

(19)



(11)

EP 2 802 822 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.04.2020 Patentblatt 2020/15

(51) Int Cl.:

F24F 3/06 ^(2006.01) **F24F 5/00** ^(2006.01)
F24F 11/00 ^(2018.01) **F24F 110/10** ^(2018.01)
F24F 110/20 ^(2018.01) **F24F 11/83** ^(2018.01)
F24F 11/84 ^(2018.01) **F24F 11/30** ^(2018.01)

(21) Anmeldenummer: **12821249.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2012/100383

(22) Anmeldetag: **17.12.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/104350 (18.07.2013 Gazette 2013/29)

(54) **VERFAHREN ZUR GEREGLTEN LUFTKONDITIONIERUNG IN EINER LUFTTECHNISCHEN ANLAGE UND VORRICHTUNG**

AIR-CONDITIONING CONTROL METHOD IN AN AIR SYSTEM, AND DEVICE

PROCÉDÉ DE CONDITIONNEMENT D'AIR CONTRÔLÉ DANS UNE INSTALLATION DE CLIMATISATION ET DISPOSITIF

(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**

(72) Erfinder: **FEUSTEL, Helmut**
15345 Altlandsberg (DE)

(30) Priorität: **13.01.2012 DE 102012100304**
26.07.2012 DE 102012106819
02.08.2012 DE 102012107094

(74) Vertreter: **Bittner, Thomas L.**
Boehmert & Boehmert
Anwaltpartnerschaft mbB
Pettenkoferstrasse 22
80336 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.11.2014 Patentblatt 2014/47

(56) Entgegenhaltungen:
DE-B3-102009 007 591

(73) Patentinhaber: **Hochschule für Technik und
Wirtschaft Berlin**
10318 Berlin (DE)

EP 2 802 822 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Technologien auf dem Gebiet der geregelten Luftkonditionierung in einer lufttechnischen Anlage, wobei hierbei ein vorgegebener und durch Lufttemperatur und Luftfeuchte charakterisierter Zielluftzustand für Luft mit einem Ausgangsluftzustand eingestellt wird.

Hintergrund

[0002] Die Kühlung und die Entfeuchtung von Luft in lufttechnischen Anlagen erfolgt in der Regel mittels eines oder mehrerer Luftkühler, die von einem Kühlmittel durchströmt werden. Die Leistungsregelung erfolgt entweder auf der Luftseite oder kühlmittelseitig mittels einer geeigneten hydraulischen Schaltung. Im Falle der hydraulischen Leistungsregelung wird diese in der Regel mittels Veränderung des Kühlmittelstroms bei gleich bleibender Kühlmittelvorlauftemperatur (mengengeregelte Kühlung) verwirklicht. Seltener findet eine aus der Heiztechnik bekannte Regelmöglichkeit Anwendung, bei der die Kühlmittelvorlauftemperatur mittels Beimischung aus dem Kühlmittelrücklauf geregelt wird (beimischgeregelter Kühlung).

[0003] Es ergeben sich für die hydraulische Regelung der Kühlleistung zwei unterschiedliche hydraulische Schaltungen, die auch unterschiedliche Zustandsänderungen der Luft beim Durchströmen des Wärmeübertragers (Luftkühlers) hervorrufen. Es handelt sich einerseits um ein System, bei dem der Luftkühler mit einer Mengenregelung versehen ist. Bei konstanter Kühlmittelvorlauftemperatur wird die dem Luftkühler zugeführte Kühlmittelmenge geregelt. Andererseits sind Systeme bekannt, bei denen der Luftkühler mit einer Beimischregelung versehen ist. Hierbei wird die Vorlauftemperatur des in den Luftkühler eingespeisten Kühlmittels geregelt.

[0004] Bei einem mengengeregelten Luftkühler findet im Kühlfall bei einer Wasserdampfbeladung oberhalb eines Grenzwertes, der unter anderem von der Vorlauftemperatur des Kühlmittels abhängig ist, immer eine Entfeuchtung statt, da die Kühlmittelvorlauftemperatur, unabhängig von der Gebäudekühllast, als konstant angenommen werden kann. Demzufolge ist die Oberflächentemperatur des Luftkühlers am Kühlmittelintritt nahe der durch die Kältemaschine zur Verfügung gestellten Kaltwasservorlauftemperatur. In der Regel liegt diese Vorlauftemperatur bei konventionellen Anlagen bei etwa 6°C. Der Endpunkt der Zustandsänderung der gemischten Teilströme der Luft liegt theoretisch auf der Verbindungslinie zwischen dem Zustandspunkt des Luftstroms vor dem Kühler und der effektiven Oberflächentemperatur des Luftkühlers. Die Steigung der Zustandsänderung in einem sogenannten Mollierdiagramm ist bei gegebener Kühlerkonstruktion für jeden Ausgangspunkt der feuchten Luft also nur vom Ausgangspunkt selbst und von der effektiven Oberflächentemperatur des Luftkühlers abhängig.

[0005] Es kann bei dieser bekannten Schaltungsart zwischen zwei Betriebsarten unterschieden werden. Entweder, der gewünschte Grad der Entfeuchtung bestimmt die Luftaustrittstemperatur aus dem Luftkühler, oder, die notwendige Kühlung bestimmt den Entfeuchtungsgrad der Luft. Der gewünschte Endpunkt für Temperatur und Feuchte lässt sich also nicht allein mit dem Luftkühler punktgenau einstellen. Um einen fixen Luftzustand zu erreichen, muss der Luftstrom nach dem Luftkühler also entweder erwärmt werden (Entfeuchtung bestimmt die Kühlung), oder der Luftstrom muss befeuchtet werden (Kühlung bestimmt die Entfeuchtung).

[0006] Mit einem beimischgeregelten Luftkühler wird ein Luftstrom völlig ohne Entfeuchtung gekühlt, falls die Eintrittstemperatur des Kühlmediums in den Luftkühler die Taupunkttemperatur der feuchten Luft nicht unterschreitet. Erst wenn die Kühlmittelvorlauftemperatur unterhalb der Taupunkttemperatur der feuchten Luft liegt, setzt eine Kondensation von Wasserdampf, also eine Entfeuchtung, für einen Teilluftstrom ein.

[0007] Idealisiert ergibt sich, dass bei unendlichem Kühlmittelmassenstrom der gesamte Luftmassenstrom bis zum Taupunkt abgekühlt werden muss, bevor der Entfeuchtungsvorgang überhaupt einsetzt. Wird nach dieser Vorstellung Wasserdampf aus dem Luftmassenstrom kondensiert, so muss die gesamte Luftmenge bis zum Taupunkt der gewünschten Feuchtebeladung abgekühlt werden, was in der Regel eine Unterkühlung des Luftmassenstromes zur Folge hat und dadurch energetisch ungünstig ist. Die zur Einhaltung eines gewünschten Zuluftzustandes notwendige Erwärmung des unterkühlten Luftmassenstromes erfordert zusätzliche Energie, wodurch sich die Wirtschaftlichkeit eines beimischgeregelten Kühlers weiterhin verschlechtert.

[0008] Jede der beiden bekannten Schaltungen verändert zur Leistungsregelung des Luftkühlers jeweils genau eine Größe des Kühlmittelstromes. Bei der mengengeregelten Schaltung wird der Massenstrom (die Menge) geregelt. Bei der beimischgeregelten Schaltung wird die Kühlmittelvorlauftemperatur gemäß der Leistungsanforderung geregelt. Für die Erzielung eines gewünschten Luftzustandes bezüglich der Temperatur und der Wasserdampfbeladung haben beide bekannten Schaltungen Vor- und Nachteile. Im Falle des mengengeregelten Luftkühlers kann, je nach gewünschtem Luftzustand, entweder eine Nacherwärmung des Luftstromes notwendig werden, oder eine Luftbefeuchtung. Beim beimischgeregelten Luftkühler muss im Entfeuchtungsfall fast immer tiefer gekühlt werden, als es die Kühllast erfordert. Das Betreiben eines Luft-Nacherwärmers ist in diesen Fällen also zwingend notwendig, um den gewünschten Luftzustand zu erhalten.

[0009] Ausgehend von den bekannten Vorrichtungen besteht weiterhin Bedarf, den Prozess der Luftkonditionierung zu optimieren, insbesondere hinsichtlich der Energieeffizienz.

[0010] Das Dokument DE 10 2009 007 591 B3 offen-

bart ein Verfahren zur Luftkonditionierung mittels einer lufttechnischen Anlage, bei dem ein durch Luftfeuchte und Lufttemperatur charakterisierter vorgegebener Ziel-luftzustand für Luft mit einem Ausgangsluftzustand ein- gestellt wird, indem die Luft mit dem Ausgangsluftzu- stand mit Hilfe eines Luftkühlers gekühlt und entfeuchtet wird, wobei eine dem Luftkühler zugeordnete Kühlmittel- zuführeinrichtung für ein dem Luftkühler zugeführtes Kühlmittel beim Kühlen und Entfeuchten der Luft sowohl einen Kühlmittelmassenstrom als auch eine Kühlmittel- eintrittstemperatur dem Ausgangsluftzustand und dem vorgegebenen Zielluftzustand entsprechend regelt. Das Dokument DE 10 2009 007 591 B3 offenbart damit ein Verfahren zur Luftkonditionierung mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 und eine Vorrichtung zur Luftkonditionierung mit den Merkmalen des Oberbe- griffs von Anspruch 11.

Zusammenfassung

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Ver- fahren zur geregelten Luftkonditionierung in einer luft- technischen Anlage sowie einer Vorrichtung anzugeben, mit denen der Prozess der Luftkonditionierung zielge- nauer und auf effizientere Art und Weise ausführbar ist.

[0012] Nach einem Aspekt ist ein Verfahren zur gere- gelten Luftkonditionierung in einer lufttechnischen Anla- ge nach dem unabhängigen Anspruch 1 geschaffen. Weiterhin ist eine Vorrichtung zur geregelten Luftkonditi- onierung nach dem unabhängigen Anspruch 11 ge- schaffen. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von abhängigen Unteransprüchen.

[0013] Die vorgeschlagenen Technologien zur gere- gelten Luftkonditionierung sind eingerichtet, ausgehend von Luft, die einen Ausgangsluftzustand aufweist, einen vorgegebenen Zielzustand für die Luft unter Verwendung des Luftkühlers einzustellen, welcher wenigstens durch Lufttemperatur und Luftfeuchte charakterisiert ist. Der Ausgangsluftzustand ist vorzugsweise auch anhand von Lufttemperatur und Luftfeuchte charakterisierbar.

[0014] Die Luftkonditionierung dient zum Beispiel einer optimierten Raumluftekonditionierung. In dieser Ausführ- ung kann die Vorrichtung zur geregelten Luftkonditi- onierung in einer raumluftechnischen Anlage angeordnet sein.

[0015] Die Temperatur und / oder die Feuchtebelad- ung der konditionierten Luft, die eine Wasserdampfbeladung der Luft charakterisiert, können mittels Regeln der lufttechnischen Vorrichtung oder Anlage eingestellt werden.

[0016] Die Regelung erfolgt mittels einer Kühlmittelzu- führeinrichtung, die einem oder mehreren Luftkühlern ein Kühlmittel zuführt. In der Kühlmittelzuführeinrichtung wird einerseits der Kühlmittelmassenstrom geregelt, also der Massenstrom, mit dem das Kühlmittel in den oder die Luftkühler einströmt. Des Weiteren weist die Kühl- mittelzuführeinrichtung eine Regelung für die Kühlmittel- eintrittstemperatur auf, mit der die Temperatur einge-

stellt wird, mit der das Kühlmittel in den oder die Luftküh- ler eintritt. Das Einstellen des Kühlmittelmassenstroms erfolgt mithilfe einer Massenstromeinstelleinrichtung. Zum Einstellen der Kühlmittelintrittstemperatur verfügt die Kühlmittelzuführeinrichtung über eine Temperierein- richtung.

[0017] Bei solchen Vorgängen des Regelns wird im Allgemeinen eine Regelgröße, also zum Beispiel die Raumlufftfeuchte und / oder die Raumluffttemperatur, er- fasst, mit einer Führungsgröße (Sollwert) verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße dann beeinflusst. Es kann vorgesehen sein, dass sowohl in den Prozess zum Einstellen der Lufttemperatur des vor- gegebenen Zielluftzustandes als auch in den Prozess zum Einstellen der Luftfeuchte (Wasserdampf- oder Feuchtebeladung) des vorgegebenen Zielluftzustandes eine Regelung der Massenstromeinstelleinrichtung und der Temperiereinrichtung einbezogen wird. Dieses kann mittels Verwendung einer Regeleinrichtung erfolgen, welche beispielsweise mit mehreren Regelstufen oder -einheiten gebildet ist, die in getrennten oder einem oder mehreren integrierten Reglern ausgeführt sind. Ein inte- griertem Regler kann in Abhängigkeit von einer oder meh- reren Eingangsgrößen eine oder mehrere Ausgangsgrö- ßen regeln. Insoweit stellt er mehrere Regelfunktionali- täten bereit, die jeweils mit Hilfe einer oder mehrerer Re- gelstufen gebildet sein können. In einer Ausgestaltung können auch Reglerstufen, die unterschiedlichen Ziel- komponenten betreffen oder zugeordnet sind, also zum Beispiel Lufttemperatur oder Feuchtebeladung des vor- gegebenen Zielluftzustandes, in einem gemeinsamen in- tegrierten Regler implementiert sein. Diese kann dann dazu führen, dass mehrere Regler in einem integrierten Regler gebildet sind.

[0018] Mittels der vorgeschlagenen Technologie wird insbesondere die Ziel- oder Punktgenauigkeit der Einre- gelung des Zielluftzustandes optimiert. Wobei der Ziel- luftzustand auch in einem Klimabereich liegen kann, der durch eine maximale und eine minimale Temperatur so- wie durch eine maximale und eine minimale Luftfeuch- tigkeit bestimmt ist. Zum Einstellen der Lufttemperatur des vorgegebenen Zielluftzustandes kann eine Kühllei- stungsreglerstufe an die Massenstromeinstelleinrichtung koppeln und diese zum Einstellen einer Kühlleistung re- geln, um den Zielluftzustand hinsichtlich seiner Lufttem- peratur auszubilden. Mittels Einstellen des Kühlmittel- massenstroms kann also die Kühlleistung geregelt wer- den, um so die gewünschte Lufttemperatur für den vor- gegebenen Zielluftzustand zu erreichen. Es kann eine weitere Kühlleistungsreglerstufe in diesem Zusammen- hang vorgesehen sein, welche ihrerseits an die Tempe- riereinrichtung koppelt und diese zum Einstellen des Ziel- luftzustandes dann regelt, wenn die Regelung der Mas- senstromeinstelleinrichtung durch die Kühlleistungsreg- lerstufe nicht ausreicht, die gewünschte Lufttemperatur des vorgegebenen Zielluftzustandes zu erreichen. Ein solcher Fall kann zum Beispiel bei einem Ausfall oder einer Schlechtleistung der Kühlleistungsreglerstufe und

/ oder der Massenstromeinstelleinrichtung auftreten.

[0019] In ähnlicher Weise kann die Regeleinrichtung zum Einstellen der Luftfeuchte des vorgegebenen Zielluftzustandes einen Luftfeuchteregler aufweisen, der an die Temperiereinrichtung koppelt und diese zum Einstellen des Zielluftzustandes regelt. Eine Luftfeuchtereglerstufe dient zum Einstellen der Feuchtebelastung der zu konditionierenden Luft. Der vorgeschlagene Regelprozess sieht sodann in einer Ausführung die Nutzung einer weiteren Luftfeuchtereglerstufe vor, der ihrerseits an die Massenstromeinstelleinrichtung koppelt und diese zum Einstellen des Zielluftzustandes regelt, wenn die Regelung der Temperiereinrichtung durch die Luftfeuchtereglerstufe nicht ausreicht, die vorgegebene Luftfeuchte für den Zielluftzustand zu erreichen. Ein solcher Fall kann zum Beispiel bei einem Ausfall oder einer Schlechtleistung der Luftfeuchtereglerstufe und / oder der Temperiereinrichtung auftreten.

[0020] Die vorgeschlagene Technologie sieht in einer möglichen Ausgestaltung zum Einregeln der vorgegebenen Lufttemperatur des Zielluftzustandes und / oder zum Einstellen der vorgegebenen Luftfeuchte des Zielluftzustandes eine mehrstufige Regelung vor, bei der jeweils zugeordnete Regeleinrichtungen in der Kühlmittelzuführeinrichtung auf den Kühlmittelmassenstrom sowie die Kühlmiteleintrittstemperatur Einfluss nehmen. Im Fall der Regelung der Lufttemperatur des vorgegebenen Zielluftzustandes erfolgt dieses zum Beispiel zunächst mittels Regelung des Kühlmittelmassenstroms. Bedarfsweise ist eine Regelung der Kühlmiteleintrittstemperatur nachgeschaltet. Hinsichtlich des Einstellens der Luftfeuchte des vorgegebenen Zielluftzustandes kann die Regelung durch den Luftfeuchteregler mit den mehreren Reglerstufen zunächst betreffend die Kühlmiteleintrittstemperatur erfolgen, indem die Temperiereinrichtung eingestellt wird. Bedarfsweise wird dann über die weitere Luftfeuchtereglerstufe noch auf den Kühlmittelmassenstrom Einfluss genommen.

[0021] Nach dem vorgesehenen Regelungsmechanismus können in bestimmten Betriebssituationen Stellsignale sowohl für die Massenstromeinstelleinrichtung als auch für die Temperiereinrichtung von wenigstens zwei Reglerstufen oder -einheiten erzeugt und ausgegeben werden. Für die Massenstromeinstelleinrichtung können dies die Kühlleistungsreglerstufe sowie die weitere Luftfeuchtereglerstufe sein. Für die Temperiereinrichtung können dies die Luftfeuchtereglerstufe sowie die weitere Kühlleistungsreglerstufe sein. Bei dieser Ausgestaltung kann das Regelungskonzept vorsehen, für die Regelgrößen Kühlmittelmassenstrom und Kühlmiteleintrittstemperatur vorzugsweise den jeweils größeren der beiden Regelwerte umzusetzen. Es wird der Massenstromeinstelleinrichtung also der größere der Regelwerte für den Kühlmittelmassenstrom aufgegeben, die von der Kühlleistungsreglerstufe und von der weiteren Luftfeuchtereglerstufe bereitgestellt werden. Hinsichtlich der Kühlmiteleintrittstemperatur kann die Regelung bei dieser Ausführungsform in vergleichbarer Weise erfolgen.

