}) empfangen wird; und
- einem zweiten Modus, wobei kein Bedarf (Q_D) empfangen wird;

wobei die Versorgungsseite (111) dazu konfiguriert ist, beim Arbeiten im ersten Modus und Erkennen eines zweiten

EP 3 553 403 A1

Modus die Reaktionszeit zu erhöhen, und beim Arbeiten im zweiten Modus und Erkennen eines ersten Modus die Reaktionszeit zu vermindern.

- 5 11. Ein Bedarfssystem für ein HVAC-System (100), dazu konfiguriert, operativ mit einer Versorgungsseite (111) zu kommunizieren, die Versorgungsseite (111) umfassend:

10 einen Versorgungsseitenempfänger zum Empfangen eines Bedarfs (Q_D) vom Bedarfssystem (140); und einen Versorgungsseitenprozessor (124), dazu konfiguriert, in der Lage zu sein, eine Versorgungsseitenbetriebsleistung ($Q_{s,total}$) als Funktion des Bedarfs (Q_D) zu bestimmen;

das Bedarfssystem umfassend:

15 einen Controller (142) zum Bereitstellen eines Steuersignals (u_{ctrl}); einen Bedarfsseitenprozessor (144), dazu konfiguriert, in der Lage zu sein, einen Bedarf (Q_D) mit einer Bedarfsschätzfunktion zu bestimmen, wobei die Bedarfsschätzfunktion einen variablen Eingang umfasst, und wobei der variable Eingang der Bedarfsschätzfunktion eine Zoneneigenschaft und das Steuersignal (u_{ctrl}) umfasst;
einen Bedarfsseitensender zum Senden des Bedarfs (Q_D) zur Versorgungsseite (111).

- 20 12. Ein HVAC-System (100), umfassend:
eine Versorgungsseite (111), dazu konfiguriert, operativ mit wenigstens einem Bedarfssystem (140) gemäß Anspruch 11 zu kommunizieren, die Versorgungsseite (111) umfassend:

25 einen Versorgungsseitenempfänger zum Empfangen des Bedarfs (Q_D) vom Bedarfssystem (140); und einen Versorgungsseitenprozessor (124), dazu konfiguriert, in der Lage zu sein, eine Versorgungsseitenbetriebsleistung ($Q_{s,total}$) als Funktion des Bedarfs (Q_D) zu bestimmen.

- 30 13. Ein HVAC-System (100) gemäß Anspruch 12, weiterhin umfassend
wenigstens ein Bedarfssystem (140) gemäß Anspruch 11, und vorzugsweise, wobei das Bedarfssystem (140) gewählt wird aus wenigstens einem von: Gebläsekonvektor (151, 152, 153) und Luftbehandlungseinheit (160).

