



(11) **EP 4 177 533 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.05.2023 Patentblatt 2023/19

(21) Anmeldenummer: **22198516.1**

(22) Anmeldetag: **28.09.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24F 11/80 (2018.01) **F24F 11/81** (2018.01)
F24F 110/10 (2018.01) **F24F 110/12** (2018.01)
F24F 12/00 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F24F 11/80; F24F 11/81; F24F 2012/007;
F24F 2110/10; F24F 2110/12; F24F 2203/02

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

(30) Priorität: **09.11.2021 DE 102021129149**

(71) Anmelder: **Viessmann Climate Solutions SE 35108 Allendorf (DE)**

(72) Erfinder: **GRIESE, Marco 34454 Bad Arolsen (DE)**

(74) Vertreter: **MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann Patentanwälte PartG mbB Paul-Heysel-Strasse 29 80336 München (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUM STEuern EINER LUFTTEMPERATUR IN EINEM RAUM UND SYSTEM ZUR RAUMKLIMATISIERUNG**

(57) Die Erfindung stellt ein Verfahren zum Steuern einer Lufttemperatur T_R in einem Raum 1000 mittels eines Systems zur Raumklimatisierung, das zumindest eine in einem Kühlungsbetrieb betriebsfähige Wärmepumpe 200, einen in dem Raum 1000 angeordneten, mit der Wärmepumpe 200 hydraulisch gekoppelten Wärmeüberträger 300, der im Kühlungsbetrieb der Wärmepumpe 200 zum Abführen von Wärmeenergie aus dem Raum 1000 eingerichtet ist, und eine Lüftungsanlage 100, die zumindest dazu eingerichtet ist, einen Zuluftstrom Q_z , der Frischluft aus einer gegenüber dem Raum 1000 abgegrenzten Umgebung 2000 enthält, in den Raum 1000 einzuleiten, umfasst, wobei das Verfahren ein Betreiben der Wärmepumpe 200 im Kühlungsbetrieb, ein Einleiten eines Zuluftstroms Q_z in den Raum 1000, ein Bereitstellen eines Sollwerts $T_{R,Soll}$ der Lufttemperatur T_R im Raum 1000, ein Erfassen eines Istwerts der Lufttemperatur T_R im Raum 1000, ein Erfassen eines Istwerts einer Temperatur der Frischluft T_F aus der gegenüber dem Raum 1000 abgegrenzten Umgebung 2000, ein Steuern der Lufttemperatur T_R im Raum 1000, insbesondere zum Absenken der Lufttemperatur T_R im Raum 1000, durch Einstellen von jeweils ein oder mehreren Betriebsparametern $P_{wü}$ der im Kühlungsbetrieb betriebenen Wärmepumpe 200 und/oder des Wärmeüberträgers 300 in Abhängigkeit des bereitgestellten Sollwerts $T_{R,Soll}$ und des erfassten Istwerts der Lufttemperatur T_R im Raum 1000, und durch Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern PL, BL der Lüftungsanlage 100 in Abhängigkeit des bereitgestellten Sollwerts $T_{R,Soll}$ und des erfassten Istwerts der Lufttemperatur T_R im Raum 1000 sowie des erfassten Istwerts der

Temperatur der Frischluft T_F aus der gegenüber dem Raum 1000 abgegrenzten Umgebung 2000, umfasst, bereit