[0022] Zur Umsetzung der Regelungsmechanismen oder -schemata in den verschiedenen Ausführungen in einem oder mehreren Reglern können verschiedene regelungstechnische Verfahren eingesetzt werden, die als solche bekannt sind, zum Beispiel auch die Nutzung der Fuzzy-Logik.

[0023] Ein Aspekt kann darin bestehen, dass die Luftfeuchtigkeit und die Temperatur eines Klimas mittels zweier Stellglieder in einer hydraulischen Schaltung geregelt werden. Diese Stellglieder sind insbesondere Massenstrom und Temperatur des Kühlmittels am Eingang des Kühlers zugeordnet.

[0024] Die Regelung eines solchen Systems kann mindestens zwei Führungsgrößen berücksichtigen und mindestens zwei Regelgrößen erzeugen. Führungsgrößen sind insbesondere die Temperatur der Luft und die absolute oder relative Luftfeuchtigkeit. Eine Regelgröße kann die Stellung eines zur Beimischung genutzten Dreiwegeventils sein, welche die Vorlauftemperatur bestimmt. Eine weitere Regelgröße kann den Massenstrom bestimmen, es kann sich um die Stellung des Durchgangsventils oder alternativ um die Drehzahl einer Pumpe handeln. Ein solches Schema kann zum Beispiel mit mehreren "Single Input Single Output"-Reglern (SI-SO), die jeweils eine Führungs- und eine Regelgröße haben, realisiert werden. Bei einer sogenannten dezentralen Regelung wird jedem Stell- und Regelgrößenpaar ein eigener SISO-Regler zugeordnet. Bei schwacher Kopplung zwischen den Stell- und Regelgrößenpaaren reicht dies aus, bei starker Kopplung können sogenannte Entkopplungsregler eingesetzt werden. Ihre Aufgabe ist es insbesondere, den Einfluss der jeweils anderen Stellgröße zu eliminieren. Eine Variante für ein solches Regelungsschema stellt der Einsatz von "Multiple Input Single Output"-Reglern (MISO) dar. Alternativ kann das Regelungsschema durch einen einzigen sogenannten "Multiple Input Multiple Output"-Regler (MIMO) realisiert werden. Hierbei gehen in einen Regler mehrere Führungsgrößen ein und es werden mehrere Regelgrößen erzeugt.

[0025] Eingangsgrößen bei der Regelung sind bevorzugt die Luftfeuchtigkeit und die Temperatur. In die Regeleinrichtung können aber auch Temperaturen aus der Kühlstrecke des Luftkühlers eingehen; dies sind als Extremwerte die Temperaturen des Kühlmittelvorlaufs und des Kühlmittelrücklaufs und alle Temperaturen dazwischen. Ausgangsgrößen eines Reglers können neben den Ventilstellungen für Beimisch- und Durchgangsventil ergänzend oder alternativ auch weitere Größen sein, die anderweitig verwendet werden können.

[0026] Als Regler können lineare Regler eingesetzt werden, wie beispielsweise klassische PID-Regler. Nicht in allen Fällen ist die Regelstrecke linearisierbar, dann können nicht-lineare Regler eingesetzt werden. Darunter fallen zum Beispiel adaptive Regler, Fuzzy-basierte Regler, kennfeld-basierte Regler, prädiktive Regler, Zweipunktregler, Mehrpunktregler und Kombinationen aus den genannten Reglern.

[0027] Kennfeldbasierte Regler können komplexe Kopplungen zwischen mehreren Ein- und Ausgangsgrößen berücksichtigen. Kennfelder, die mit Vorteil eingesetzt werden können, beschreiben für den Luftkühler die Temperaturverteilung über den Luftkühler in Abhängigkeit von Zulufttemperatur, Massenstrom und / oder der Temperatur der Luft (TIDA). Ein anderes Kennfeld beschreibt den Massenstrom zum Beispiel in Abhängigkeit der Drehzahl einer Pumpe, beispielsweise einer drehzahlgeregelten Pumpe.

[0028] Prädiktiven Regler liegt ein Modell zugrunde, das die physikalischen Zusammenhänge der Regelstrecke oder eines Teils der Regelstrecke beschreibt. Mit Vorteil kann beispielsweise ein Modell eines Luftkühlers eingesetzt werden, das die Zusammenhänge zwischen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit der in den Luftkühler eintretenden und aus dem Kühler austretenden Luft sowie der Temperatur des Kühlmittelvorlaufs und des Kühlmittelmassenstroms beschreibt. Ein weiteres geeignetes Modell beschreibt die hydraulische Schaltung, als den Zusammenhang zwischen der Temperatur des Kaltwasservorlaufs, der Temperatur des Kaltwasserrücklaufs, der Stellung des Dreiwegeventils zur Beimischung, der Stellung des Durchgangsventils).

[0029] Ein solcher Regler kann beispielsweise implementiert werden in einem Kompaktregler, in einer speicherprogrammierbaren Steuerung, in einem PC, einem "embedded" PC oder in einem eingebetteten System. Hierbei kann die Regeleinrichtung in einer separaten Einheit, die ausschließlich dem Zweck der Klimaregelung dient, implementiert werden. Die Regeleinrichtung kann aber auch in einen schon vorhandenen Regler eingebaut werden, wie beispielsweise in die Regeleinheit einer drehzahlgeregelten Pumpe.

[0030] Eine Weiterbildung kann vorsehen, dass die Kühlleistungsreglerstufe und die weitere Kühlleistungsreglerstufe in getrennt ausgeführten Kühlleistungsreglern gebildet sind. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Kühlleistungsreglerstufe und die weitere Kühlleistungsreglerstufe in einem integrierten Kühlleistungsregler gebildet sind, welcher die Massenstromeinstelleinrichtung und im Bedarfsfall die Temperiereinrichtung zum Einstellen der Lufttemperatur des vorgegebenen Zielluftzustandes regelt. Der integrierte Kühlleistungsregler implementiert somit wenigstens die Regelfunktion sowohl der Kühlleistungsreglerstufe, welche an die Massenstromeinstelleinrichtung koppelt, als auch der weiteren Kühlleistungsreglerstufe, die an die Temperiereinrichtung koppelt. Zum Einstellen der vorgegebenen Lufttemperatur des Zielluftzustandes wird bei den verschiedenen Ausgestaltungen zunächst der Kühlmittelmassenstrom mittels Zugriff auf die Massenstromeinstelleinrichtung geregelt. Reicht diese Regelung nicht aus, die vorgegebene Lufttemperatur zu erreichen, regelt der integrierte Kühlleistungsregler dann im Bedarfsfall zusätzlich die Temperiereinrichtung, um so Einfluss auf die Kühlmittelintrittstemperatur zu nehmen.

[0031] Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung kann

vorgesehen sein, dass die Luftfeuchteregelelerstufe und die weitere Luftfeuchteregelelerstufe in getrennt ausgeführten Luftfeuchteregelelern gebildet sind. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Luftfeuchteregelelerstufe und die weitere Luftfeuchteregelelerstufe in einem integrierten Luftfeuchteregeleler gebildet sind, welcher die Temperiereinrichtung und im Bedarfsfall die Massenstromeinstelleinrichtung zum Einstellen der Luftfeuchte des vorgegebenen Zielluftzustandes regelt. Vergleichbar dem integrierten Kühlleistungsregler implementiert der integrierte Luftfeuchteregeleler wenigstens die Regelfunktion der Luftfeuchteregelelerstufe sowie der weiteren Luftfeuchteregelelerstufe, die an die Temperiereinrichtung bzw. die Massenstromeinstelleinrichtung koppeln. Zum Einstellen der vorgegebenen Luftfeuchte des Zielluftzustandes regelt der integrierte Luftfeuchteregeleler in den verschiedenen Ausgestaltungen die Temperiereinrichtung, um so zunächst Einfluss auf die Kühlmittelintrittstemperatur für das dem Luftkühler zugeführte Kühlmittel zu nehmen. Reicht dieser Regelungsmechanismus nicht aus, die vorgegebene Feuchtebelastung der Zielluft einzustellen, regelt der integrierte Luftfeuchteregeleler dann zusätzlich die Massenstromeinstelleinrichtung.

[0032] Eine vorteilhafte Ausführungsform kann vorsehen, dass die Temperiereinrichtung mit einer Beimisch-einrichtung gebildet ist, in welcher die Kühlmittelintrittstemperatur mittels Mischen von Kühlmittelmengen unterschiedlicher Temperatur eingestellt wird. Die Temperatur, mit der das Kühlmittel in den Luftkühler gelangt, wird hierbei eingestellt, indem Kühlmittelmengen miteinander vermischt werden, die unterschiedliche Temperaturen aufweisen. Beispielsweise kann eine Kühlmittelrücklaufbeimischung vorgesehen sein, bei der das dem Luftkühler zuzuführende Kühlmittel in geregelter Umfang, also der auf den Zielluftzustand ausgerichteten Regelung entsprechend, mit Kühlmittel aus dem Rücklauf des Luftkühlers vermischt wird.

[0033] Bevorzugt sieht eine Fortbildung vor, dass die Massenstromeinstelleinrichtung mit einer einstellbaren Durchflusseinrichtung gebildet ist und der dem Luftkühler zugeführte Kühlmittelmassenstrom mittels Einstellen der Durchflusseinrichtung geregelt wird. Als Durchflusseinrichtung wird beispielsweise ein regelbares Durchgangsventil verwendet werden. Zum Ausbilden des Kühlmittel-flusses in den Luftkühler kann eine Pumpeneinrichtung in die Kühlmittelzuführeinrichtung integriert sein. Die Einstellung des Kühlmittelmassenstroms kann dann zusätzlich oder alternativ mittels Drehzahlregelung der Pumpeneinrichtung ausgeführt werden. Bei dieser Ausführungsform kann wahlweise auf das geregelte Durchflusssventil verzichtet werden. Die Einstellung des Kühlmittelmas-senstroms kann dann ausschließlich unter Nutzung der drehzahlgeregelten Pumpeneinrichtung ausgeführt werden.

[0034] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass eine Taupunktsregelung ausgeführt wird, indem die Kühlmittelintrittstemperatur auf die Taupunkttemperatur einer gewünschten Feuchtebelastung

des Zielluftzustandes begrenzt wird. Die Begrenzung bewirkt, dass die Kühlmiteleintrittstemperatur nicht unterhalb der Taupunkttemperatur liegt. Beispielsweise kann hierdurch eine Starttemperatur für den Kühlmittelzulauf des Luftkühlers geregelt werden. Diese entspricht der Taupunkttemperatur einer Wasserdampfbeladung, die zum Beispiel aus Behaglichkeitsgründen in dem Raum, für den die Luftkonditionierung mit Hilfe der Anlage durchgeführt wird, mindestens eingehalten werden soll. Für eine Komfortklima Aufgabe, zum Beispiel eine Büroklimatisierung, kann dies eine Kühlmiteleintrittstemperatur von 14°C sein, die bei einem Gesamtdruck von 1000 hPa der Taupunkttemperatur einer Wasserdampf- / Feuchtebeladung von 10 g / kg entspricht. Dieses bedeutet, dass für die Kühlung von Luft mit einer Wasserdampfbeladung bis zu 10 g / kg bei dieser Kühlmiteleintrittstemperatur keine Entfeuchtung stattfindet.

[0035] Eine Weiterbildung kann vorsehen, dass die Taupunktregelung mittels eines Taupunktreglers ausgeführt wird, der an die Temperiereinrichtung funktionell koppelt. Der Taupunktsregler dient dann zum Beispiel dazu, die vorangehend beschriebene Kühlmiteleintrittstemperatur mittels Regelung der Temperiereinrichtung einzustellen.

[0036] Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass beim Luftkonditionieren die Luft sowohl gekühlt als auch entfeuchtet wird. Mithilfe der vorgeschlagenen Technologien können unterschiedliche Betriebsmodi bei der Luftkonditionierung ausgeführt werden. Hierzu gehört ein Verfahren zum Luftkonditionieren, bei dem die Luft sowohl gekühlt als auch entfeuchtet wird. Alternativ können Betriebszustände vorgesehen sein, bei denen eine Entfeuchtung im Wesentlichen unterbleibt, also nur eine Kühlung stattfindet, was oben bereits beispielhaft erwähnt wurde. Wenn die Kühlmiteleintrittstemperatur nicht unterhalb des Taupunktes liegt, wird demgegenüber nicht entfeuchtet.

[0037] In Verbindung mit der Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung können die vorangehend im Zusammenhang mit dem Verfahren zur geregelten Luftkonditionierung erläuterten Ausgestaltungen entsprechend vorgesehen sein. So kann die Vorrichtung zum Beispiel den integrierten Kühlleistungsregler und / oder den integrierten Luftfeuchteregeleler aufweisen. Auch kann beispielsweise der Taupunktsregler bei der Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung vorgesehen sein.

Beschreibung weiterer Ausführungsbeispiele

[0038] Im Folgenden werden weitere Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf Figuren einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Kaltwasserversorgung für drei lufttechnische Anlagen,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Zustandsänderung von feuchter Luft im Kühlfall in ei-

Fig. 3

5

Fig. 4

Fig. 5

10

Fig. 6

15

Fig. 7

20

Fig. 8

25

Fig. 9

30

Fig. 10

35

Fig. 11

40

Fig. 12

45

Fig. 13

Fig. 14

55

nem vereinfachten Mollier-Diagramm, eine schematische Darstellung einer Regelstrategie für eine lufttechnische Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung im vereinfachten Mollier-Diagramm, eine schematische Darstellung einer lufttechnischen Anlage zur Raumluftkonditionierung, eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung mit einem Luftkühler aus der lufttechnischen Anlage in Fig. 4, eine schematische Darstellung für Regelausgänge in Abhängigkeit einer Eingangsgröße für eine Temperaturregelung, wobei jeweils das Verhalten eines P-Anteils eines PI- oder PID-Reglers gezeigt ist (P-Regler = Proportionalregler, PI-Regler = Proportional-Integral-Regler, PID-Regler = Proportional-Integral-Differential-Regler), eine schematische Darstellung für Regelausgänge in Abhängigkeit von einer Eingangsgröße für eine Feuchteregeleler, wobei jeweils das Verhalten des P-Anteils eines PI- oder PID-Reglers gezeigt ist, eine schematische Darstellung einer weiteren Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung mit einem Luftkühler aus der lufttechnischen Anlage in Fig. 4, eine schematische Darstellung einer Zuordnung eines Ausgangssignals eines Taupunktreglers zu einem Stellsignals für ein Beimischventil, eine schematische Darstellung einer Zuordnung eines Ausgangssignals eines Luftfeuchteregelelers zu einem Stellsignals für ein Beimischventil und ein Durchgangsventil beim Entfeuchten, eine schematische Darstellung einer Zuordnung eines Ausgangssignals eines Kühlleistungsreglers zu einem Stellsignals für ein Beimischventil und ein Durchgangsventil beim Kühlen, eine schematische Darstellung einer anderen Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung mit einem Luftkühler aus der lufttechnischen Anlage in Fig. 4, eine schematische Darstellung einer Anordnung mit einem Primärkreis, einem Sekundärkreis und Verbraucher- oder Versorgerkreisen für eine Wärmeversorgung von Luftheritzern einer lufttechnischen Anlage, und eine schematische Darstellung der Anordnung aus Fig. 13 mit einer Regeleinrichtung für Dreiwegeventile in den Verbraucherkreisen.

[0039] Luftkühler in raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) werden häufig mit Kaltwasser als Kühl-

medium versorgt. Ein oder mehrere parallel geschaltete Kaltwassersätze versorgen die einzelnen Luftkühler eines Sekundärkreises. Eine typische Kaltwasservorlauftemperatur beträgt dabei 6°C. Die Spreizung zwischen Kaltwasservorlauf und Kaltwasserrücklauf beträgt im Auslegungsfall häufig 6K. Eine schematische Darstellung einer lufttechnischen Anlage mit einer Kaltwasserversorgung mit einer Kältemaschine in einem Kaltwasser-Primärkreis 1 und drei Luftkühlern 2, 3, 4 in einem Kaltwasser-Sekundärkreis 5 ist in Fig. 1 dargestellt. Der Primärkreis 1 umfasst in der dargestellten Ausführungsform einen Kaltwassersatz 6 sowie eine hieran angeschlossene hydraulische Weiche 7.

[0040] Die drei Luftkühler 2, 3, 4 geben jeweils einen Strom 8 konditionierter Luft aus und koppeln über einen Kühlmittelvorlauf 9 sowie einen Kühlmittelrücklauf 10 an einen Kaltwasservorlaufverteiler 11 sowie einen Kaltwasserrücklaufsammler 12. Ein Dreiwegeventil 13 im Kühlmittelrücklauf 10 koppelt an einen Kaltwasser-Bypass 14 in den Kühlmittelvorlauf 9.

[0041] Die Leistungsregelung der Luftkühler 2, 3, 4, die sowohl zur Kühlung als auch zur Entfeuchtung der Luft in der RLT-Anlage Anwendung finden, erfolgt mittels Veränderung des Kühlmittelmassenstroms und Regelung der Kühlmiteleintrittstemperatur. Bleibt die Kühlmiteleintrittstemperatur in bestimmten Betriebssituationen bei der Veränderung des Kühlmittelmassenstroms konstant, entspricht dies einer reinen Mengenregelung. Wird in anderen speziellen Betriebssituationen die Kühlmiteleintrittstemperatur bei konstantem Kühlmittelmassenstrom geändert, so ist dies eine reine Beimischregelung des Luftkühlers.

[0042] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der Zustandsänderung von feuchter Luft im Kühlfall in einem vereinfachten Mollier-Diagramm.