Fig. 1

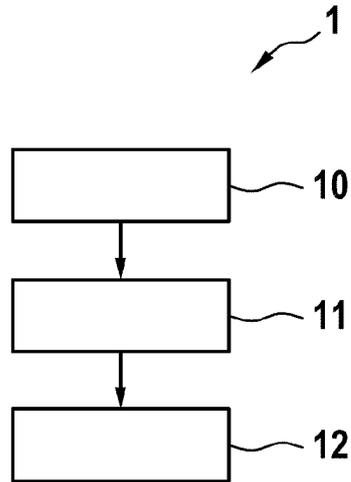


Fig. 2

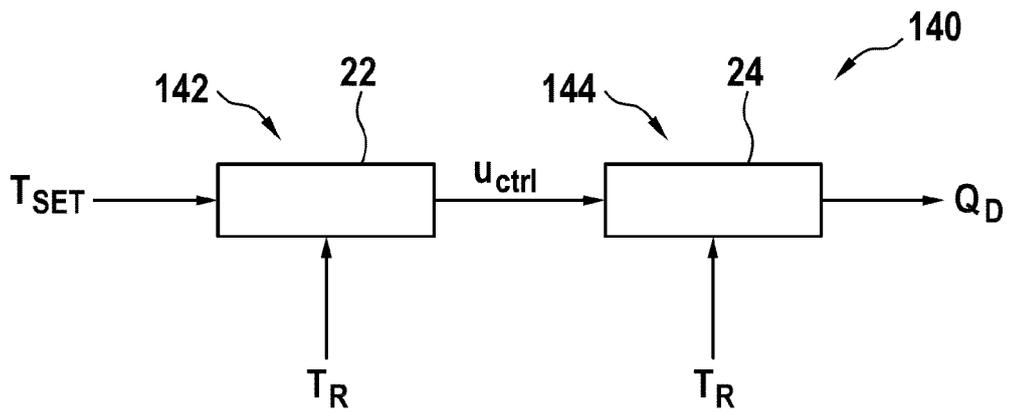