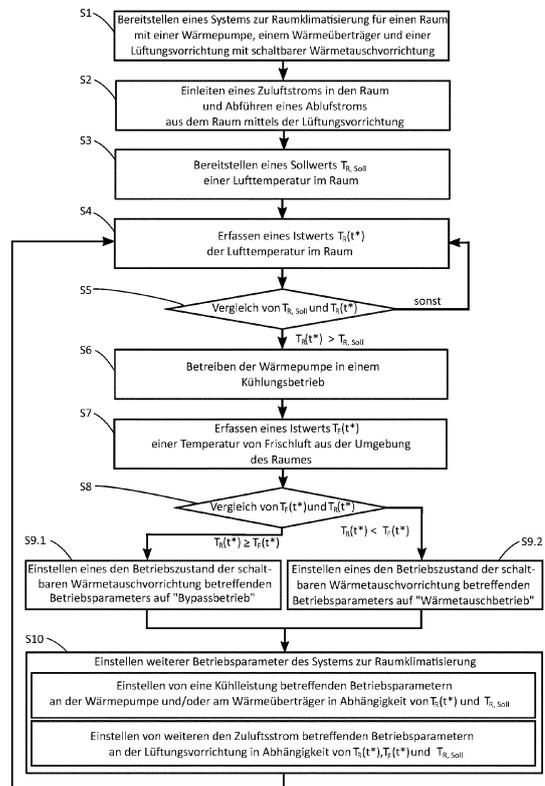


Fig. 2

EP 4 177 533 A1

Beschreibung**Technisches Gebiet**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Lufttemperatur in einem Raum, ein System zur Raumklimatisierung sowie eine Lüftungsvorrichtung und eine Steuervorrichtung zum Einsatz in einem System zur Raumklimatisierung.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Systeme zur Klimatisierung eines Raumes bekannt, die dazu eingerichtet sind, die Lufttemperatur in einem Raum auf eine gewünschte Zieltemperatur abzusenken.

[0003] Ein heutzutage vermehrt zur Anwendung kommandes System umfasst dazu eine in einem Kühlungsbetrieb betriebene Wärmepumpe, die mittels eines im zu klimatisierenden Raum angeordneten Wärmeüberträgers Wärmeenergie aus diesem abführt, um so die dortige Lufttemperatur abzusenken.

[0004] Eine Wärmepumpe ist eine thermodynamische Vorrichtung, die über eine Verbindung zu einer Wärmequellenanlage die Ausnutzung von verschiedenen Umgebungsenergiequellen, zum Beispiel in Form von Aerothermie, Geothermie oder Hydrothermie, ermöglicht, um so einen Energie- bzw. Wärmefluss über die Grenzen eines Zielsystems zu bewirken, bei dem es sich im technischen Gebiet der Raumklimatisierung üblicherweise um zu klimatisierende Räume eines Gebäudes handelt

[0005] In Abhängigkeit der Richtung des durch die Wärmepumpe bewirkten Wärmeflusses, der entweder in das Zielsystem hinein oder aus diesem heraus gerichtet ist, kann die Wärmepumpe sowohl zum Aufheizen (Wärmefluss in das Zielsystem hinein) als auch zum Abkühlen des Zielsystems (Wärmefluss aus dem Zielsystem heraus) verwendet werden. Ersteres soll im Folgenden als Heizungsbetrieb und Letzteres als Kühlungsbetrieb der Wärmepumpe bezeichnet werden. Der Einsatz einer solchen Wärmepumpe zur Raumklimatisierung ist somit besonders dahingehend von Vorteil, dass diese nicht nur zum Abkühlen, sondern auch zum Aufheizen der Luft im zu klimatisierenden Raum eingesetzt werden kann und damit zwei grundlegende Funktionalitäten in einer Vorrichtung vereint

[0006] Obgleich die Wärmepumpe die Ausnutzung von Umgebungsenergiequellen sowohl zum Aufheizen als auch zum Abkühlen ermöglicht, ist trotzdem energetischer Aufwand von Nöten, um den besagten Wärmefluss durch die Wärmepumpe auch umzusetzen. In bestimmten Ausführungsformen der Wärmepumpe müssen dabei beispielsweise ein Verdichter der Wärmepumpe oder aber auch Pumpvorrichtungen zum Energietransport mittels eines Energietransportmediums betrieben werden, was in Abhängigkeit der an der Wärmepumpe angeforderten thermischen Leistung mit entsprechenden Energiekosten beim Betrieb der Selbigen verbunden

ist

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine effizientere Möglichkeit zur Klimatisierung eines Raumes unter Verwendung einer Wärmepumpe bereitzustellen.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren zum Steuern einer Lufttemperatur in einem Raum gemäß des unabhängigen Anspruchs 1 sowie ein System zur Raumklimatisierung gemäß des unabhängigen Anspruchs 12 vorgeschlagen.

[0009] Die jeweiligen abhängigen Ansprüche beziehen sich dabei auf bevorzugte Ausführungsformen, die jeweils für sich genommen oder in Kombination bereitgestellt werden können.

[0010] Ferner werden zudem eine Steuervorrichtung nach Anspruch 14 und eine Lüftungsvorrichtung nach Anspruch 15 zum Einsatz in einem System zur Raumklimatisierung vorgeschlagen.