[0043] Beim Durchtritt der Luft durch die Luftkühler 2, 3, 4 findet immer dann eine Entfeuchtung statt, wenn die Kühlmiteleintrittstemperatur unterhalb der Taupunkttemperatur der Luft am Kühlereintritt ist. Da im Fall der mengengeregelten Betriebssituation des Luftkühlers die Kühlmiteleintrittstemperatur, unabhängig von der Kühllast, als nahe der durch die Kältemaschine zur Verfügung gestellten Kaltwasservorlauftemperatur angenommen werden kann, liegt der Luftzustand am Kühleraustritt theoretisch auf der Verbindungslinie zwischen dem Eintrittszustand der Luft (Punkt 1 in Fig. 2) und der effektiven Oberflächentemperatur des Luftkühlers (Punkt $t_{O,eff}$).

[0044] Im Fall der beimischgeregelten Betriebssituation des Luftkühlers kann ein Luftstrom, unabhängig von der Kaltwassertemperatur, völlig ohne Entfeuchtung gekühlt werden, falls die Kühlmiteleintrittstemperatur infolge Rücklaufbeimischung die Taupunkttemperatur der feuchten Luft nicht unterschreitet (vgl. Fig. 2, Strecke 1 - 3). Erst bei tieferen Kühlmiteleintrittstemperaturen setzt eine Kondensation von Wasserdampf, also eine Entfeuchtung, ein (vgl. Fig. 2, Strecke 3 - 4).

[0045] Um einen Luftstrom von 1 kg / s im Luftkühler von der Temperatur t_1 auf die Temperatur $t_2 = t_3$ zu küh-

len, wird beim mengengeregelten Luftkühler die spezifische Enthalpiedifferenz ($h_1 - h_2$) mit dem Kaltwasserstrom abgeführt; beim beimischgeregelten Kühler dagegen die spezifische Enthalpiedifferenz ($h_1 - h_3$). Der spezifische energetische Unterschied zwischen den beiden Zustandsänderungen des Luftstromes beträgt also ($h_3 - h_2$). Für den Fall, dass keine Entfeuchtung der Luft notwendig ist, stellt sich die Kühlung im beimischgeregelten Luftkühler demzufolge als deutlich effizienter dar.

[0046] Soll nun anstatt der Temperatur ($t_2 = t_3$) eine bestimmte Wasserdampfbeladung der Luft ($x_2 = x_4$) am Kühleraustritt erreicht werden, so ist der mengengeregelte Betrieb des Luftkühlers energetisch günstiger. Die mit dieser Schaltung (gegenüber dem beimischgeregelten Luftkühler) eingesparte spezifische Energie ist durch die Differenz der spezifischen Enthalpie ($h_2 - h_4$) gekennzeichnet. Bei gleichem Kühlmittelmassenstrom und ohne Rücklaufbeimischung wird in beiden Schaltungen der Punkt 5 erreicht.

[0047] Punkte, die in Fig. 2 zwischen den beiden Strecken (1 - 2 - 5 und 1 - 3 - 4 - 5 in Fig. 2) liegen, sind mit den Betriebsarten mengengeregelter und beimischgeregelter Luftkühler bei gleichbleibender Temperatur am Kaltwasservorlaufverteiler ohne zusätzliche Anlagenkomponenten nicht erreichbar. Für die mengengeregelte Schaltung wäre dafür eine zusätzliche Befeuchtung notwendig; für die beimischgeregelte Schaltung eine Nacherwärmung.

[0048] Um nun im Raum zum Beispiel behagliche Bedingungen bezüglich der Raumlufttemperatur und der Raumluftfeuchte zu erzielen, muss die raumlufttechnische Anlage die Luft so in den Raum einbringen, dass eine Kompensation der thermischen Lasten und der Feuchtelasten erfolgt. Aus Gründen der Energieeinsparung sollte versucht werden, die Möglichkeiten, die durch das Behaglichkeitsfeld vorgegeben sind, möglichst auszuschöpfen. Deshalb sollten bei mitteleuropäischem Binnenklima in den Wintermonaten geringere Raumlufttemperaturen bei geringeren Raumluftfeuchten angestrebt werden, während im Sommer vorzugsweise Temperaturen am oberen Rand des Behaglichkeitsfeldes zusammen mit höheren Raumluftfeuchten aus energetischer Sicht sinnvoll sind.

[0049] Erst die Kombination beider Schaltungen, also die Kombination von Mengenregelung und Beimischregelung, - zum Beispiel verwirklicht entweder mittels einer Reihenschaltung zweier Luftkühler oder mittels Integration beider hydraulischer Schaltungen an einem Luftkühler, - erlaubt das Erreichen jedes Punktes im schraffierten Bereich in Fig. 2, der durch die beiden Strecken der beiden herkömmlichen Schaltungen begrenzt wird. Mit dieser integrierten Schaltung wird bei minimalem Einsatz von Kühlenergie immer nur gerade soviel entfeuchtet, wie zur Einhaltung eines gewünschten Raumluftzustandes unbedingt nötig. Eine solche Schaltung kann zum Beispiel OpDeCoLo ("*Optimized Dehumidification Control Loop*") bezeichnet werden. Eine zusätzliche Befeuchtung oder Nacherwärmung des Luftmassenstro-

mes zum Erreichen eines jeden Punktes im schraffierten Feld aus Fig. 2 ist bei dieser Schaltung nicht erforderlich.

[0050] Anders als bei den herkömmlichen Schaltungen von Luftkühlern werden beim OpDeCoLo für jeden Luftkühler immer sowohl die Kühlmittelmenge als auch deren Eintrittstemperatur in den Luftkühler geregelt. Zunächst ist hierbei die Kühlmittelintrittstemperatur für die Entfeuchtung, also die Einstellung der Luftfeuchte, verantwortlich, während die Kühlmittelmenge (Massenstrom) für die Temperaturreduktion im Luftkühler (Kühlleistung) kennzeichnend ist. Dieser Zusammenhang ist vereinfacht in Fig. 3 dargestellt.

[0051] Fig. 3 zeigt schematisch die Regelstrategie im vereinfachten Mollier Diagramm. Die Senkrechte (rechts in Fig. 3) stellt den Grenzfall einer beimischgeregelten Kühlung ohne Entfeuchtung dar. Hierbei darf die Kühlmittelvorlauftemperatur die Taupunkttemperatur t_{Tau} nicht unterschreiten (siehe untere Linie des Dreiecks); die Leistungsregelung erfolgt mittels Regelung des Durchflusses D. Die obere Linie des Dreiecks in Fig. 3 stellt den Grenzfall der maximalen Entfeuchtung dar. Hierbei wird die Kühlmittelvorlauftemperatur der von der Kältemaschine zur Verfügung gestellten Kaltwassertemperatur angepasst; die Leistungsregelung erfolgt mittels Regelung des Durchflusses (Mengenregelung). Jeder Punkt auf der schraffierten Fläche zwischen den drei Schenkeln des Dreiecks wird durch eine Kombination aus Mengen- und Beimischregelung erreicht. Von der Senkrechten aus wird eine Entfeuchtung also durch Verringerung der Kühlmittelvorlauftemperatur vom Niveau der Taupunkttemperatur in Richtung der Kaltwassertemperatur hin erzielt.

[0052] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 4 und 5 ein Regelungsmechanismus für eine Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung weiter erläutert. Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer raumlufttechnischen Anlage 40 (RTL-Anlage). Diese umfasst eine Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung 41, die in Fig. 5 im Detail dargestellt ist.

[0053] In Fig. 4 ist schematisch die RLT-Anlage 40 dargestellt. Die Luftströme sind wie folgt gekennzeichnet: ODA - "Outdoor Air" (Außenluft); RCA - "Recirculation Air" (Umluft); SUP - "Supply Air" (Zuluft); IDA - "Indoor Air" (Raumluft).

[0054] In einem ersten Schritt soll die Regelung für die Kühlung mittels Oberflächenkühler getrennt von der Regelung der RLT-Anlage 40 betrachtet werden. Erst in einem zweiten Schritt wird die Regelung der Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung 41 in die Gesamtregelung der RLT-Anlage 40 integriert.

[0055] Die Regelung der Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung 41 ist so aufgebaut, dass die Sollwerte der Raumluft (Zielluftzustand) vorzugsweise einen jeweils energetisch günstigsten Punkt für die Kühlung zum Beispiel im Behaglichkeitsfeld darstellen. Dies gilt für die Kombination aus Raumlufthtemperatur und Raumlufthfeuchte. Das bedeutet, dass sowohl die Zulufttemperatur als auch die Feuchtebelastung der zugeführten Luft

durch die geeignete Kombination aus Kühlmittelintrittstemperatur und Kühlmittelmassenstrom geregelt werden. Eine Regelungsmöglichkeit ist in Fig. 4 dargestellt.

[0056] Gemäß Fig. 5 ist bei der Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung 41 an einen Luftkühler 42 eine Kühlmittelzuführeinrichtung 43 angeschlossen, über welche dem Luftkühler 42 ein Kühlmittel zugeführt wird, insbesondere Wasser. Die Kühlmittelzuführeinrichtung 43 verfügt bei der dargestellten Ausführungsform über zwei Ventile, nämlich ein Durchgangsventil 44 zur Regelung des Massenstromes des Kühlmittels und ein als Dreiwegeventil ausgeführtes Beimischventil 45 zur Regelung der Kühlmittelintrittstemperatur. Dazwischen ist eine Pumpe 46 angeordnet, die zum Beispiel mit konstanter Förderhöhe betreibbar ist. Dreiwegeventile können als Stromvereinigungs- (Beimisch-) oder Stromtrennungsventile ausgeführt sein. Beide Arten können verwendet werden, wobei sich je nach Wahl die Anordnung des Dreiwegeventils in der Schaltung ändert. Hier sind beispielhaft Stromvereinigungsventile dargestellt, die preiswerter sind als Stromtrennungsventile. Aber auch Stromtrennungsventile können ohne Einschränkung zum Einsatz kommen.

[0057] Alternativ, insbesondere aus energetischen Gründen, kann eine Schaltung vorgesehen sein, bei der statt des Durchgangsventils 44 eine Pumpe mit geregelter Drehzahl den Massenstrom (Durchfluss) begrenzt. Auf das Durchgangsventil 44 kann dann verzichtet werden.

[0058] Um eine Regelung der Kühlmittelzuführeinrichtung 43 zur Luftkonditionierung auszuführen, koppelt an das Durchgangsventil 44, welches in der gezeigten Ausführungsform als Massenstromeinstelleinrichtung fungiert, eine Kühlleistungsreglerstufe 47. Eine Luftfeuchtereglerstufe 48 koppelt an das Beimischventil 45, welches in der gezeigten Ausführungsform als Temperiereinrichtung zum Einstellen der Kühlmittelintrittstemperatur fungiert. Gemäß Fig. 5 koppelt an das Durchgangsventil 44 eine weitere Luftfeuchtereglerstufe 49, und an das Beimischventil 45 koppelt eine weitere Kühlleistungsreglerstufe 50.

[0059] Sowohl die Kühlleistungsreglerstufe 47 und die weitere Kühlleistungsreglerstufe 50 als auch die Luftfeuchtereglerstufe 48 und die weitere Luftfeuchtereglerstufe 49, die jeweils auch als entsprechende Regler- oder Regeleinheit bezeichnet werden können, sind, abweichend von der Darstellung zum Ausführungsbeispiel in Fig. 5, in einer Ausgestaltung jeweils in einem gemeinsamen Regler implementiert, nämlich einem (integrierten) Kühlleistungsregler und einem (integrierten) Luftfeuchteregler, was unten unter Bezugnahme auf Fig. 8 weiter erläutert wird.

[0060] Die Regelung ist in einer Betriebsart so aufgebaut, dass die Kühlmittelintrittstemperatur über einen Taupunktsregler 51, der an das Beimischventil 45 koppelt, auf die Taupunkttemperatur des Luftzustands in dem Luftkühler 42 eingestellt ist. Ersatzweise könnte die Vorlauftemperatur auf einen Festwert geregelt werden,

der dem Taupunkt des maximalen Grenzwertes entspricht.

[0061] Wird der obere Grenzwert der Feuchtebelastung im Raum ($x_{\text{Grenz}, 1}$) nicht erreicht, wird mittels Begrenzung der Kühlmiteleintrittstemperatur versucht, die erforderliche Kühlleistung nur mit "trockener Kühlung" (also ohne Kondensatanfall) mittels Öffnen des Durchgangsventils 44 zu erreichen. Reicht die "trockene Kühlung" trotz völlig geöffnetem Durchgangsventil 44 zur Abfuhr der sensiblen Kühllast allein nicht aus, muss die Kühlmiteleintrittstemperatur durch geringere Rücklaufbeimischung in dem Beimischventil 45 unter den Taupunkt der Luft abgesenkt werden. Zu diesem Zweck wirkt dann die weitere Kühlleistungsreglerstufe 50 entsprechend auf das Beimischventil 45. Hierdurch wird dann zwar auch eine Entfeuchtung verursacht, aber wegen des dann maximal eingestellten Kühlmittelmassenstroms ist der Entfeuchtungseffekt minimiert.

[0062] Die Regelausgänge in Abhängigkeit der Eingangsgröße für den Taupunktregler 51, die Kühlleistungsreglerstufe 47 sowie die weiteren Kühlleistungsreglerstufe 50 sind in der Fig. 6 dargestellt. Die Regelausgänge sind in Abhängigkeit einer Eingangsgröße für eine Temperaturregelung schematisch dargestellt, wobei jeweils das Verhalten eines P-Anteils eines PI-Reglers gezeigt ist.

[0063] Fig. 6 zeigt auf der linken Seite eine schematische Darstellung einer Zuordnung eines Ausgangssignals des Taupunktreglers 51 (Y-RE 5) zum Stellsignal am Beimischventil 45 (YDWW). Mit zunehmender Wasserdampfbelastung der Luft im Ausgangszustand steigt der Taupunkt der Luft. Um den Taupunkt für den Fall der unerwünschten Entfeuchtung nicht zu unterschreiten, wird das Beimischventil 45 bei steigender Taupunkttemperatur geschlossen.

[0064] Fig. 6 zeigt auf der rechten Seite weiterhin eine schematische Darstellung für die Zuordnung der Ausgangssignale der Kühlleistungsreglerstufen 47 (Y-RE 2) und 50 (Y-RE 3) an die Regelmodule 52, 53 (vgl. Fig. 8) beim Kühlen. Fig. 7 zeigt eine vergleichbare Darstellung für den Fall des Entfeuchtens, wobei die Ausgangssignale der Luftfeuchtereglerstufen 49 (Y-RE 1) und 48 (Y-RE 4) dargestellt sind. YDWW und YDGV bezeichnen die Stellsignale an das Beimischventil 45 und das Durchgangsventil 44.

[0065] Für den Fall, dass die Raumluftfeuchte die Grenzfeuchte übersteigt, wird über das Beimischventil 45 unter Einwirkung der Luftfeuchtereglerstufe 49 eine geringere Beimischung eingestellt und dadurch die Kühlmiteleintrittstemperatur abgesenkt. Hierdurch verändert sich auch die Kühlleistung, die im Normalfall (gewünschter Zielpunkt liegt innerhalb der in Fig. 3 dargestellten schraffierten Fläche) mittels Schließen des Durchgangsventils 44 unter Wirkung der Kühlleistungsreglerstufe 47 kompensiert wird.

[0066] Liegt dagegen die Zieltemperatur oberhalb der in Fig. 3 dargestellten schraffierten Fläche, so wird die Luft im Luftkühler 42 unterkühlt. Die weitere Luftfeuchte-

reglerstufe 49 bewirkt in diesem Fall, dass das Durchgangsventil 44 weiter geöffnet wird, als für das Erreichen der Zieltemperatur notwendig. Eine Nacherwärmung ist dann, wie auch im Fall herkömmlicher hydraulischer Schaltungen notwendig. Der Vorgang der Nacherwärmung ist hier nicht dargestellt, da die Nacherwärmung eine herkömmliche Regelaufgabe darstellt. Die Regelausgänge in Abhängigkeit der Eingangsgröße für die Luftfeuchtereglerstufe 48 und die weitere Luftfeuchtereglerstufe 49 sind in der Fig. 7 dargestellt. Regelausgänge sind in Abhängigkeit von einer Eingangsgröße für eine Feuchteregelung schematisch gezeigt, wobei jeweils das Verhalten des P-Anteils eines PI- oder PID-Reglers gezeigt ist.

[0067] Sowohl die Temperaturregelung als auch die Regelung der Entfeuchtungsleistung sind zweistufig angelegt: bei der Temperaturregelung wird erst versucht, die gewünschte Kühlleistung über die Öffnung des Durchgangsventils 44 zu erzielen. Hierbei wirkt die Kühlleistungsreglerstufe 47 auf das Durchgangsventils 44. Reicht dies nicht aus, wird mittels Reduktion der Beimischung die Kühlmiteleintrittstemperatur abgesenkt. Hierzu wirkt die weitere Kühlleistungsreglerstufe 50 auf das Beimischventil 45. Bei der Entfeuchtung wird erst versucht, die gewünschte Feuchtebelastung mittels Reduktion der Kühlmiteleintrittstemperatur zu erreichen. Hierbei wirkt die Luftfeuchtereglerstufe 48 auf das Beimischventil 45. Erst wenn die Kühlmiteleintrittstemperatur durch Vermeidung der Rücklaufbeimischung die der Kaltwasservorlauftemperatur entspricht, wird die weitere Entfeuchtungsleistung durch zusätzlichen Massenstrom erzielt. Hierzu wirkt die weitere Luftfeuchtereglerstufe 49 auf das Durchgangsventils 44.