Fig. 3

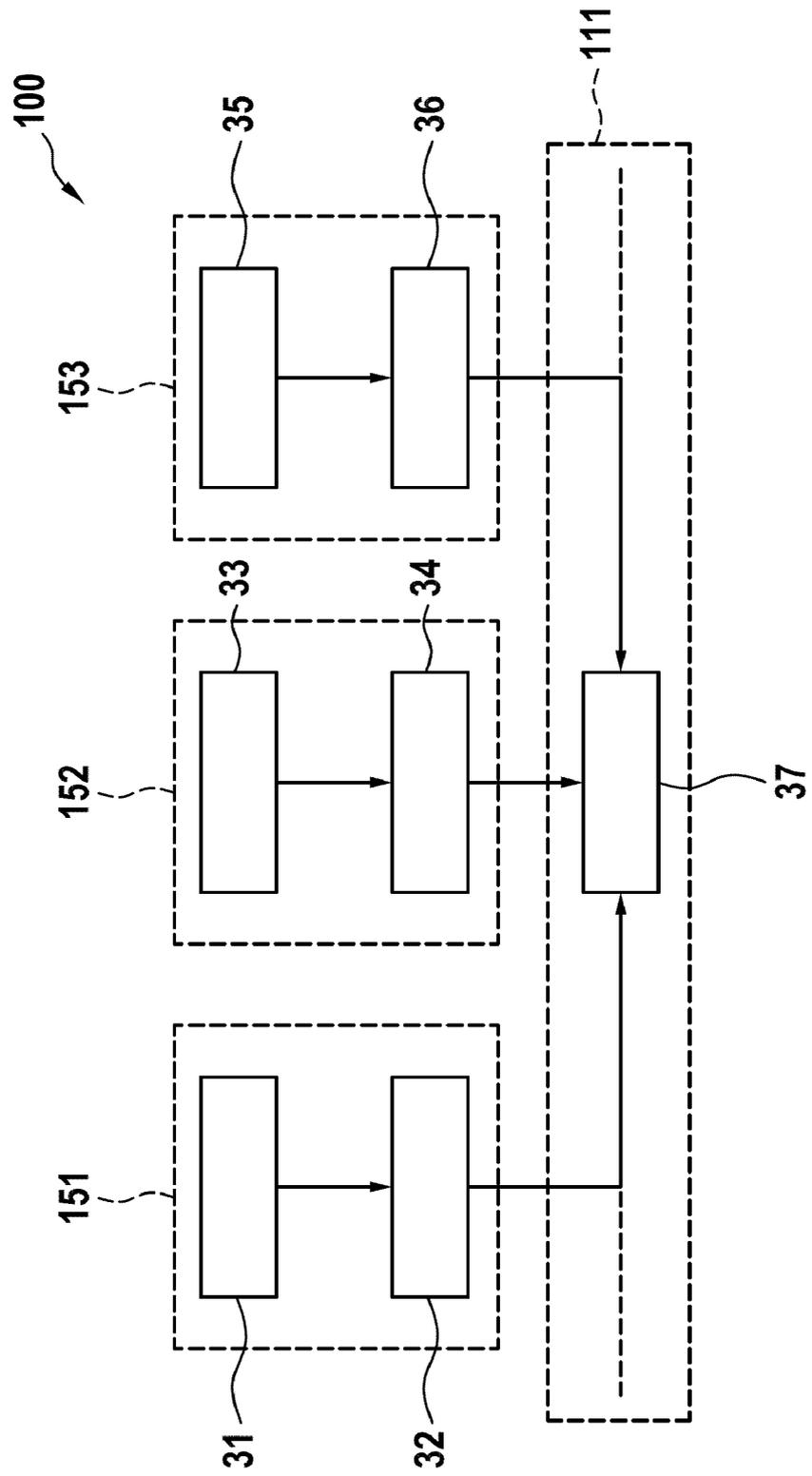


Fig. 4

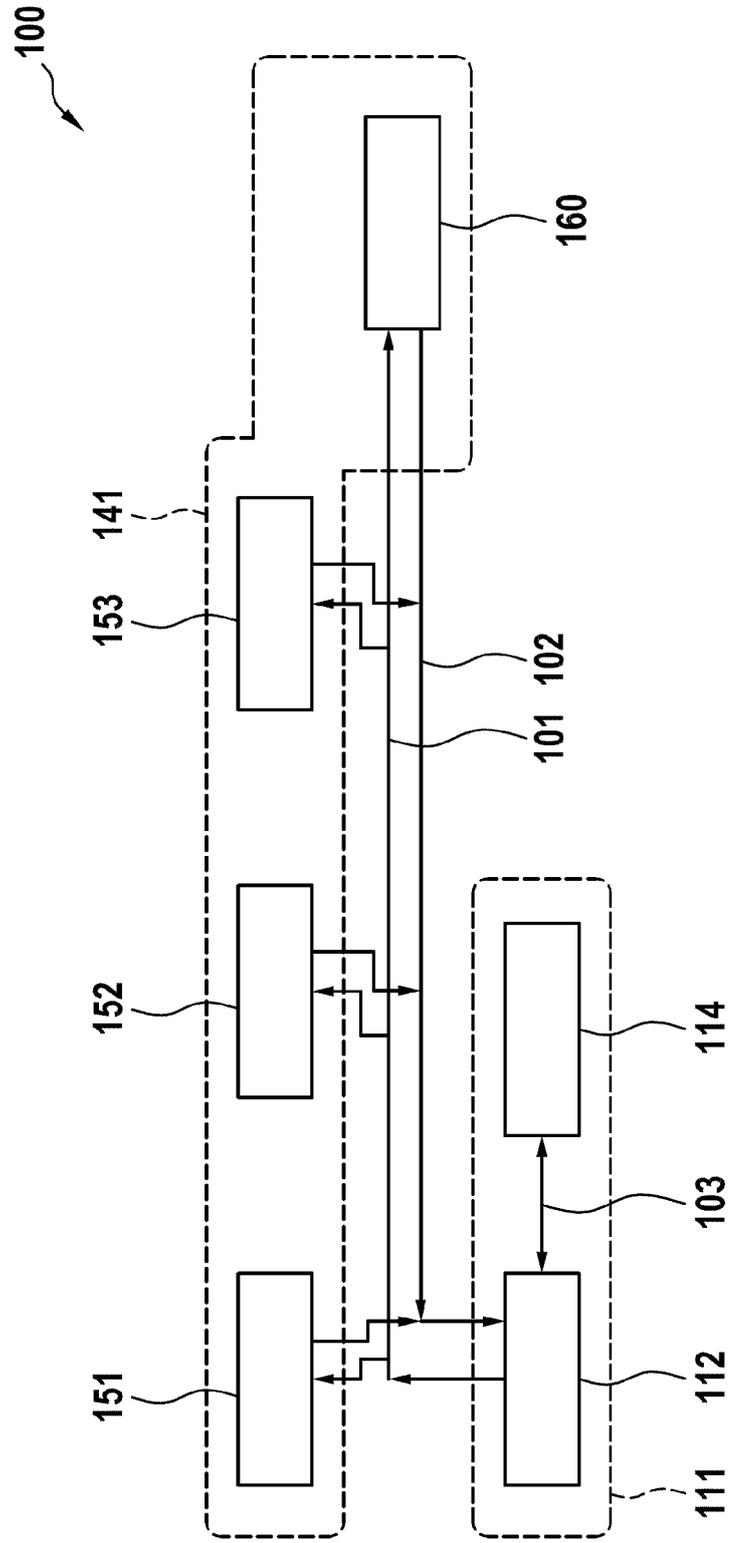