[0011] Gemäß eines ersten Aspekts der Erfindung wird ein Verfahren zum Steuern einer Lufttemperatur in einem Raum mittels eines Systems zur Raumklimatisierung bereitgestellt, wobei das System zumindest eine in einem Kühlungsbetrieb betreibbare Wärmepumpe, einen in dem Raum angeordneten, mit der Wärmepumpe hydraulisch gekoppelten Wärmeüberträger, der im Kühlungsbetrieb der Wärmepumpe zum Abführen von Wärmeenergie aus dem Raum eingerichtet ist, und eine Lüftungsvorrichtung, die zumindest dazu eingerichtet ist, einen Zuluftstrom, der Frischluft aus einer gegenüber dem Raum abgegrenzten Umgebung enthält, in den Raum einzuleiten, umfasst. Das Verfahren umfasst ein Betreiben der Wärmepumpe im Kühlungsbetrieb, ein Einleiten eines Zuluftstroms in den Raum, ein Bereitstellen eines Sollwerts der Lufttemperatur im Raum, ein Erfassen eines Istwerts der Lufttemperatur im Raum, ein Erfassen eines Istwerts einer Temperatur der Frischluft aus der gegenüber dem Raum abgegrenzten Umgebung und ein Steuern der Lufttemperatur im Raum, insbesondere zum Absenken der Lufttemperatur im Raum, wobei das Steuern ein Einstellen von jeweils ein oder mehreren Betriebsparametern der im Kühlungsbetrieb betriebenen Wärmepumpe und/oder des Wärmeüberträgers in Abhängigkeit des bereitgestellten Sollwerts und des erfassten Istwerts der Lufttemperatur im Raum, und ein Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsvorrichtung in Abhängigkeit des bereitgestellten Sollwerts und des erfassten Istwerts der Lufttemperatur im Raum sowie des erfassten Istwerts der Temperatur der Frischluft aus der gegenüber dem Raum abgegrenzten Umgebung umfasst

[0012] Das Verfahren gemäß des ersten Aspekts der Erfindung ergänzt in vorteilhafter Weise den durch die Wärmepumpe und den Wärmeüberträger bewirkten Wärmefluss zum Zuführen oder Entziehen von Wärmeenergie in bzw. aus dem Raum durch einen weiteren

energetischen Fluss in Form des in den Raum eingeleiteten Zuluftstroms, der durch Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsanordnung zumindest in Abhängigkeit der momentanen Lufttemperatur im Raum (Istwert der Lufttemperatur) sowie der Außentemperatur (Istwert der Temperatur der Frischluft) angepasst wird und so in Kombination mit dem Einsatz der Wärmepumpe ein möglichst effizientes und energiesparendes Steuern der Lufttemperatur im Raum gestattet.

[0013] Wärmeüberträger und Wärmepumpe sind über ein hydraulisches Leitungsnetzwerk miteinander verbunden, in dem ein Energietransportmedium (z.B. Wasser) fließt, um Wärmeenergie zwischen Wärmepumpe und Wärmeüberträger oder umgekehrt zu übertragen.

[0014] Unter einem Kühlungsbetrieb der Wärmepumpe ist dabei ein Betriebszustand derselbigen zu verstehen, bei dem diese einem vom Wärmeüberträger in Richtung Wärmepumpe fließender erster Strom des Energietransportmediums Wärmeenergie entzieht, um so einen von der Wärmepumpe in Richtung des Wärmeüberträgers fließenden zweiten Strom des Energietransportmediums mit einem gegenüber dem ersten Strom reduzierten Wärmeenergieinhalt bereitzustellen, was sich üblicherweise in einer gegenüber dem ersten Strom niedrigeren Temperatur des Energietransportmediums des zweiten Stroms äußert. So kann der zweite Strom an dem als Schnittstelle zum Raum fungierenden Wärmeüberträger Wärmeenergie aus dem Raum bzw. aus der Luft des Raums aufnehmen und diese über den ersten Strom an die Wärmepumpe abführen, die diesen wiederum über eine Wärmequellenanlage an eine Umgebung des Raumes abgibt. Auf diese Weise wird ein Wärmefluss aus dem Raum über die Wärmepumpe in die Umgebung bzw. ein Kältefluss von der Umgebung über die Wärmepumpe in den Raum umgesetzt.