[0068] Gemäß Fig. 5 sind Regelmodule 52, 53 vorgesehen, die an das Durchgangsventils 44 und das Beimischventil 45 koppeln und einer so genannten Maximalregelung dienen. Die Regelmodule 52, 53 bewirken in einer Betriebsart, dass an das jeweilige Ventil die größte Regelgröße angelegt wird, also zum Beispiel das größere Stellsignal bezüglich des Kühlmittelmassenstroms an das Durchgangsventils 44, wenn von der Kühlleistungsreglerstufe 47 und der weiteren Luftfeuchtereglerstufe 49 Stellsignale anliegen, die unterschiedliche Massenströme bezwecken. In gleicher Weise kann das Regelmodul 53 die Regelung der Beimischung (den Grad der Entfeuchtung) am Beimischventil 45 regeln, bei dem im gezeigten Beispiel Kühlmittel aus dem Rücklauf 54 in den Vorlauf 55 zugemischt wird. Es wird also bevorzugt eine maximale Entfeuchtung eingestellt.

[0069] In Fig. 5 werden im Übrigen die folgenden Bezeichnungen verwendet: t_{TAU} - Taupunkttemperatur der Luft im Ausgangszustand; t_{VL} - Kühlmittelvorlauftemperatur; $x_{\text{Grenz}, 1}$ - Grenzwasserdampf- oder Grenzfeuchtebelastung, bei deren Überschreitung die erste Regelstufe geschaltet wird; $x_{\text{Grenz}, 2}$ - Grenzwasserdampf- oder Grenzfeuchtebelastung, bei deren Überschreitung die zweite Regelstufe geschaltet wird; t_{VL} - Kühlmittelvorlauftemperatur; $t_{\text{soll}, 1}$ - Solltemperatur, bei deren

Überschreitung die erste Regelstufe geschaltet wird; $x_{\text{soll}, 2}$ - Grenztemperatur, bei deren Überschreitung die zweite Regelstufe geschaltet wird; t_{IDA} - Raumlufttemperatur; und x_{IDA} - Raumluftfeuchte.

[0070] In einer Ausgestaltung dienen in Anlehnung an VDI 3525 (aus dem Jahre 2007) die Abluftparameter Temperatur und Luftfeuchte für Mischlüftungssysteme als Regelgröße. Bei einer Außenlufttemperatur von $\leq 22^\circ\text{C}$ soll die Raumluft zum Beispiel konstant bei 22°C liegen. Bei steigender Außenlufttemperatur wird der Sollwert linear angehoben, um bei einer Außenlufttemperatur von 32°C einen Wert von 26°C anzunehmen. Bei höheren Außenlufttemperaturen ist der Sollwert auf konstant 26°C vorzugeben. Während die Raumlufttemperatur in weiten Bereichen gleitend gefahren wird, muss die Feuchte im Falle von Komfortanforderungen nur bezüglich der maximalen Feuchtebelastung begrenzt werden. Eine Regelung der Befeuchtung ist wahlweise Teil der herkömmlichen Regelung der RLT-Anlage.

[0071] Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung mit einem Luftkühler aus der lufttechnischen Anlage in Fig. 4, wobei im Unterschied zur Ausgestaltungsform in Fig. 5 nun die Kühlleistungsreglerstufe 47 und die weitere Kühlleistungsreglerstufe 50 sowie die Luftfeuchterege-
 5 10 15 20 25 30 35

stufe 48 und die weitere Luftfeuchterege-
 40 45

stufe 49 jeweils in einem integrierten Kühlleistungsregler 80 und einem integrierten Luftfeuchterege-
 50 55

ler 81 implementiert sind. Für gleiche Merkmale sind in Fig. 8 die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 5 verwendet. Auch bei der Ausführungsform in Fig. 8 sind die Regelmodule 52, 53 vorgesehen, welche die sog. Maximalregelung umsetzen, die oben unter Bezugnahme auf Fig. 5 bereits erläutert wurde. In die Maximalregelung einbezogen werden auch die Signale, welche durch die Regelmodule 52, 53 vom Taupunktregler 51 erhalten werden.

[0072] In einer Ausführung kann das Regelmodul 52 an die Pumpe 46 koppeln (nicht dargestellt), wobei das Durchgangsventil 44 entfallen kann.

[0073] Nachfolgend werden noch mögliche Betriebs-situationen beschrieben. Im Kühlfall wird das Beimisch-ventil 45 aus Gründen der Minimierung der elektrischen Arbeit für einen Pumpantrieb so eingestellt, dass der Vor-
 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55

lauf 55 des Kühlmittels des Luftkühlers 42 mittels Verstellen des Beimischventils 45 soweit abgesenkt, bis der Sollwert der Wasserdampfbelastung im Luftstrom erreicht wird.

[0076] Fig. 9 zeigt eine schematische Darstellung einer Zuordnung eines Ausgangssignals des Taupunkt-
 5 10 15 20 25 30 35 40 45

reglers 51 (Y-RE 3) zum Stellsignal am Beimischventil 45 (YDWW). Mit zunehmender Wasserdampfbelastung der Luft im Ausgangszustand steigt der Taupunkt der Luft. Um den Taupunkt für den Fall der unerwünschten Entfeuchtung nicht zu unterschreiten, wird das Beimisch-ventil 45 bei steigender Taupunkttemperatur geschlos-
 5 10 15 20 25 30 35 40 45

sen.
[0077] Fig. 10 zeigt eine schematische Darstellung für die Zuordnung eines Ausgangssignals des integrierten Luftfeuchterege-
 5 10 15 20 25 30 35 40 45

lers 81 (Y-RE 2) an die Regelmodule 52, 53 beim Entfeuchten. Fig. 11 zeigt eine vergleichbare Darstellung für den Fall des Kühlens, wobei ein Aus-
 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55

gangssignal des integrierten Kühlleistungsreglers 80 (Y-RE 1) dargestellt ist. YDWW und YDGV bezeichnen die Stellsignale an das Beimischventil 45 und das Durchgangsventil 44.

[0078] Mit Hilfe der vorgeschlagenen Regelungsme-
 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55

chanismen ergibt sich ein wesentlicher Vorteil bei der Regelung mit variabler Temperatur der Kühlmittelzufuhr. Die Kältemaschine muss nicht immer Kaltwasser mit 6°C vorhalten. Falls nur Kaltwasser mit höherer Temperatur erforderlich ist, arbeiten Kältemaschinen mit höherer Leistungszahl also energieeffizienter. Hierdurch erhöht sich das Energiesparpotential. Maß für das notwendige Kaltwassertemperaturniveau ist zum Beispiel das Signal am Regelmodul 53, welches an das Beimischventil 45 koppelt. Bei Stellsignalen unterhalb eines Grenzwertes, zum Beispiel 80%, könnte die Kaltwassertemperatur angehoben werden. Bei Stellsignalen oberhalb dieses Grenzwertes müsste die Kaltwassertemperatur wieder abgesenkt werden. Bei Kaltwasseranlagen die, wie in Fig. 1 gezeigt, mehrere Luftkühler versorgen, wäre aus den Stellsignalen der jeweiligen Beimischventile für eine Entscheidung wiederum eine Maximalauswahl zu treffen. Die Kältemaschinen wären entsprechend mit einer Kaltwassertemperaturregelung auszustatten. Diese Vorgehensweise lässt sich auch für Luftherhitzer einsetzen, die nahezu ausschließlich beimischgeregelt (Temperaturregelung) werden.
[0079] Fig. 12 zeigt eine schematische Darstellung einer anderen Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung mit einem Luftkühler aus der lufttechnischen Anlage in Fig. 4. Hierbei koppeln das Durchgangsventil 44 und das Beimischventil 45 an eine Regeleinrichtung 52', welche mehrere Eingangsgrößen empfängt und hieraus zur Konditionierung des Zielluftzustandes Regelausgangsgrößen sowohl für das Durchgangsventil 44 als auch das Beimischventil 45 erzeugt. Die Regeleinrichtung 52' implementiert als integrierter Regler vorzugsweise die Funktionalitäten zum Regeln des Massenstroms als auch zur Temperierung im Vorlauf 55.
[0080] Die vorgeschlagenen Schaltungen sind auch

für die Anwendung variabler Erzeugertemperaturen geeignet. Für die Lufterwärmung im Lufterhitzer ist die Nutzung einer variablen Vorlauftemperatur vorgesehen.

[0081] In Verbindung mit raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) können, wie oben erläutert, zwei hydraulische Grundsaltungen für Wärmeübertrager unterschieden werden: die mengengeregelte Schaltung und die beimischgeregelte Schaltung.

[0082] Die Leistungsregelung von Luftkühlern, die sowohl zur Kühlung als auch zur Entfeuchtung der Luft in zentralen RLT-Anlagen Anwendung finden, erfolgt entweder durch Veränderung des Kaltwassermassenstroms bei gleich bleibender Kühlmittelintrittstemperatur (Mengenregelung) oder durch Veränderung der Kühlmittelintrittstemperatur bei konstantem Kaltwassermassenstrom (beimischgeregelter Luftkühler). Durch die unterschiedliche hydraulische Anbindung des Luftkühlers ergeben sich zwei unterschiedliche Zustandsänderungen der Luft beim Durchströmen des Luftkühlers. Lufterhitzer dagegen können beimischgeregelt mit Heizwasser versorgt werden, da der hohe Heizwassermassenstrom eine gleichmäßige Erwärmung der Luft über den gesamten Querschnitt des Wärmeübertragers sicherstellt. Eine Veränderung der Wasserdampfbelastung der zu konditionierenden Luft findet im Heizfall nicht statt.

[0083] Die Versorgung von RLT-Anlagen in Gebäuden, die von mehreren solcher Anlagen versorgt werden, erfolgt häufig zentral. Ein oder mehrere Wärmeerzeuger (Kessel, Solarkollektoren, KWK, Wärmepumpen, Wärmeübertrager von Fernwärme, etc.) werden im Primärkreis hydraulisch zusammengeschlossen und stellen die von den Verbrauchern benötigte Wärme auf einem vorgegebenen Temperaturniveau zur Verfügung.

[0084] Fig. 13 zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung mit einem Primärkreis 90, einem Sekundärkreis 91 und Verbraucherkreisen 92a, 92b, 92c für eine Wärmeversorgung von Lufterhitzern einer lufttechnischen Anlage. Im Primärkreis 90 sind Wärmeerzeuger 93, 94 angeordnet. Der Primärkreis 90 koppelt an eine hydraulische Weiche 95, die auch mit dem Sekundärkreis 91 verbunden ist. Der Sekundärkreis 91 weist einen Heizwasservorlauf 96 und einen Heizwasserrücklaufsammler 97 auf. Mit dem Heizwasservorlauf 96 und dem Heizwasserrücklaufsammler 97 sind die drei Versorgerkreise 92a, 92b, 92c mit einem Dreiwegeventil 98a, 98b, 98c, einer Pumpe 99a, 99b, 99c sowie einem Lufterhitzer 100a, 100b, 100c angeschlossen, die einer jeweiligen lufttechnischen Anlage zugeordnet sein können.

[0085] Trennstelle zwischen dem Primärkreis 90 und dem Sekundärkreis 91 ist die hydraulische Weiche 95, die die beiden Kreise hydraulisch entkoppelt (vgl. Fig. 13). Die hydraulische Weiche 95 kann auch als Speicher ausgebildet werden.

[0086] Über ein Verteilnetz (Sekundärkreis 91) werden die einzelnen Verbraucher mit Heizwasser versorgt. Die Leistungsanpassung findet im jeweiligen Versorgerkreis 92a, 92b, 92c durch Rücklaufbeimischung statt. Ähnlich sind auch Kaltwassernetze aufgebaut, wobei hier an

Stelle der Wärmeerzeuger Kaltwassersätze auf Kompressionskälteerzeugung und / oder Absorptions- bzw. Adsorptionsbasis zum Einsatz kommen. Die Lufterhitzer 100a, 100b, 100c würden dann durch Luftkühler ersetzt.

[0087] Die im Sekundärkreis 91 zu versorgenden Verbraucher verfügen über eine Beimischschaltung, werden also mit variabler Temperatur bezüglich der Heiz- oder Kühlmittelvorlauftemperatur betrieben. Ergänzend kann darüber hinaus auch noch der Massenstrom innerhalb der Versorgerkreise 92a, 92b, 92c variiert werden.

[0088] Anders als bei der wärmetechnischen Versorgung von statischen Heizflächen, deren Temperaturniveau in der Regel Außentemperaturabhängig geführt ist, wird bei der herkömmlichen Versorgung von Wärmeübertragern in RLT-Anlagen das Prinzip der konstanten Sekundärkreistemperatur angewandt. Vorteil dieser Versorgungsart ist, dass die Regelung der Wärme- oder "Kälte"-Erzeuger unabhängig von der Betriebsweise der RLT-Anlagen erfolgen kann. Eine regelungstechnische Verbindung zwischen den Erzeugern und den Verbrauchern findet bei herkömmlichen Anlagen nicht statt. Dadurch ist eine Trennung der Gesamtanlage in mehrere Gewerke möglich. Die Nachteile dieser regelungstechnischen Trennung zwischen den Versorgern und den Verbrauchern liegen nun aber darin, dass (i) die Effizienz zur Erzielung eines konstanten, auf maximale Anforderungen ausgelegten Temperaturniveaus nicht optimal ist, (ii) die Wärmeverluste in den Verteilungen proportional zur Temperaturdifferenz zwischen der Umgebungstemperatur und der Erzeugertemperatur sind und (iii) die auf maximale Anforderungen ausgelegten Temperaturniveaus häufig die Integration regenerativer Technologien erschweren oder sogar unmöglich machen.

[0089] Die Erzeugereffizienz in Abhängigkeit vom Temperaturniveau soll an zwei Beispielen verdeutlicht werden: der Versorgung eines Heizwassernetzes durch einen Brennwertkessel und der Versorgung eines Kaltwassernetzes durch eine Kompressionskältemaschine.

[0090] Zunächst sei als Beispiel ein Brennwertkessel betrachtet. Anlagen zur Heizwasserversorgung von Lufterhitzern von RLT-Anlagen werden in der Regel für konstante Vorlauftemperaturen ausgelegt. Bei gegebener maximaler Heizleistung eines Lufterhitzers ist die Länge des Bauteils abhängig von der Heizmittelvorlauftemperatur und der Temperaturspreizung. Die Baulänge des Lufterhitzers bestimmt aber auch den luftseitigen Druckverlust des Bauteils. Da neben der Druckverluste im Kanalnetz auch die Summe der Druckverluste aller Bauteile des RLT-Zentralgerätes über die Dauer der Betriebsstunden vom Ventilator als Förderdruck aufgebracht werden muss, liegt es nahe, die Baulängen der Wärmeübertrager zur Reduktion der luftseitigen Druckverluste möglichst gering zu halten. Dementsprechend wird das Versorgungstemperaturniveau bei Lufterhitzern entsprechend hoch angesetzt. Typische Auslegungstemperaturen liegen zwischen 60° und 90°C. Die Anpassung des Temperaturniveaus an die Last erfolgt dann am jeweili-

gen Lufterhitzer durch Beimischung von Rücklaufwasser.

[0091] Eine Heizwasserversorgung mit variabler Sekundärkreisvorlauftemperatur kann die Möglichkeit eröffnen, dass bei Last bedingt geringere Solltemperaturen (Teillastbereich) der Brennwert des fossilen Energieträgers genutzt werden könnte. Die Kondensation des beim Verbrennungsprozess fossiler Brennstoffe entstehenden Wasserdampfes erhöht den Wirkungsgrad des Kessels, zum Beispiel im Falle von Gas um etwa 10%. Dies geschieht bei Gaskesseln mit Brennwertnutzung aber erst bei einem Temperaturniveau der Verbrennungsgase von unter 60°C; bei Ölkesseln sogar erst bei unter 50°C. Vorlauftemperaturen im Teillastbetrieb von unter 55°C wären also für Gaskessel energetisch sinnvoll. Für bestimmte Luftzustände, zum Beispiel bei einer Befeuchtung der Luft mittels Sprühbefeuchter, kann eine Lufterhitzung auch im Sommer notwendig werden. Geringere als Auslegungstemperaturniveaus lassen sich dann aber auch leicht mittels regenerativer Quellen, zum Beispiel durch Solarthermie, erzeugen.

[0092] Als weiteres Beispiel sei eine Kompressionskältemaschine betrachtet. Die Effizienz der Kompressionskältemaschine steigt mit geringerer Differenz der Temperaturniveaus zwischen dem Verdampfer ("Kälteerzeugung") und dem Kondensator (Wärmeabgabe an die Umgebung). Dieser Umstand wird beim idealen Carnot Prozess durch die Leistungszahl

ε_K

$$\varepsilon_K = \frac{Q}{W} = \frac{T_{\text{Verdampfer}}}{T_{\text{Kondensator}} - T_{\text{Verdampfer}}}$$

beschrieben, wobei Q die thermische Kühlenergie der Kompressionskältemaschine und W die dafür aufgewendete Arbeit, zum Beispiel durch den Elektromotor, darstellt. In dieser Gleichung sind die Temperaturen als absolute Temperaturen in Grad Kelvin anzugeben ($T = t + 273,15$).

[0093] Wird also im Teillastbereich, beispielsweise um eine Entfeuchtung der zu konditionierenden Luft im Luftkühler zu verhindern, die Kühlmittelvorlauftemperatur im Bereich des Taupunktes der Luft gehalten, so könnte eine deutliche Anhebung der Kaltwasservorlauftemperatur erfolgen.

[0094] Bei einem Luftdruck von 1000 mbar beträgt die Taupunkttemperatur für einen Luftzustand von 32°C und 30% relativer Feuchte (etwa 9 g/kg) $t_{\text{Tau}} = 12^\circ\text{C}$. Würde also die Kühlmittelvorlauftemperatur (von typisch 6°C) auf 12°C angehoben, so kann auch die Verdampfertemperatur um 6 Grad angehoben werden. Für eine angenommene typische Verdampfertemperatur von $t_{\text{Verd.}} = 0^\circ\text{C}$ bei einer Kaltwasservorlauftemperatur von 6°C und eine im Sommer typische Kondensatortemperatur für Anlagen ohne Kühlturm von $t_{\text{Kond.}} = 50^\circ\text{C}$ errechnet sich eine Leistungszahl von $\varepsilon_K = 5,46$. Nach der Anhebung

der Verdampfertemperatur um 6 K ergibt sich bei gleich bleibender Kondensatortemperatur eine Leistungszahl von $\varepsilon_K = 6,34$; also eine um 16% höhere Energie-Effizienz. Das bedeutet, dass sich bei der angehobenen Kaltwassertemperatur das Verhältnis von Kühlenergie zu aufgewendeter Arbeit um 16% verbessert. Da aber auch die Teillastverhältnisse eine solch drastische Anhebung der Kaltwasservorlauftemperatur nur begrenzt zulassen, dürfte eine Steigerung der jährlichen Energie-Effizienz von 10 bis 12% realistisch sein.