Fig. 5

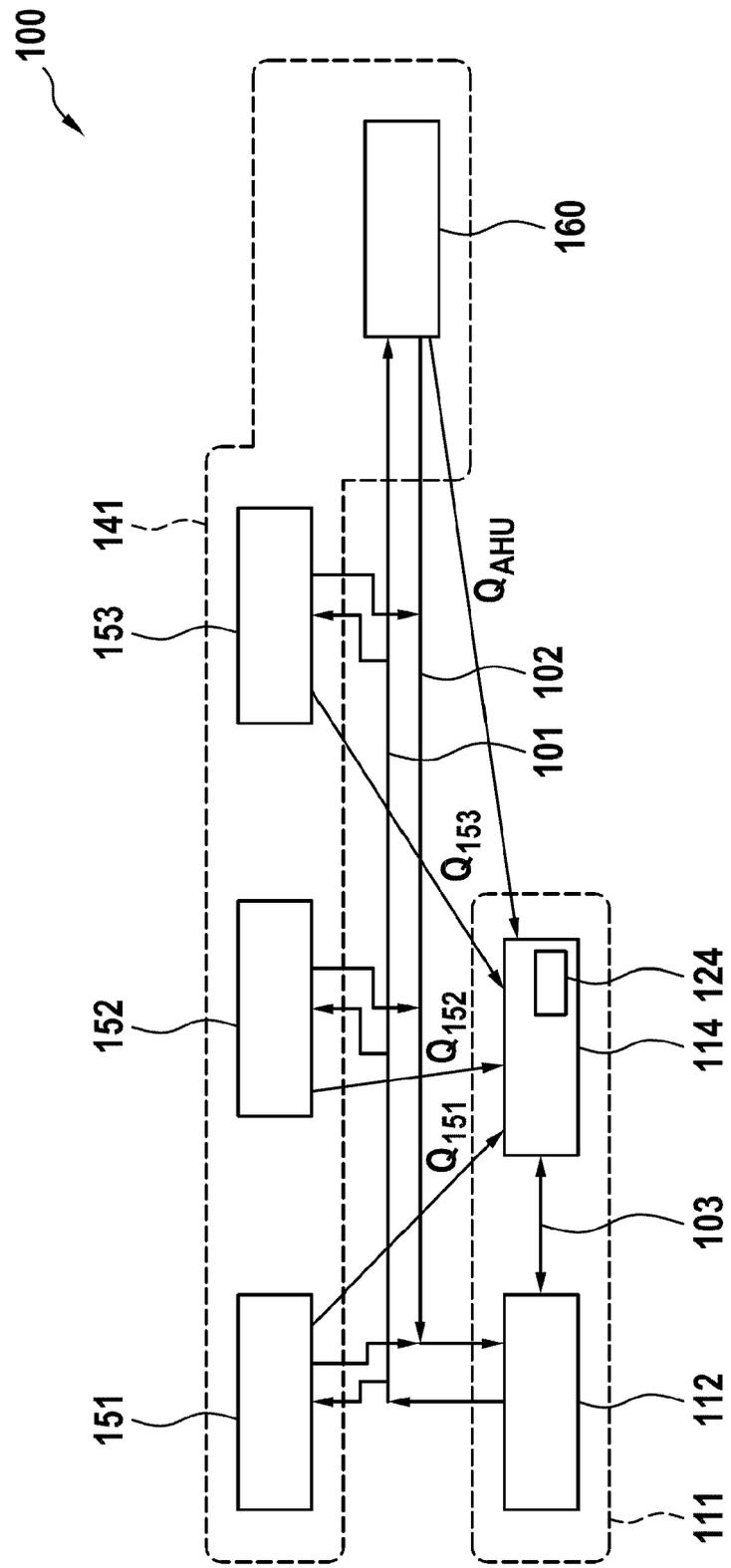


Fig. 6

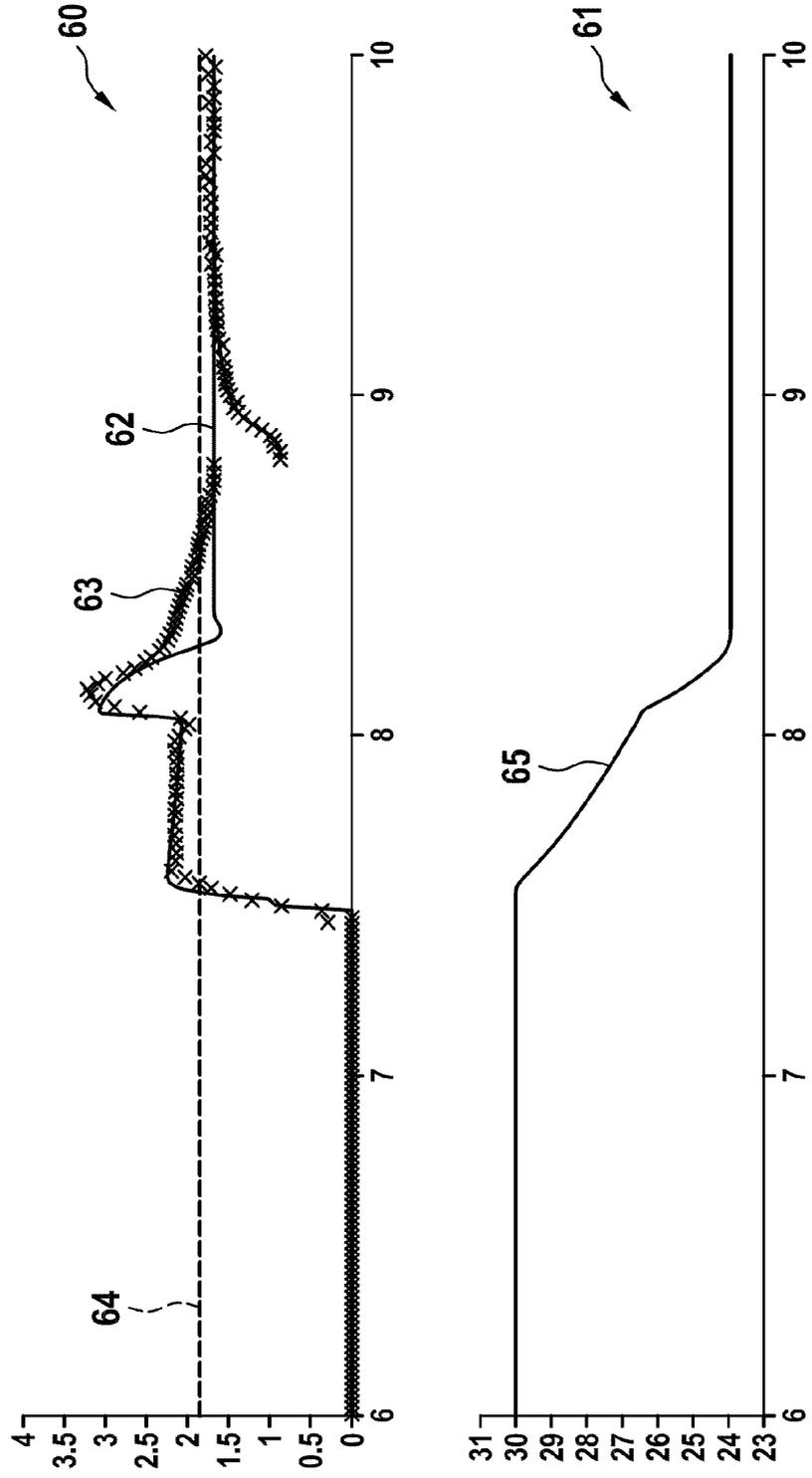