[0015] Unter den jeweiligen ein oder mehreren Betriebsparametern der im Kühlungsbetrieb betriebenen Wärmepumpe sowie des Wärmeüberträgers sind dabei eine Kühlleistung betreffende Betriebsparameter zu verstehen, bei denen es sich beispielsweise und nicht erschöpfend um eine Temperatur eines dem Wärmeüberträger durch die Wärmepumpe bereitgestellten Energietransportmediums, um einen durch die Wärmepumpe eingestellten Volumenstrom des Energietransportmediums im hydraulischen Leitungsnetzwerk oder um eine durch ein Steuerungsventil des Wärmeüberträgers einstellbare Durchflussrate des Energietransportmediums am Wärmeüberträger handeln kann.

[0016] Unter den ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsanordnung sind dabei einen thermodynamischen und/oder einen strömungsmechanischen Zustand des Zuluftstroms betreffende Betriebsparameter zu verstehen, bei denen es sich beispielsweise und nicht erschöpfend um einen Volumenstrom oder um eine Strömungsgeschwindigkeit, oder - falls die Lüftungsanordnung zum Einstellen dieser Größen eingerichtet ist - um eine Luftfeuchtigkeit oder um eine Temperatur der Luft

des Zuluftstroms handelt.

[0017] Um die Lufttemperatur im Raum im Zuge des Steuerns der Lufttemperatur im Raum auf den bereitgestellten Sollwert zu bringen, werden die Betriebsparameter der Lüftungsanordnung und der Wärmepumpe und/oder des Wärmeüberträgers in Abhängigkeit der erfassten Temperaturwerte eingestellt.

[0018] So kann beispielsweise für den Ausgangsfall, dass die Lufttemperatur im Raum größer ausfällt als der Sollwert und als die Außentemperatur, in einer ersten Phase ein Abkühlen der Luft im Raum durch Wärmepumpe und Wärmeüberträger mit einer initialen Kühlleistung P_1 durch den kombinierten Einsatz mit der Lüftungsanordnung unterstützt werden. Der Volumenstrom des Zuluftstroms wird dabei möglichst hoch eingestellt, um so ein zusätzliches Abkühlen durch Einleiten der enthaltenen kühleren Frischluft zu bewirken. Dadurch kann bei ansonsten gleichbleibender Kühlleistung von Wärmepumpe/Wärmeüberträger eine Abkühlrate der Luft im Raum erhöht werden, um so den gewünschten Sollwert zeitlich schneller zu erreichen als in einem Fall, in dem die Lüftungsanordnung keinen Zuluftstrom einleitet. Alternativ kann die Kühlleistung von Wärmepumpe/Wärmeüberträger auf einen niedrigen Wert $P_2 < P_1$ gesetzt werden, um die Wärmepumpe und den Wärmeüberträger zu entlasten und Energiekosten zu reduzieren, ohne dabei die Abkühlrate im Vergleich zu dem Fall, in dem die Lüftungsanordnung keinen Zuluftstrom einleitet, nennenswert zu verringern.

[0019] Unterschreitet in dem vorgenannten Beispiel die Lufttemperatur im Raum die Außentemperatur, so wird in einer zweiten Phase der Volumenstrom des Zuluftstroms abgesenkt, insbesondere auf null gesetzt, um dem weiteren Abkühlen der Luft im Raum nicht unnötig durch Einleiten einer wärmeren Luft enthaltenden Zuluftstroms entgegenzuwirken.

[0020] Im vorgenannten Beispiel können nach Erreichen des Sollwerts Schwankungen der Lufttemperatur um den selbigen zudem durch kombiniertes Einstellen der Betriebsparameter von der Wärmepumpe und/oder dem Wärmeüberträger sowie von der Lüftungsanordnung reduziert werden, die Lufttemperatur kann also im regelungstechnischen Sinne stabil gehalten werden. Hierbei kann die Lüftungsanordnung beispielsweise eingesetzt werden, um die Lufttemperatur im Raum durch Einleiten einer wärmeren Luft enthaltenden Zuluftstroms zu erhöhen, wohingegen der Einsatz von Wärmepumpe im Kühlungsbetrieb und dem Wärmeüberträger zum Absenken bzw. Erhalten der Lufttemperatur im Raum eingesetzt wird.

[0021] Das Verfahren ist dabei keineswegs auf den zuvor skizzierten exemplarischen Fall beschränkt, sondern kann auf verschiedene andere Weisen erfolgen, wie zum Beispiel in den Fig. 3 bis 5B beschrieben.