[0095] Die Wärmeverluste der Verteilleitungen sind proportional der Temperaturdifferenz von der Umgebungsluft und dem Wasser. Bei einer Umgebungstemperatur von $t_{\text{Um}} = 20^\circ\text{C}$ hätte eine Absenkung der Heizwasservorlauftemperatur von 80°C auf 50°C eine Reduktion der Wärmeverluste von 50% zur Folge. Die Wärmeverluste eines Kaltwassernetzes verringerten sich bei gleicher Umgebungstemperatur bei einer Anhebung der 6°C auf 12°C um über 40%. Welchen Anteil diese Verluste am Gesamtenergieverbrauch haben, hängt von der Länge der Rohrleitungen und deren Dämmung ab. Da die Mindest-Dämmstärken seitens des Gesetzgebers vorgegeben werden, ist die Variable hauptsächlich in der Länge des Rohrnetzes zu sehen.

[0096] Fig. 14 zeigt eine schematische Darstellung der Anordnung aus Fig. 13 mit einer Regeleinrichtung 110, die an die Dreiwegeventile 98a, 98b, 98c sowie die Wärmeerzeuger 93, 94 und einen Vorlaufanschluss 111 der hydraulischen Weiche 95 koppelt.

[0097] Unabhängig davon, ob es sich um einen Heiz- oder Kaltwasserkreislauf handelt, wird die Temperatur im Sekundärkreis 91 in Abhängigkeit von den Temperaturen bzw. den Stellungen der Dreiwegeventile 98a, 98b, 98c in den Versorgerkreisen 92a, 92b, 92c geregelt.

[0098] Anders als bei einer Außentemperatur gesteuerten Vorlauftemperatur bei statischen Heizflächen wird die Temperatur im Bereich des Vorlaufverteilers so beeinflusst, dass der Versorgerkreis mit dem höchsten Bedarf mit Wasser eines ausreichenden Temperaturniveaus versorgt wird. Um die Regelbarkeit der Versorgerkreise 92a, 92b, 92c zu gewährleisten, wird im Teillastbereich das Temperaturniveau des Vorlaufverteilers im Heizfall oberhalb des Niveaus im Versorgerkreis mit dem höchsten Bedarf gewählt, wobei zum Beispiel die Stellung des Dreiwegeventils für diesen Versorgerkreis eine vorgegebene Stellgröße, zum Beispiel 90%, nicht überschreiten darf. Wird dieser Grenzwert überschritten, wird der Sollwert der Vorlauftemperatur entsprechend erhöht. Sinkt die Stellgröße unterhalb eines ebenfalls vorgegebenen Grenzwertes, zum Beispiel 80%, so wird die Vorlauftemperatur abgesenkt. Es ist aber auch möglich, die Temperatur im Sekundärkreis 91 direkt in Abhängigkeit der Temperaturen in den Versorgerkreisen 92a, 92b, 92c zu steuern. Im Kühlfall liegt die Temperatur im Vorlaufverteiler demzufolge unterhalb der niedrigsten Temperatur in den Versorgerkreisen 92a, 92b, 92c.

[0099] Alternativ zur Ausführung in Fig. 14 kann anstelle der Stellung des Dreiwegeventils die Stellgröße

der jeweiligen Regler (nicht dargestellt) herangezogen werden. Das maximale Signal bestimmt dann die Veränderung des Sollwertes für die Folgeregelung der Wärmeerzeuger oder der Kältemaschinen.

5

Patentansprüche

1. Verfahren zur geregelten Luftkonditionierung in einer lufttechnischen Anlage, bei dem ein vorgegebener und mindestens durch Lufttemperatur und Luftfeuchte charakterisierter Zielluftzustand für Luft mit einem Ausgangsluftzustand eingestellt wird, indem die Luft mit dem Ausgangsluftzustand mit Hilfe eines Luftkühlers (42) konditioniert wird, für den beim Luftkonditionieren sowohl ein Kühlmittelmassenstrom als auch eine Kühlmitteleintrittstemperatur eines dem Luftkühler (42) zugeführten Kühlmittels geregelt werden, wobei:

10

15

- das Kühlmittel über eine Temperiereinrichtung (45), mit der die Kühlmitteleintrittstemperatur eingestellt wird, und eine Massenstromeinstelleinrichtung (44), mit der der Kühlmittelmassenstrom eingestellt wird, dem Luftkühler (42) zugeführt wird, und

25

- eine Regeleinrichtung, die an die Massenstromeinstelleinrichtung (44) und die Temperiereinrichtung (45) koppelt, zum Einstellen des vorgegebenen Zielluftzustandes die Massenstromeinstelleinrichtung (44) und die Temperiereinrichtung (45) regelt, **dadurch gekennzeichnet, dass**

30

- eine Temperatur des Kühlmittels in einem Vorlaufverteiler, über welchen das Kühlmittel der Temperiereinrichtung (45) und der Massenstromeinstelleinrichtung (44) zugeführt wird, geregelt wird, wobei die Regelung der Temperatur des Kühlmittels in dem Vorlaufverteiler in Abhängigkeit erfolgt von

35

40

- einer Stellung der Temperiereinrichtung (45),
- einer Temperatur der Temperiereinrichtung (45),
- einer Stellgröße der Regeleinrichtung für die Regelung der Temperiereinrichtung (45) oder
- einer Temperatur in einem die Temperiereinrichtung (45) und die Massenstromeinstelleinrichtung (44) umfassenden Versorgerkreis.

45

50

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung,

55

- zum Einstellen der Lufttemperatur des vorgegebenen Zielluftzustandes

- die Massenstromeinstelleinrichtung (44) regelt und

- die Temperiereinrichtung (45) regelt, wenn die Regelung der Massenstromeinstelleinrichtung (44) nicht ausreicht, die Lufttemperatur des vorgegebenen Zielluftzustandes zu erreichen, und / oder

- zum Einstellen der Luftfeuchte des vorgegebenen Zielluftzustandes

- die Temperiereinrichtung (45) regelt und
- die Massenstromeinstelleinrichtung (44) regelt, wenn die Regelung der Temperiereinrichtung (45) nicht ausreicht, die Luftfeuchte des vorgegebenen Zielluftzustandes zu erreichen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung

20

- zum Einstellen der Lufttemperatur des vorgegebenen Zielluftzustandes die Massenstromeinstelleinrichtung (44) mittels einer Kühlleistungsreglerstufe und die Temperiereinrichtung (45) mittels einer weiteren Kühlleistungsreglerstufe regelt und / oder

- zum Einstellen der Luftfeuchte des vorgegebenen Zielluftzustandes die Temperiereinrichtung (45) mittels einer Luftfeuchtereglerstufe und die Massenstromeinstelleinrichtung (44) mittels einer weiteren Luftfeuchtereglerstufe regelt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlleistungsreglerstufe (47) und die weitere Kühlleistungsreglerstufe (50) in getrennt ausgeführten Kühlleistungsreglern gebildet sind.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftfeuchtereglerstufe (48) und die weitere Luftfeuchtereglerstufe (49) in getrennt ausgeführten Luftfeuchtereglern gebildet sind.

6. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperiereinrichtung (45) mit einer Beimischeinrichtung gebildet ist, in welcher die Kühlmitteleintrittstemperatur mittels Mischen von Kühlmittelmengen unterschiedlicher Temperatur eingestellt wird.

7. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Massenstromeinstelleinrichtung (44) mit einer einstellbaren Durchflusseinrichtung gebildet ist und der dem Luftkühler (42) zugeführte Kühlmittelmassenstrom

senstrom mittels Einstellen der Durchflusseinrichtung geregelt wird.

8. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Taupunktsregelung ausgeführt wird, indem die Kühlmiteleintrittstemperatur auf die Taupunkttemperatur einer gewünschten Feuchtebelastung des Zielluftzustandes begrenzt wird. 5
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Taupunktsregelung mittels eines Taupunktreglers (51) ausgeführt wird, der an die Temperiereinrichtung (45) funktionell koppelt. 10
10. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Luftkonditionieren die Luft sowohl gekühlt als auch entfeuchtet wird. 15
11. Vorrichtung zur geregelten Luftkonditionierung, mit: 20
 - einem Luftkühler (42), welcher konfiguriert ist, zum Einstellen eines vorgegebenen und mindestens durch Lufttemperatur und Luftfeuchte charakterisierten Zielluftzustand Luft mit einem Ausgangsluftzustand zu konditionieren, 25
 - einer Kühlmittelzuführeinrichtung, die geeignet ist, dem Luftkühler (42) ein Kühlmittel mit einem Kühlmittelmassenstrom entsprechend und einer Kühlmiteleintrittstemperatur zuzuführen, 30
 - einer Massenstromeinstelleinrichtung (44), die in der Kühlmittelzuführeinrichtung gebildet ist und mit der der Kühlmittelmassenstrom eingestellt wird, 35
 - einer Temperiereinrichtung (45), die in der Kühlmittelzuführeinrichtung gebildet ist und mit der die Kühlmiteleintrittstemperatur eingestellt wird, 40
 - einer Regeleinrichtung, die an die Massenstromeinstelleinrichtung (44) und die Temperiereinrichtung (45) koppelt und die geeignet ist, zum Einstellen des vorgegebenen Zielluftzustandes die Massenstromeinstelleinrichtung (44) und die Temperiereinrichtung (45) zu regeln, und 45
 - einem Vorlaufverteiler, über welchen das Kühlmittel der Kühlmittelzuführeinrichtung zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Temperatur des Kühlmittels in dem Vorlaufverteiler regelbar ist in Abhängigkeit von 50
 - einer Stellung der Temperiereinrichtung (45), 55
 - einer Temperatur der Temperiereinrichtung (45),
 - einer Stellgröße der Regeleinrichtung für die Regelung der Temperiereinrichtung

(45) oder

- einer Temperatur in einem die Temperiereinrichtung (45) und die Massenstromeinstelleinrichtung (44) umfassenden Versorgungskreis.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung geeignet ist, 10

- zum Einstellen der Lufttemperatur des vorgegebenen Zielluftzustandes

- die Massenstromeinstelleinrichtung (44) zu regeln und

- die Temperiereinrichtung (45) zu regeln, wenn die Regelung der Massenstromeinstelleinrichtung (44) nicht ausreicht, die Lufttemperatur des vorgegebenen Zielluftzustandes zu erreichen, und / oder

- zum Einstellen der Luftfeuchte des vorgegebenen Zielluftzustandes

- die Temperiereinrichtung (45) zu regeln und

- die Massenstromeinstelleinrichtung (44) zu regeln, wenn die Regelung der Temperiereinrichtung (45) nicht ausreicht, die Luftfeuchte des vorgegebenen Zielluftzustandes zu erreichen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung zum Einstellen der Lufttemperatur des vorgegebenen Zielluftzustandes mit einem Kühlleistungsregler und / oder zum Einstellen der Luftfeuchte des vorgegebenen Zielluftzustandes mit einem Luftfeuchteregler gebildet ist. 35

Claims

1. A method for regulated air conditioning in a ventilation system, in which a predetermined target air state, which is characterized at least by air temperature and air humidity, is set for air with an initial air state, in that the air with the initial air state is conditioned with the aid of an air cooler (42), for which, during air conditioning, both a coolant mass flow and a coolant inlet temperature of a coolant supplied to the air cooler (42) are regulated: 50

- the coolant being supplied to the air cooler (42) by means of a temperature control device (45), using which the coolant inlet temperature is set, and a mass flow adjustment device (44), using which the coolant mass flow is set, and
- a regulating device, which couples to the mass

- flow adjustment device (44) and the temperature control device (45), regulating the mass flow adjustment device (44) and the temperature control device (45) for setting the predetermined target air state **characterized in that**
- a temperature of the coolant is regulated in a supply manifold, by means of which the coolant is supplied to the temperature control device (45) and the mass flow adjustment device (44), wherein the regulation of the temperature of the coolant takes place in the supply manifold as a function of
 - a position of the temperature control device (45),
 - a temperature of the temperature control device (45),
 - a manipulated variable of the regulating device for the regulation of the temperature control device (45) or
 - a temperature in a supplier circuit comprising the temperature control device (45) and the mass flow adjustment device (44).
2. The method according to Claim 1, **characterized in that** the regulating device,
- for setting the air temperature of the predetermined target air state,
 - regulates the mass flow adjustment device (44) and
 - regulates the temperature control device (45), if the regulation of the mass flow adjustment device (44) does not suffice to reach the air temperature of the predetermined target air state, and/or
 - for setting the air humidity of the predetermined target air state,
 - regulates the temperature control device (45), and
 - regulates the mass flow adjustment device (44), if the regulation of the temperature control device (45) does not suffice to reach the air humidity of the predetermined target air state.
3. The method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the regulating device,
- for setting the air temperature of the predetermined target air state, regulates the mass flow adjustment device (44) by means of a cooling-performance regulator stage and the temperature control device (45) by means of a further cooling-performance regulator stage, and/or
 - for setting the air humidity of the predetermined target air state, regulates the temperature control device (45) by means of an air-humidity regulator stage and the mass flow adjustment device (44) by means of a further air-humidity regulator stage.
4. The method according to Claim 3, **characterized in that** the cooling-performance regulator stage (47) and the further cooling-performance regulator stage (50) are formed in separately realized cooling-performance regulators.
5. The method according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the air-humidity regulator stage (48) and the further air-humidity regulator stage (49) are formed in separately realized air-humidity regulators.
6. The method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the temperature control device (45) is formed with a mixing device, in which the coolant inlet temperature is set by means of the mixing of coolant quantities at different temperatures.
7. The method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the mass flow adjustment device (44) is formed with an adjustable flow device and the coolant mass flow supplied to the air cooler (42) is regulated by means of the setting of the flow device.
8. The method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** a dew point regulation is executed **in that** the coolant inlet temperature is limited to the dew point temperature of a desired moisture content of the target air state.
9. The method according to Claim 8, **characterized in that** the dew point regulation is executed by means of a dew point regulator (51) which functionally couples to the temperature control device (45).
10. The method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** during air conditioning the air is both cooled and dehumidified.
11. A device for regulated air conditioning, having:
- an air cooler (42), which is configured to condition air with an initial air state for setting a predetermined target air state, which is characterized at least by air temperature and air humidity,
 - a coolant supply device, which is suitable for supplying a coolant to the air cooler (42) with a coolant mass flow appropriately and a coolant inlet temperature,

- a mass flow adjustment device (44), which is formed in the coolant supply device and using which the coolant mass flow is set,
- a temperature control device (45), which is formed in the coolant supply device and using which the coolant inlet temperature is set,
- a regulating device, which couples to the mass flow adjustment device (44) and the temperature control device (45), and which is suitable for regulating the mass flow adjustment device (44) and the temperature control device (45) for setting the predetermined target air state, and
- a supply manifold, by means of which the coolant is supplied to the coolant supply device,

characterized in that a temperature of the coolant can be regulated in the supply manifold as a function of

- a position of the temperature control device (45),
- a temperature of the temperature control device (45),
- a manipulated variable of the regulating device for the regulation of the temperature control device (45) or
- a temperature in a supplier circuit comprising the temperature control device (45) and the mass flow adjustment device (44).

12. The device according to Claim 11, characterized in that the regulating device is suitable

- for setting the air temperature of the predetermined target air state,
- for regulating the mass flow adjustment device (44), and
- for regulating the temperature control device (45), if the regulation of the mass flow adjustment device (44) does not suffice to reach the air temperature of the predetermined target air state, and/or
- for setting the air humidity of the predetermined target air state,
- for regulating the temperature control device (45), and
- for regulating the mass flow adjustment device (44), if the regulation of the temperature control device (45) does not suffice to reach the air humidity of the predetermined target air state.

13. The device according to Claim 12, characterized in that the regulating device is formed with a cooling-performance regulator for setting the air temperature

of the predetermined target air state and/or with an air-humidity regulator for setting the air humidity of the predetermined target air state.

Revendications

1. Procédé, destiné au conditionnement d'air régulé dans une installation de ventilation, lors duquel on règle un état ciblé de l'air qui est prédéfini et **caractérisé par** au moins la température de l'air et l'humidité de l'air pour de l'air se trouvant dans un état initial de l'air, en conditionnant l'air dans l'état initial de l'air à l'aide d'un refroidisseur d'air (42), pour lequel, lors du conditionnement d'air, on règle aussi bien un flux massique d'agent réfrigérant qu'également une température d'entrée de l'agent réfrigérant d'un agent réfrigérant alimenté vers le refroidisseur d'air (42) :

- l'agent réfrigérant étant alimenté vers le refroidisseur d'air (42) par l'intermédiaire d'un dispositif régulateur de température (45), à l'aide duquel la température d'entrée de l'agent réfrigérant est réglée, et d'un dispositif de réglage du flux massique (44), à l'aide duquel le flux massique d'agent réfrigérant est réglé, et
 - un dispositif de réglage, qui est couplé sur le dispositif de réglage du flux massique (44) et sur le dispositif régulateur de température (45), qui pour le réglage de l'état ciblé de l'air, règle le dispositif de réglage du flux massique (44) et le dispositif régulateur de température (45),
- caractérisé en ce**
- qu'une température de l'agent réfrigérant est réglée dans un distributeur aller, par l'intermédiaire duquel l'agent réfrigérant est alimenté vers le dispositif régulateur de température (45) et le dispositif de réglage du flux massique (44), la régulation de la température de l'agent réfrigérant dans le distributeur aller s'effectuant par

- une position du dispositif régulateur de température (45),
- une température du dispositif régulateur de température (45),
- une grandeur de réglage du dispositif de réglage pour le réglage du dispositif régulateur de température (45) ou
- une température dans un circuit d'alimentation comprenant le dispositif régulateur de température (45) et le dispositif de réglage du flux massique (44).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**,

- pour régler la température de l'air pour l'état

ciblé de l'air prédéfini, le dispositif de réglage

- règle le dispositif de réglage du flux massique (44) et
- règle le dispositif régulateur de température (45), si la régulation effectuée par le dispositif de réglage du flux massique (44) ne suffit pas, pour obtenir la température d'air pour l'état ciblé de l'air prédéfini, et / ou

- pour régler l'humidité de l'air pour l'état ciblé de l'air

- règle le dispositif régulateur de température (45) et
- règle le dispositif de réglage du flux massique (44) si la régulation effectuée par le dispositif régulateur de température (45) ne suffit pas, pour obtenir l'humidité de l'air pour l'état ciblé de l'air prédéfini.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**

- pour régler la température de l'air pour l'état ciblé de l'air prédéfini, le dispositif de réglage règle le dispositif de réglage du flux massique (44) au moyen d'un étage de régulation de la puissance de refroidissement et le dispositif régulateur de température (45) au moyen d'un autre étage de régulation de la puissance de refroidissement et / ou
- pour régler l'humidité de l'air pour l'état ciblé de l'air prédéfini, règle le dispositif régulateur de température (45) au moyen d'un étage de régulation de l'humidité de l'air et le dispositif de réglage du flux massique (44) au moyen d'un autre étage de régulation de l'humidité de l'air.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'étage de régulation de la puissance de refroidissement (47) et l'autre étage de régulation de la puissance de refroidissement (50) sont constitués dans des régulateurs de la puissance de refroidissement conçus séparément.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'étage de régulation de l'humidité de l'air (48) et l'autre étage de régulation de l'humidité de l'air (49) sont constitués dans des régulateurs de l'humidité de l'air conçus séparément.

6. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif régulateur de température (45) est constitué avec un dispositif d'ajout par mélange, dans lequel la température d'entrée de l'agent réfrigérant est réglée par mélange de quantités d'agent réfrigé-

rant à différente température.

7. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage du flux massique (44) est constitué avec un dispositif réglable à flux continu et le flux massique d'agent réfrigérant alimenté vers le refroidisseur d'air (42) est régulé par réglage du dispositif à flux continu.

8. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est procédé à une régulation du point de rosée **en ce que** la température d'entrée de l'agent réfrigérant est limitée à la température du point de rosée d'une charge d'humidité souhaitée de l'état ciblé de l'air.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la régulation du point de rosée est réalisée par un régulateur du point de rosée (51), qui est fonctionnellement connecté sur le dispositif régulateur de température (45).

10. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lors du conditionnement d'air, l'air est refroidi, aussi bien que déshumidifié.

11. Dispositif, destiné au conditionnement d'air régulé, comprenant :

- un refroidisseur d'air (42), lequel est configuré pour régler un état ciblé de l'air qui est prédéfini et **caractérisé par** au moins la température de l'air et l'humidité de l'air, pour conditionner de l'air se trouvant dans un état initial de l'air,
- un dispositif d'alimentation d'agent réfrigérant, qui est apte à alimenter vers le refroidisseur d'air (42) un agent réfrigérant par un flux massique d'agent réfrigérant correspondant à une température d'entrée de l'agent réfrigérant,
- un dispositif de réglage du flux massique (44), qui est constitué dans le dispositif d'alimentation d'agent réfrigérant et avec lequel le flux massique d'agent réfrigérant est réglé,
- un dispositif régulateur de température (45), dans lequel est constitué le dispositif d'alimentation d'agent réfrigérant et à l'aide duquel la température d'entrée de l'agent réfrigérant est réglée,
- un dispositif de réglage, qui est connecté sur le dispositif de réglage du flux massique (44) et sur le dispositif régulateur de température (45) et qui est apte, pour régler l'état ciblé de l'air prédéfini à réguler le dispositif de réglage du flux massique (44) et le dispositif régulateur de température (45), et
- un distributeur aller, par l'intermédiaire duquel

l'agent réfrigérant du dispositif d'alimentation d'agent réfrigérant est alimenté, **caractérisé en ce qu'une** température de l'agent réfrigérant dans le distributeur aller est réglable en fonction

5

- d'une position du dispositif régulateur de température (45),
- d'une température du dispositif régulateur de température (45), 10
- d'une grandeur de réglage du dispositif de réglage pour la régulation du dispositif régulateur de température (45) ou
- d'une température dans un circuit d'alimentation comprenant le dispositif régulateur de température (45) et le dispositif de réglage du flux massique (44). 15

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que le dispositif de réglage est apte 20

- pour régler la température de l'air pour l'état ciblé de l'air prédéfini
- à régler le dispositif de réglage du flux massique (44) et 25
- à régler le dispositif régulateur de température (45), si la régulation du dispositif de réglage du flux massique (44) ne suffit pas pour obtenir la température de l'air pour l'état ciblé de l'air prédéfini, et / ou 30
- pour régler l'humidité de l'air pour l'état ciblé de l'air prédéfini 35
- à régler le dispositif régulateur de température (45) et
- à régler le dispositif de réglage du flux massique (44), si la régulation du dispositif régulateur de température (45), ne suffit pas pour obtenir l'humidité de l'air pour l'état ciblé de l'air prédéfini. 40

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que pour régler la température de l'air pour l'état ciblé de l'air prédéfini, le dispositif de réglage est constitué avec un régulateur de la puissance de refroidissement et/ ou pour régler l'humidité de l'air pour l'état ciblé de l'air prédéfini, est constitué avec un régulateur de l'humidité de l'air. 45