Fig. 7

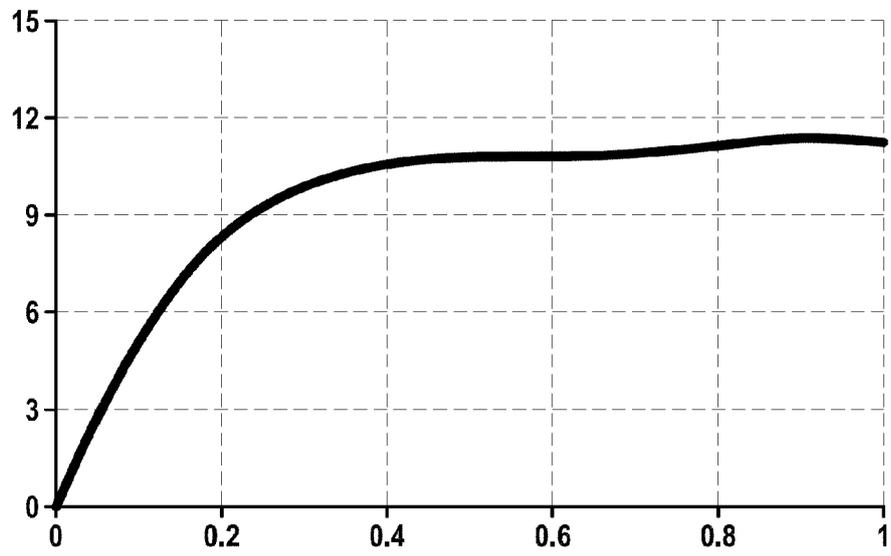


Fig. 8

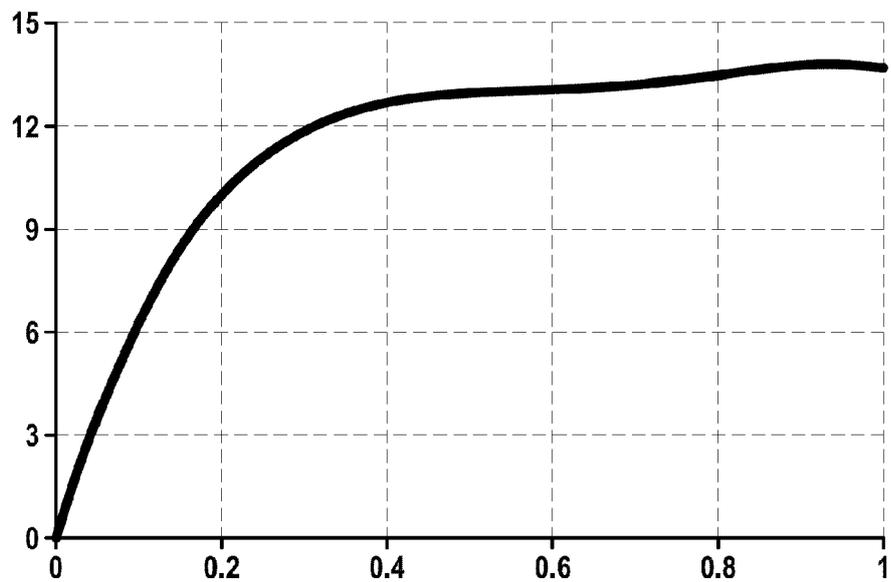