[0022] Vorzugsweise werden die Betriebsparameter von Wärmepumpe und/oder Wärmeüberträger in Abhängigkeit eines Vergleichs zwischen Istwert und Sollwert der Lufttemperatur im Raum eingestellt, insbesondere in

Abhängigkeit einer Differenz der besagten Werte. Dadurch kann nicht nur die Abkühlrate optimal eingestellt werden, sondern es wird auch ein stabiles Halten des Sollwerts der Lufttemperatur nach Erreichen desselbigen ermöglicht.

[0023] Vorzugsweise werden die Betriebsparameter von Lüftungsvorrichtung in Abhängigkeit eines Vergleichs zwischen dem Istwert der Lufttemperatur im Raum und dem Istwert der Temperatur der Frischluft eingestellt, insbesondere in Abhängigkeit einer Differenz der besagten Werte.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Lüftungsvorrichtung weiterhin dazu eingerichtet, Luft aus dem Raum als Abluftstrom aus dem Raum abzuleiten, und die Lüftungsvorrichtung umfasst ferner eine schaltbare Wärmetauschkvorrichtung, die für einen Wärmetausch mit Übertragen von Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom und dem Abluftstrom eingerichtet ist, und als mögliche Betriebszustände zumindest einen Wärmetauschbetrieb und einen Bypassbetrieb umfasst, wobei im Wärmetauschbetrieb mehr Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom und dem Abluftstrom übertragen wird als im Bypassbetrieb, und wobei das Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsvorrichtung ein Einstellen eines den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetauschkvorrichtung bestimmenden Betriebsparameters umfasst

[0025] Der Wärmetausch ist hierbei nicht als auf eine Übertragungsrichtung beschränkt zu verstehen, dahingehend, dass je nach thermodynamischen Zuständen von Zu- und Abluftstrom grundsätzlich Wärmeenergie in beide Richtungen übertragen werden kann, also vom Zuluftstrom zum Abluftstrom oder vom Abluftstrom zum Zuluftstrom.

[0026] Unter der schaltbaren Wärmetauschkvorrichtung ist dabei zu verstehen, dass deren Betriebszustand im Zuge des Verfahrens zwischen besagtem Wärmetauschbetrieb und besagtem Bypassbetrieb hin und her geschaltet werden kann. Der den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetauschkvorrichtung bestimmende bzw. festlegende Betriebsparameter kann insbesondere zumindest zwei unterschiedliche Werte annehmen, wobei ein erster Wert einem Betrieb im Betriebszustand "Bypassbetrieb" und ein zweiter Wert einem Betrieb im Betriebszustand "Wärmetauschbetrieb" entspricht. Besagter den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetauschkvorrichtung bestimmende Betriebsparameter ist als zu den ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsvorrichtung zugehörig zu verstehen, die im Zuge des Steuerns der Lufttemperatur im Raum eingestellt werden können.

[0027] Durch Einsatz der schaltbaren Wärmetauschkvorrichtung wird ein effizienter zeitgleicher Einsatz von Wärmepumpe/Wärmeüberträger und Lüftungsvorrichtung ermöglicht, im Zuge dessen ein unter Umständen durch das Austauschen eines Anteils der Luft im Raum durch die Lüftungsvorrichtung bedingter gegenteiliger Effekt beim Steuern der Lufttemperatur im Raum erheb-

lich reduziert werden kann.

[0028] So wird durch den Einsatz der schaltbaren Wärmetauschkvorrichtung unter anderem eine Möglichkeit zur Kälterückgewinnung beim Austausch eines Anteils der Luft im Raum bereitgestellt. Unter der Kälterückgewinnung ist dabei analog zu der bekannten Wärmerückgewinnung ein Betriebszustand der Wärmetauschkvorrichtung zu verstehen, in dem der aus dem Raum abgeleitete Abluftstrom eingesetzt wird, um dem in den Raum einzuleitenden Zuluftstrom vor dessen Einleitung in den Raum Wärmeenergie zu entziehen und dessen Temperatur im Vergleich zu der von dessen Entnahmestelle abzusenken. Die Entnahmestelle entspricht hierbei der Umgebung des Raums, aus der Frischluft entnommen bzw. angesaugt wird, um so den Zuluftstrom bereitzustellen. In anderen Worten wird nicht die gesamte Kälteenergie des Abluftstroms aus dem Raum abgeführt, sondern anteilig wieder über den Zuluftstrom zugeführt, wobei die Kälteenergie als Gegensatz zur Wärmeenergie zu verstehen ist. Die gezielte Kälterückgewinnung erfolgt dabei verstärkt im Wärmetauschbetrieb der Wärmetauschkvorrichtung, wohingegen im Bypassbetrieb die Kälterückgewinnung vergleichsweise niedriger ausfällt, im Idealfall geht diese sogar gegen null.