50

55

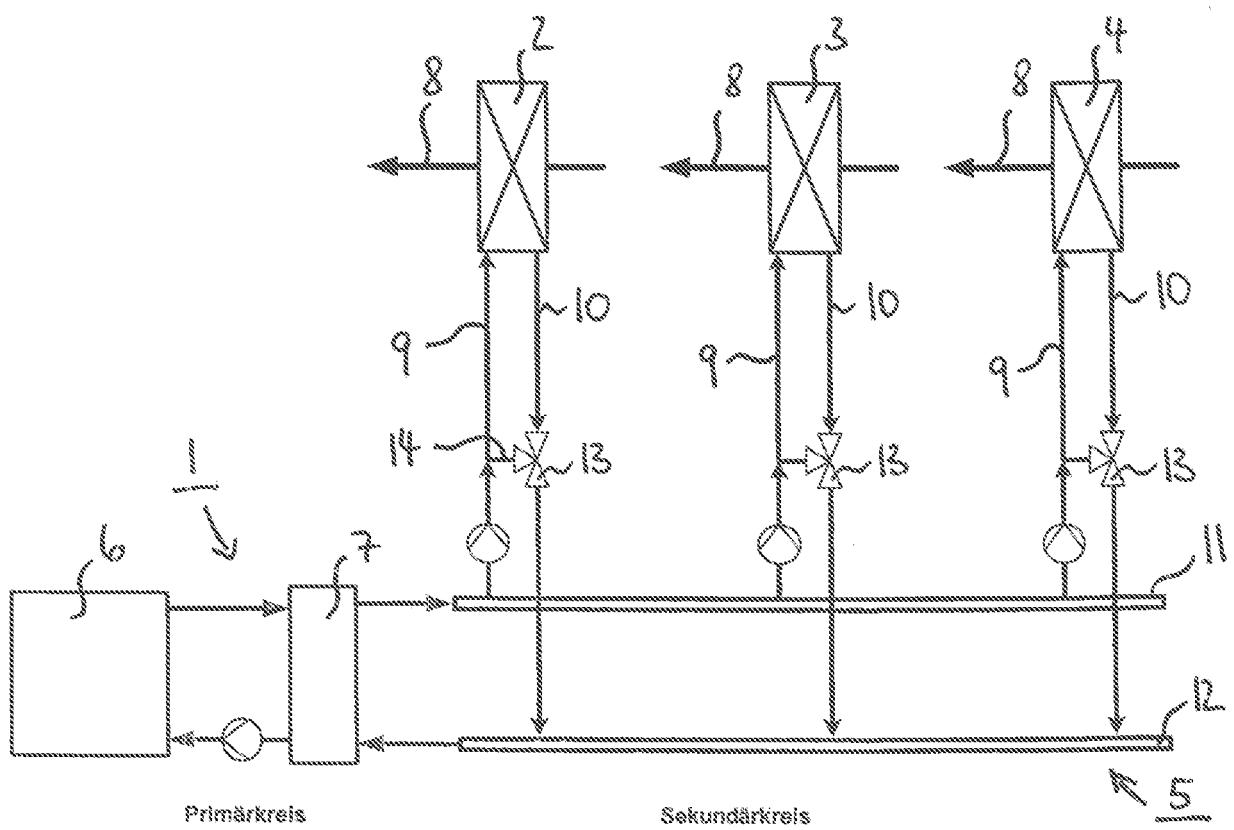


Fig. 1

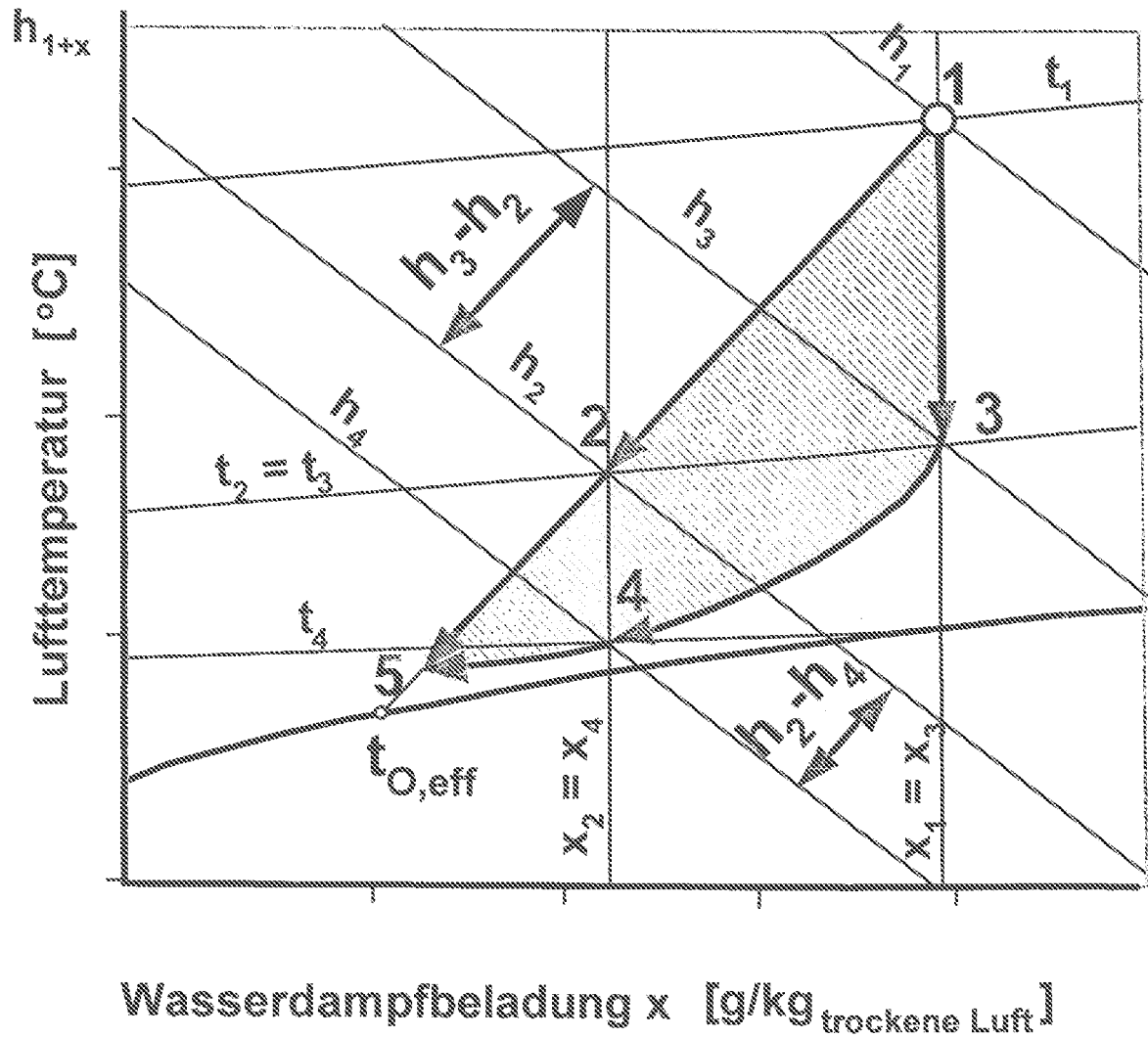


Fig. 2

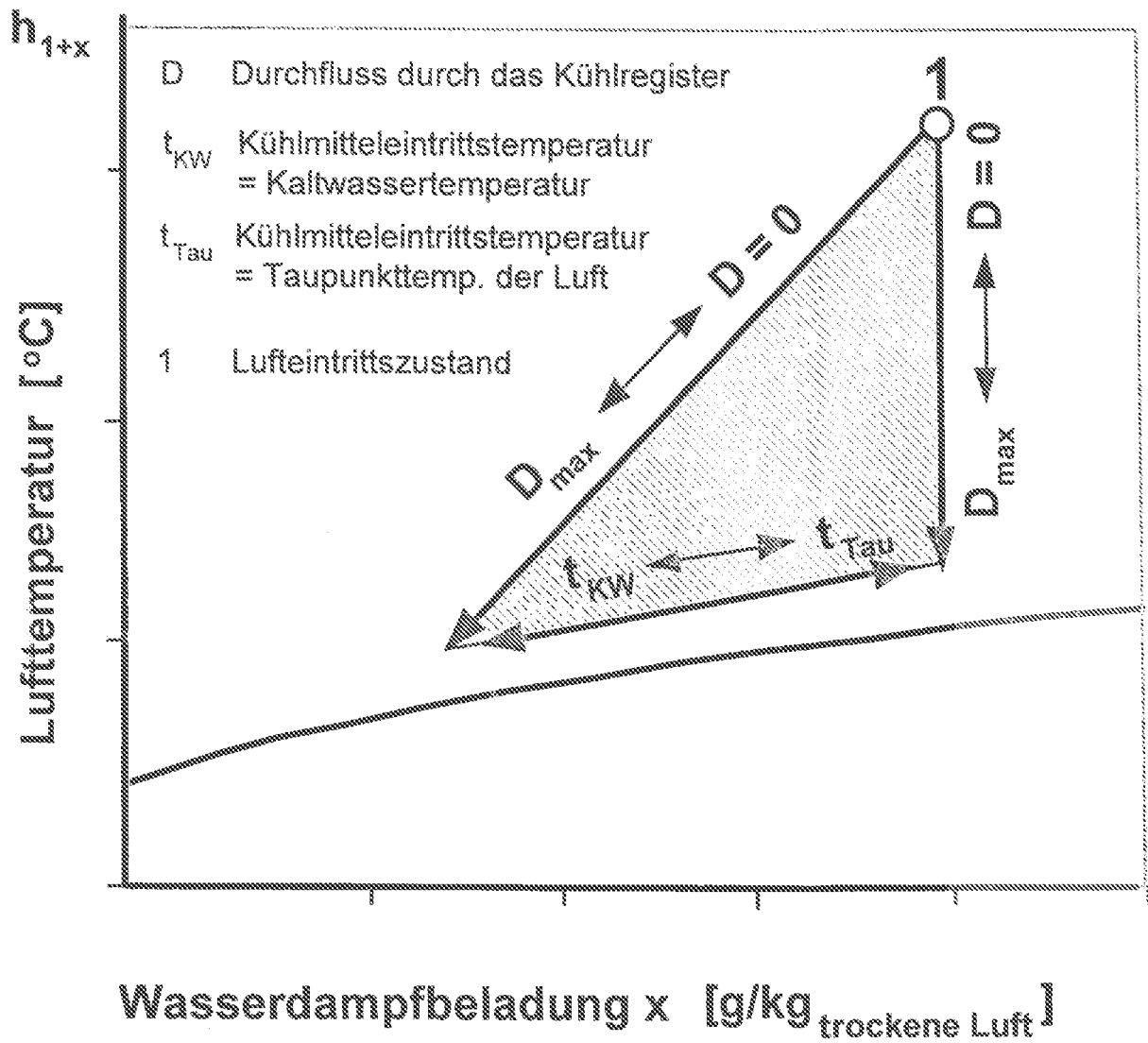


Fig. 3

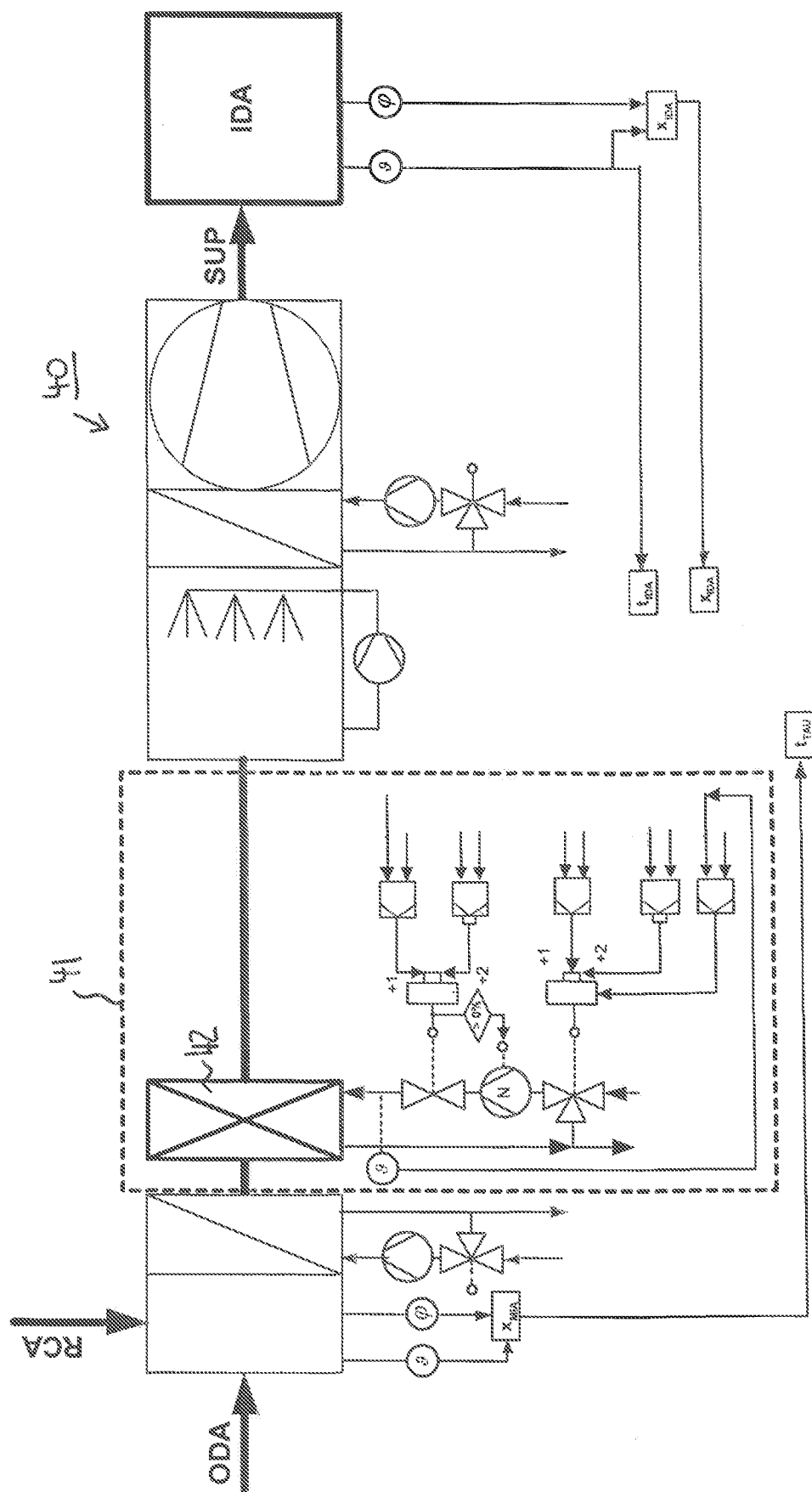


Fig. 4

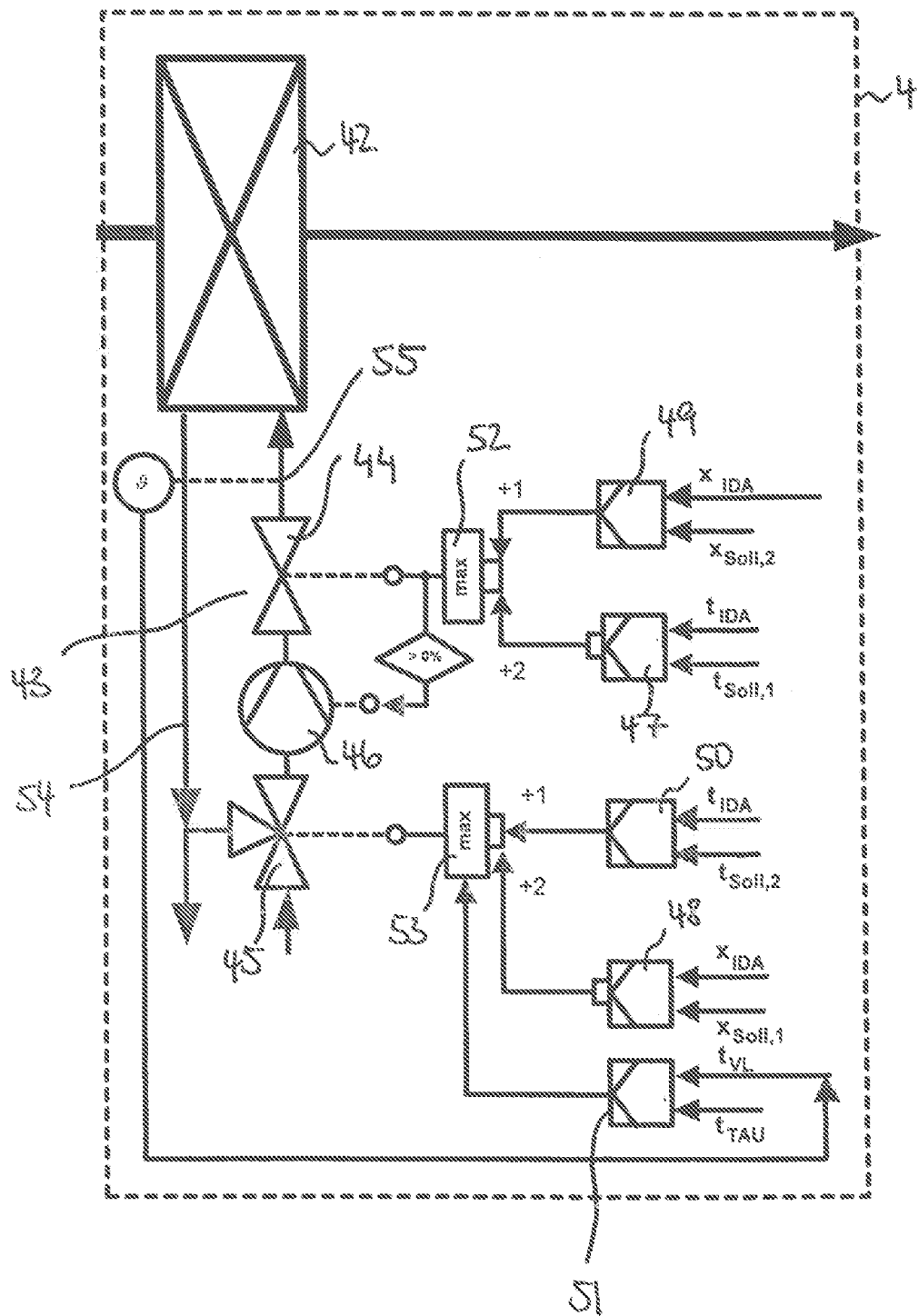


Fig. 5

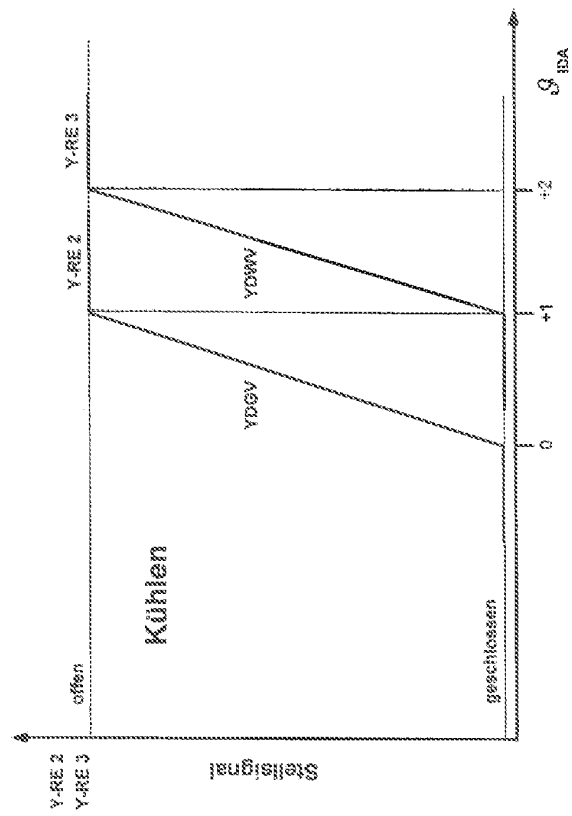
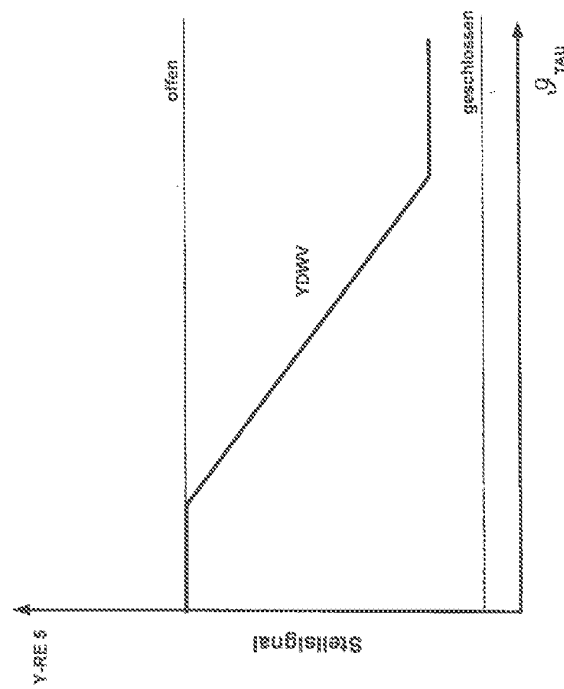