Fig. 9

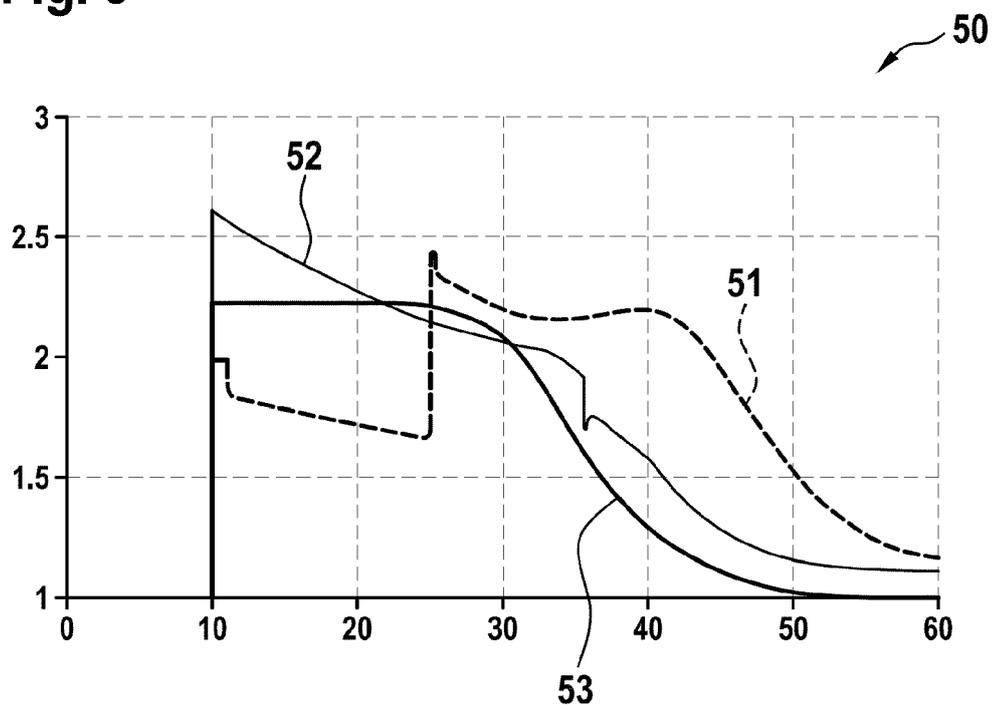
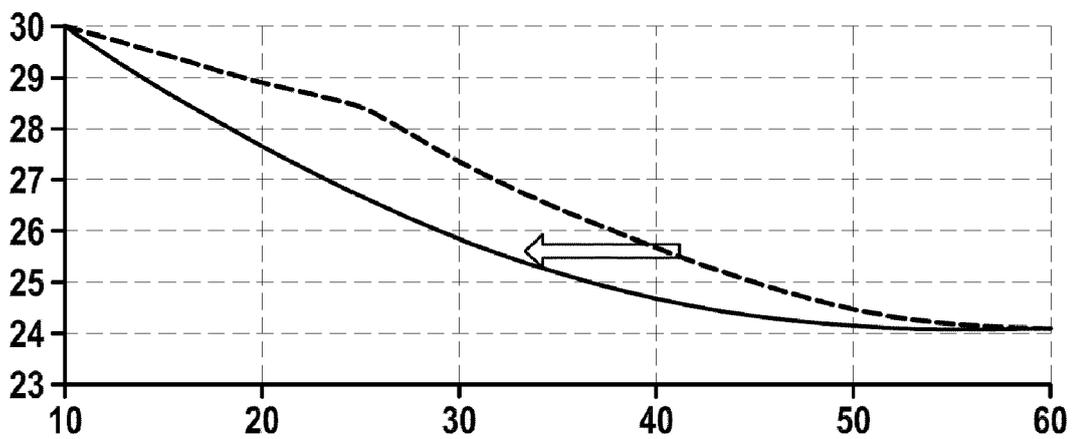