[0029] Die Möglichkeit zur Kälterückgewinnung ist besonders in den Fällen von Vorteil, in denen eine Lufttemperatur im Raum abgesenkt werden soll, wobei diese anfänglich kleiner ausfällt als die Außentemperatur (Istwert der Temperatur der Frischluft). In diesem Fall wird beim Betrieb der Wärmetauschkvorrichtung im Wärmetauschbetrieb der abgeführte Abluftstrom, dessen Temperatur in der Regel der Lufttemperatur im Raum entspricht, zum Abkühlen des die wärmere Frischluft enthaltenen Zuluftstroms noch vor dessen Einleitung in den Raum eingesetzt, um die durch den Zuluftstrom in den Raum eingebrachte Wärmeenergiemenge bzw. die durch den Abluftstrom abgeführte Kälteenergiemenge zu reduzieren. Mit dieser Möglichkeit der Kälterückgewinnung wird ein durch das Einleiten des Zuluftstroms bedingtes Erhöhen der Lufttemperatur im Raum im Vergleich zum Fall ohne Kälterückgewinnung erheblich reduziert und so einem weiteren Absenken der Lufttemperatur im Raum weniger stark entgegenzuwirken, was wiederum die Energiekosten beim Betrieb der Wärmepumpe und des Wärmeüberträgers reduziert.

[0030] Im Fall, dass die Lufttemperatur im Raum abgesenkt werden soll und anfänglich größer ausfällt als die Außentemperatur, bietet sich dagegen der Bypassbetrieb der Wärmetauschkvorrichtung an, in dem der Abluftstrom und der Zuluftstrom wärmeenergetisch gesehen möglichst isoliert durch die Lüftungsvorrichtung geleitet werden. Dadurch wird gewährleistet, dass der ohnehin kühlere Frischluft enthaltende Zuluftstrom nicht unnötig durch den wärmeren Abluftstrom aufgeheizt wird.

[0031] Hinsichtlich des zeitgleichen Einsatzes von Wärmepumpe/Wärmeüberträger und Lüftungsvorrichtung ist anzumerken, dass dieser im Zuge einer Raumklimatisierung üblicherweise gewünscht ist, obwohl dies

beispielsweise beim Absenken der Lufttemperatur im Raum unter Umständen zu niedrigeren Abkühlraten führen kann als im Falle eines lediglichen Einsatz von Wärmepumpe/Wärmeüberträger. Allerdings bewirkt die Lüftungsvorrichtung einen gewünschten Austausch der Luft im Raum, um so insbesondere "verbrauchte Luft" mit beispielsweise niedrigem Sauerstoffgehalt, erhöhter Aerosol-, Keim- oder Erregerbelastung durch "saubere" Frischluft zu ersetzen und damit positiv zum Raumklima und einer dortigen Luftqualität beizutragen.

[0032] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einstellen des den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetauschvorrichtung bestimmenden Betriebsparameters zum Steuern der Lufttemperatur im Raum, insbesondere zum Absenken der Lufttemperatur im Raum, unter der Maßgabe, dass die schaltbare Wärmetauschvorrichtung im Wärmetauschbetrieb betrieben wird, sofern der erfasste Istwert der Lufttemperatur im Raum kleiner ausfällt als ein vorgegebener Temperaturgrenzwert, und die schaltbare Wärmetauschvorrichtung im Bypassbetrieb betrieben wird, sofern der erfasste Istwert der Lufttemperatur im Raum größer ausfällt als der vorgegebene Temperaturgrenzwert.

[0033] Dadurch erfolgt in vorteilhafter Weise ein Umschalten des Betriebszustands der schaltbaren Wärmetauschvorrichtung, sobald die vorgenannten Bedingungen erfüllt sind bzw. ein Über- oder Unterschreiten des vorgegeben Temperaturgrenzwerts erfolgt. Der Einsatz des Wärmetauschbetriebs kann somit auf den erfassten Istwert der Lufttemperatur im Raum abgestimmt werden, um so möglicherweise einen kontraproduktiven Betriebszustand zu vermeiden.