Fig. 6



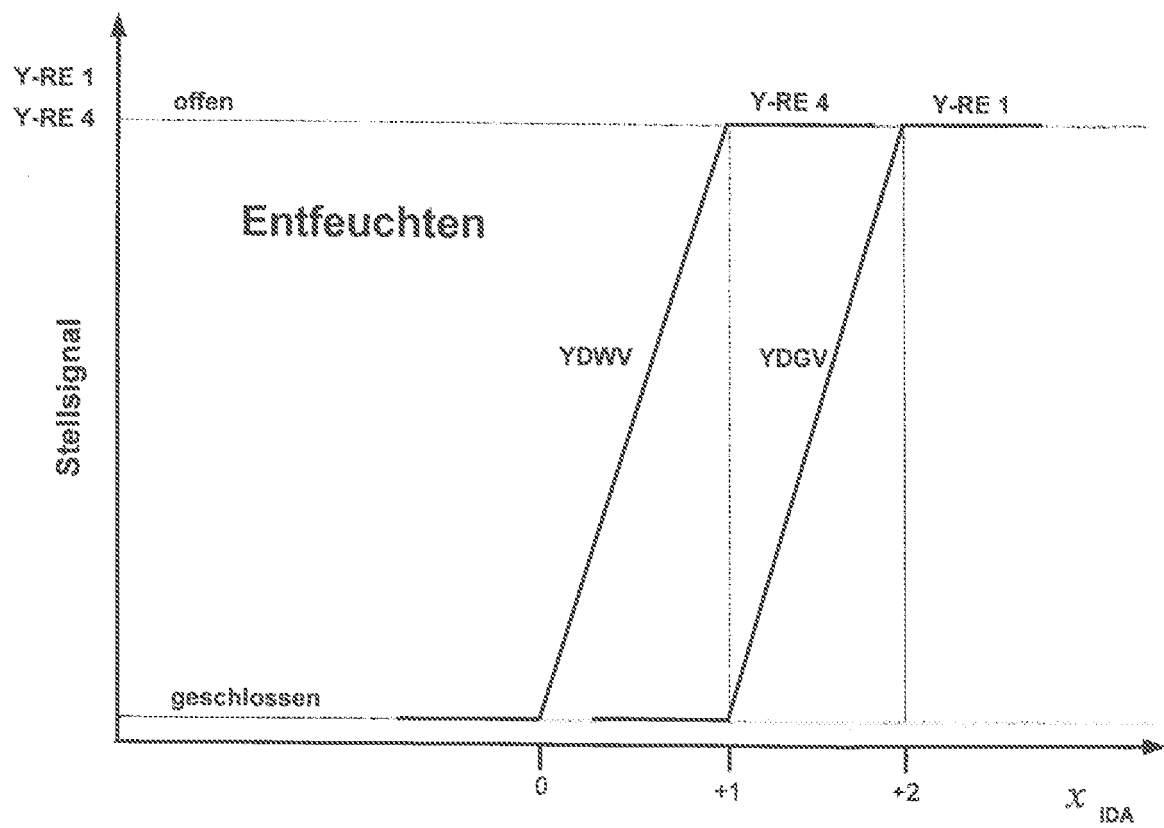


Fig. 7

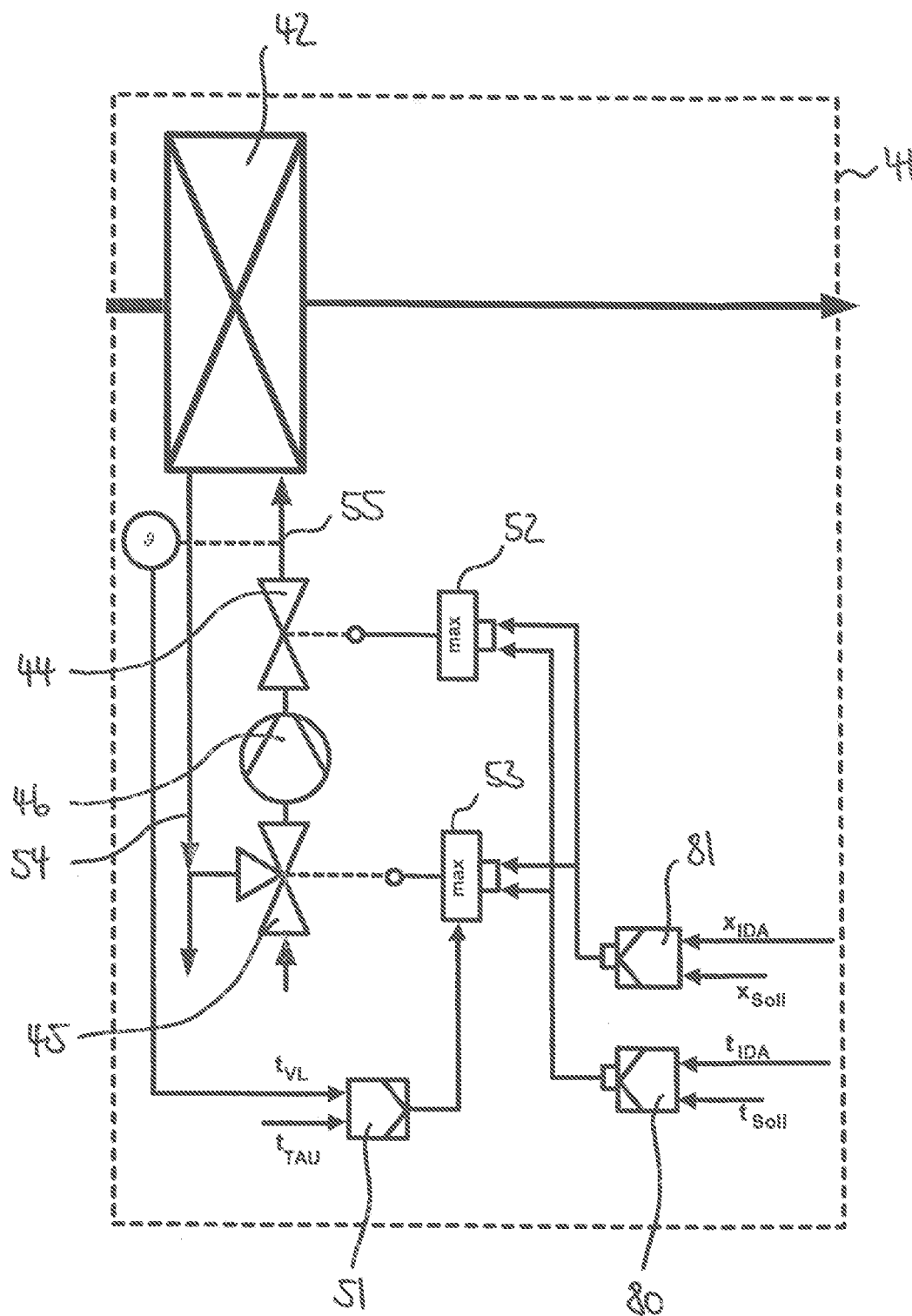


Fig. 8

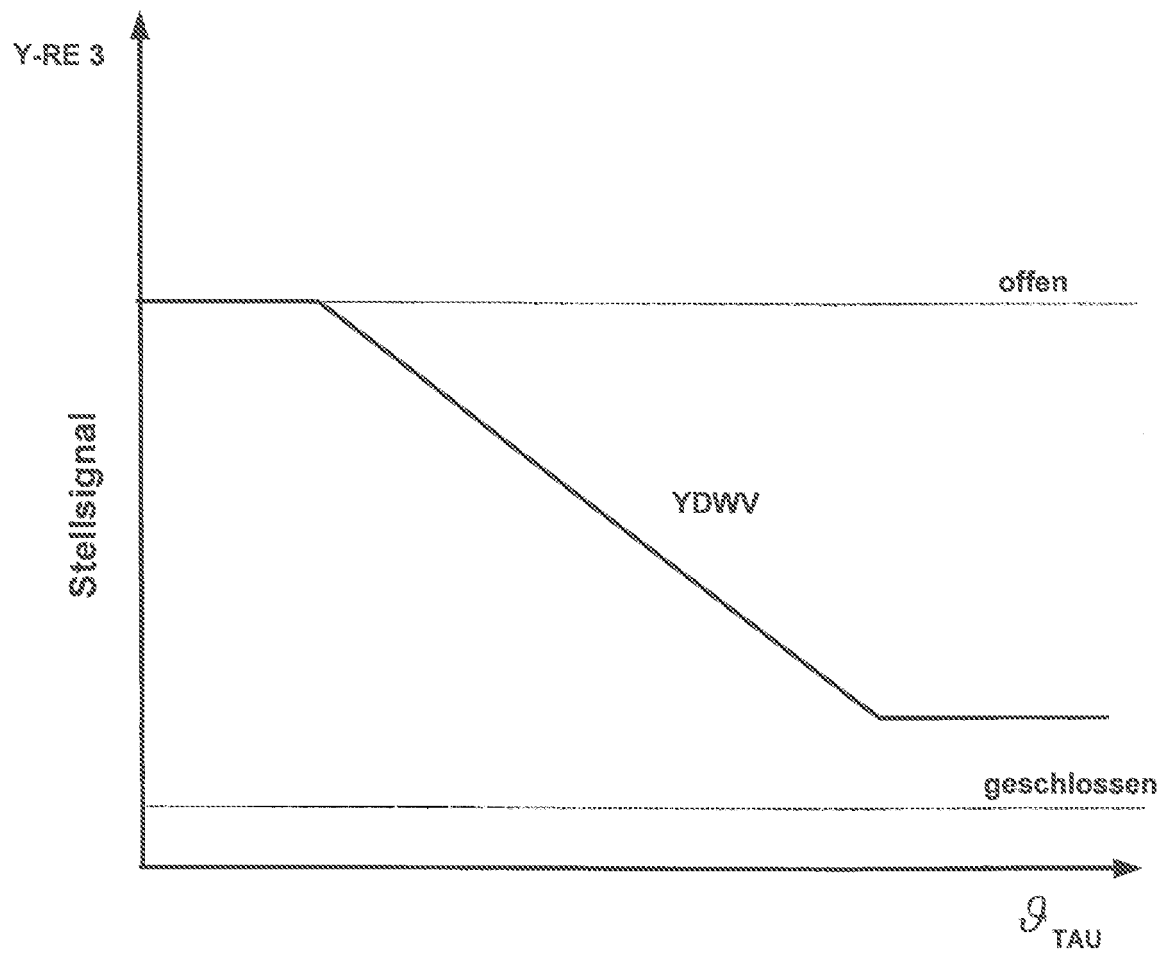


Fig. 9

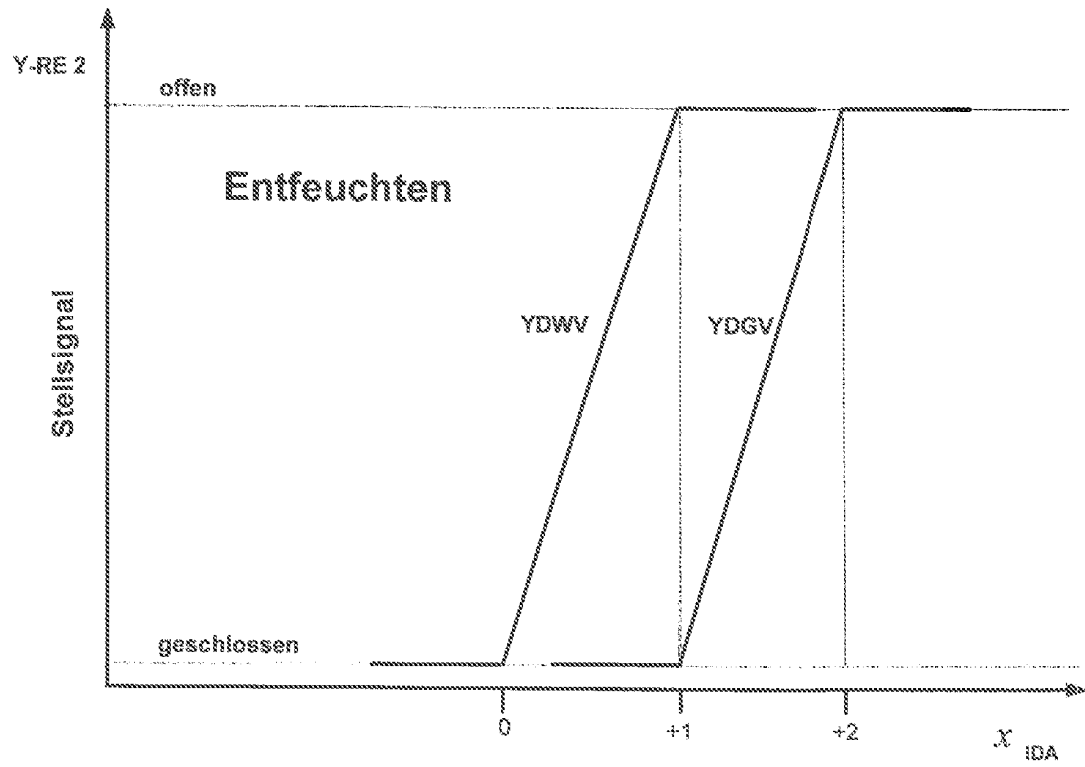


Fig. 10

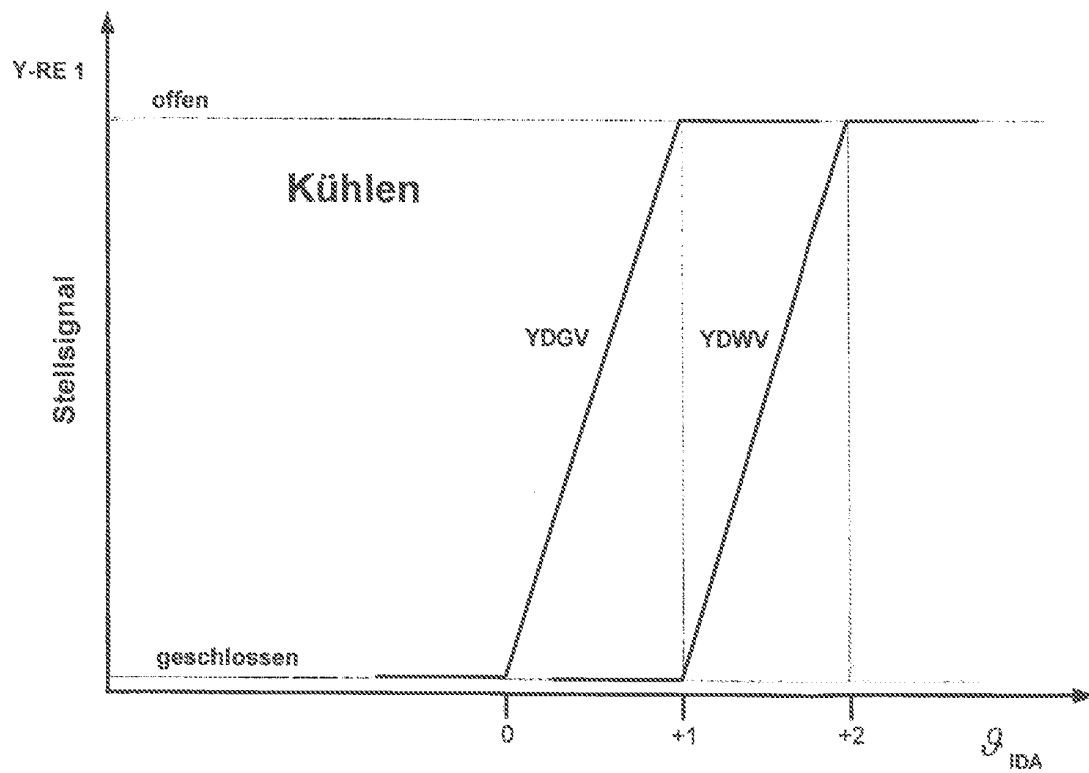


Fig. 11

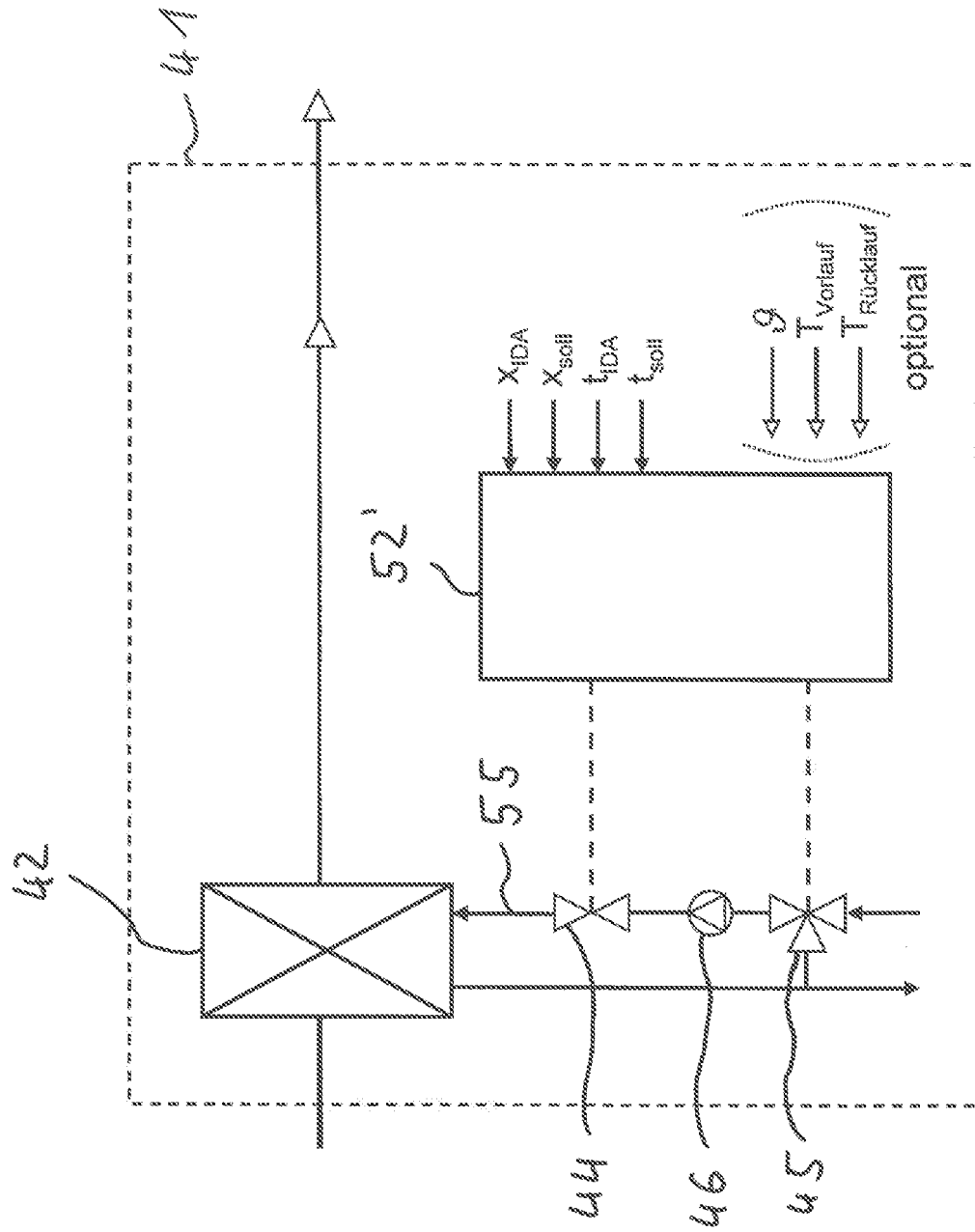


Fig. 12

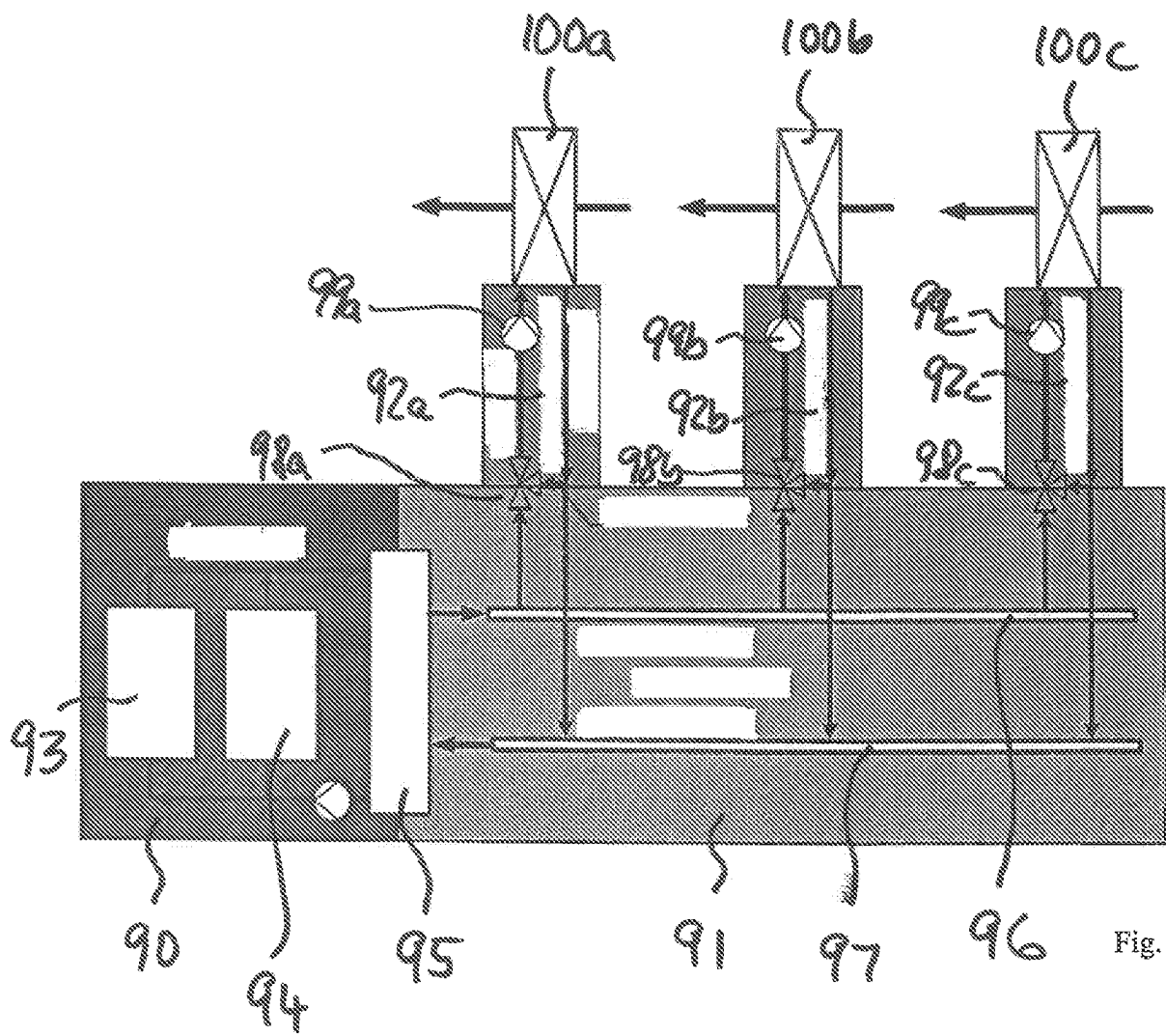
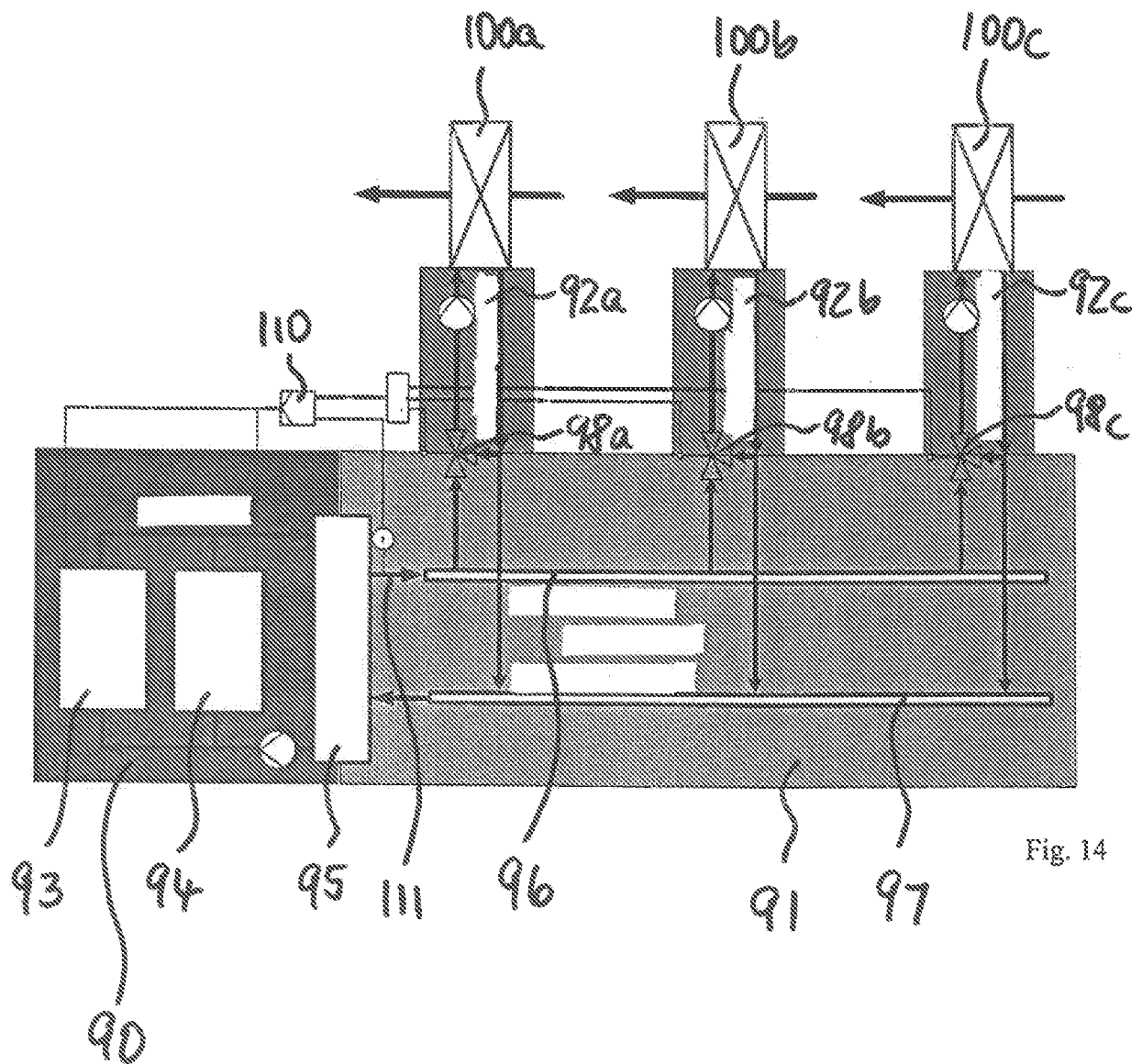


Fig. 13



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

- DE 102009007591 B3 [0010]