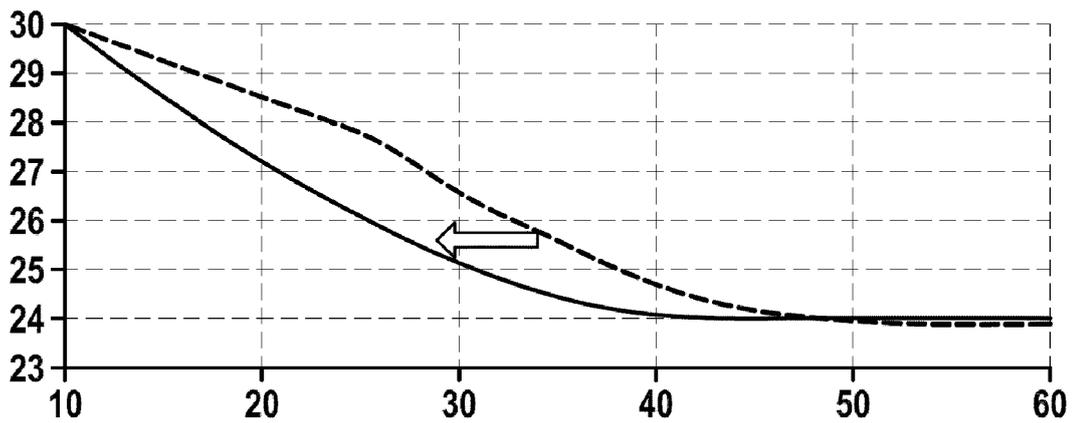
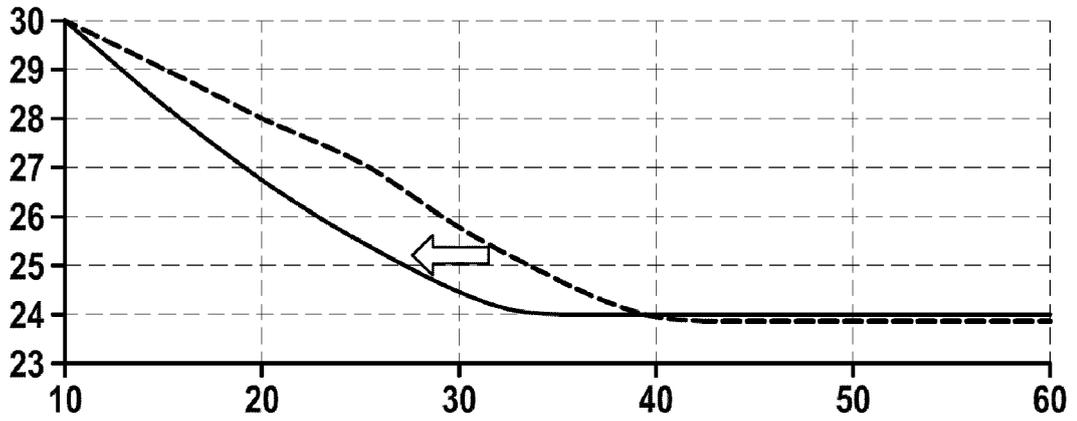