[0034] Der vorgegebene Temperaturgrenzwert hängt vorzugsweise von ein oder mehreren Eingangsgrößen ab, bei denen es sich insbesondere um den erfassten Istwert der Lufttemperatur im Raum selbst, den erfassten Istwert der Temperatur der Frischluft und dem bereitgestellten Sollwert der Lufttemperatur im Raum handelt

[0035] Durch das Einstellen des den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetauschvorrichtung bestimmenden Betriebsparameters in Abhängigkeit des von den ein oder mehreren Eingangsgrößen abhängigen Temperaturgrenzwerts kann eine durch die schaltbare Wärmetauschvorrichtung bestimmbare Energierückgewinnung (Kälte- aber auch Wärmerückgewinnung) eingesetzt werden, um so den Sollwert der Lufttemperatur im Raum auf möglichst effiziente bzw. energiekostensparende Weise zu erreichen (siehe auch Fig. 3 bis 5B).

[0036] Hierzu zählt beispielsweise die bereits beschriebene Kälterückgewinnung im Zuge eines Steuerns zum Absenken der Lufttemperatur im Raum, für die die schaltbare Wärmetauschvorrichtung im Wärmetauschbetrieb betrieben wird, sofern der erfasste Istwert der Lufttemperatur im Raum kleiner ausfällt als der erfasste Istwert der Temperatur der Frischluft, der in diesem exemplarischen Fall als vorgegebenen Temperaturgrenzwert fungiert.

[0037] Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass das

Verfahren nicht auf einen direkten Größenvergleich des Istwertes der Lufttemperatur und des vorgegebenen Temperaturgrenzwert beschränkt ist. Es können alternativ auch beliebige, vorzugsweise dimensionslose Verhältnisse zum Einsatz kommen.

[0038] Alternativ erfolgt vorzugsweise das Einstellen des den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetauschvorrichtung bestimmenden Betriebsparameters zum Steuern der Lufttemperatur im Raum, insbesondere zum Absenken der Lufttemperatur im Raum, unter der Maßgabe, dass die schaltbare Wärmetauschvorrichtung im Wärmetauschbetrieb betrieben wird, sofern eine vordefinierte Betriebszustandsfunktion Werte in einem ersten Wertebereich annimmt, und die schaltbare Wärmetauschvorrichtung im Bypassbetrieb betrieben wird, sofern die vordefinierte Betriebszustandsfunktion Werte in einem zweiten Wertebereich annimmt, wobei insbesondere der erfasste Istwert der Lufttemperatur im Raum, der erfasste Istwert der Temperatur der Frischluft und der bereitgestellten Sollwert der Lufttemperatur im Raum Eingangsgrößen der Betriebszustandsfunktion sind.

[0039] Dadurch wird eine im Vergleich zum vorgegebenen Temperaturgrenzwert flexiblerer Einstellung des Betriebszustands der schaltbaren Wärmetauschvorrichtung ermöglicht, mit der zahlreiche unterschiedliche Wertkonstellationen der für das Verfahren wesentliche Größen berücksichtigt werden können, um so die durch die schaltbare Wärmetauschvorrichtung ermöglichte Energierückgewinnung noch effizienter zum Steuern der Lufttemperatur im Raum einzusetzen.

[0040] Unter der Betriebszustandsfunktion ist dabei jedwede mathematische Zuordnung zu verstehen, die den zuvor genannten Eingangsgrößen einen bestimmten Ausgabewert zuordnet. Als Beispiel sei die nachfolgende Betriebszustandsfunktion f genannt, in der $T_R(t^*)$ dem erfassten Istwert der Lufttemperatur im Raum, $T_F(t^*)$ dem erfassten Istwert der Temperatur der Frischluft und $T_{R,Soll}$ dem bereitgestellten Sollwert entspricht:

$$f = \left(\frac{T_R(t^*)}{T_{R,Soll}} - 1 \right) \left(\frac{T_R(t^*)}{T_F(t^*)} - 1 \right) \quad \text{[Gleichung 1]}$$

[0041] Der erste Multiplikator auf der rechten Seite in Gleichung 1 gibt dabei durch sein Vorzeichen an, ob die Lufttemperatur im Raum abzusenken oder zu erhöhen ist, und das Vorzeichen des zweiten Multiplikators gibt an, ob grundsätzlich Wärmeenergie von Zuluft- auf Abluftstrom oder umgekehrt übertragen werden kann.