Fig. 10





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 16 8141

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2016/148651 A1 (UNIV NANYANG TECH [SG]; UNIV CALIFORNIA [US]) 22. September 2016 (2016-09-22) * Absätze [0009], [0010]; Abbildung 1A * -----	1-13	INV. F24F11/63 F24F11/83 F24F140/50
A	US 2008/028780 A1 (SONG KIL HONG [KR]) 7. Februar 2008 (2008-02-07) * das ganze Dokument * -----	1-13	
A	US 2015/330656 A1 (SHAH RAJENDRA K [US] ET AL) 19. November 2015 (2015-11-19) * das ganze Dokument * -----	1-13	
A	EP 3 037 745 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 29. Juni 2016 (2016-06-29) * das ganze Dokument * -----	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24F
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Juli 2019	Prüfer Decking, Oliver
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 Patentedokument, 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 19 16 8141

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.

30-07-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	WO 2016148651 A1	22-09-2016	SG 11201706843R A WO 2016148651 A1	28-09-2017 22-09-2016
15	US 2008028780 A1	07-02-2008	CN 101495815 A EP 2047180 A1 KR 100766177 B1 US 2008028780 A1 WO 2008016227 A1	29-07-2009 15-04-2009 10-10-2007 07-02-2008 07-02-2008
20	US 2015330656 A1	19-11-2015	KEINE	
25	EP 3037745 A1	29-06-2016	CN 105593611 A EP 3037745 A1 JP 6324707 B2 JP 2015094560 A US 2016216024 A1 WO 2015072376 A1	18-05-2016 29-06-2016 16-05-2018 18-05-2015 28-07-2016 21-05-2015
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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