[0042] Aus Gründen der Einfachheit wird angenommen, dass eine Temperatur des Abluftstroms kurz nach dem Abführen aus dem Raum der dortigen Lufttemperatur entspricht. Um eine bessere Einschätzung hinsichtlich des möglichen Wärmetauschs in der schaltbaren Wärmetauschvorrichtung zu ermöglichen, umfasst das Verfahren vorzugsweise ein Erfassen eines Istwerts der Temperatur des durch die Lüftungsvorrichtung abgeführten Abluftstroms bevor dieser durch die schaltbare Wär-

metauschovrortung geleitet wird und/oder ein Erfassen eines Istwertes des durch die Lüftungsvorrichtung in den Raum einzuleitenden Zuluftstroms bevor dieser durch die schaltbare Wärmetauschovrortung geleitet wird und im Anschluss in den Raum eingeleitet wird, wobei das Einstellen des den Betriebszustand bestimmenden Betriebsparameters der schaltbaren Wärmetauschovrortung alternativ in Abhängigkeit der zuvor beschriebenen erfassten Istwerte erfolgt

[0043] Für die exemplarische Betriebszustandsfunktion gemäß Gleichung 1 würde der Fall $f < 0$ dabei dem zuvor besagten ersten Wertebereich für den Wärmetauschovbetrieb und der Fall $f \geq 0$ dem zuvor besagten zweiten Wertebereich für den Bypassbetrieb entsprechen. So erfolgt im Falle eines gewünschten Absenkens der Lufttemperatur im Raum ein Wärmetausch mit dem primären Ziel der Kälterückgewinnung und im Falle eines gewünschten Erhöehens der Lufttemperatur im Raum ein Wärmetausch mit dem primären Ziel der Wärmerückgewinnung.

[0044] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die schaltbare Wärmetauschovrortung weiterhin einen Mischbetrieb als möglichen Betriebszustand, in dem die schaltbare Wärmetauschovrortung anteilig im Wärmetauschovbetrieb und anteilig im Bypassbetrieb betrieben wird, derart, dass im Mischbetrieb mehr Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom und dem Abluftstrom übertragen wird als im Bypassbetrieb und weniger Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom und dem Abluftstrom übertragen wird als im Wärmetauschovbetrieb, wobei das Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsvorrichtung ferner ein Einstellen eines ein Verhältnis von Wärmetauschovbetrieb und Bypassbetrieb im Mischbetrieb bestimmenden Betriebsparameters umfasst

[0045] Auf diese Weise kann ein Ausmaß der Energierückgewinnung gezielt eingestellt werden, um so eine weitere Stellschraube für das Steuern der Lufttemperatur im Raum bereitzustellen, wobei der das Verhältnis von Wärmetauschovbetrieb und Bypassbetrieb im Mischbetrieb bestimmende Betriebsparameter ist dabei als zu den ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsvorrichtung zugehörig zu verstehen und entspricht insbesondere zeitgleich dem den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetauschovrortung bestimmenden Betriebsparameter. So kann die schaltbare Wärmetauschovrortung über lediglich einen Betriebsparameter eingestellt werden, beim dem es sich beispielsweise um eine Ventilstellung eines den Zu- und Abluftstrom betreffenden Steuerungsventils (z.B. eines Bypassventils, wie in Fig. 1 dargestellt) handeln kann.

[0046] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner ein Erfassen eines Istwertes einer Luftfeuchtigkeit im Raum, insbesondere in einem an den Wärmeüberträger angrenzenden Teilbereich des Raums.

[0047] Auf diese Weise kann das Verfahren um eine Überwachung einer üblicherweise unerwünschten Kon-

densation des in der Luft im Raum gelösten Wassers an mit dem unter Umständen kälteren Energietransportmedium durchflossenen Stellen des Wärmeüberträgers erweitert.

[0048] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einstellen der ein oder mehreren Betriebsparameter der im Kühlungsbetrieb betriebenen Wärmepumpe und/oder des Wärmeüberträgers zusätzlich in Abhängigkeit vom erfassten Istwert der Luftfeuchtigkeit im Raum, und erfolgt zudem unter der Maßgabe, dass eine Temperatur des Wärmeüberträgers, insbesondere einer an einen Teilbereich des Raums angrenzenden Grenzfläche des Wärmeüberträgers, größer ist als eine Taupunkttemperatur der Luft im Raum, insbesondere der Luft in dem an die Grenzfläche des Wärmeüberträgers angrenzenden Teilbereichs des Raums. Vorzugsweise umfasst das Verfahren hierbei zusätzlich den Schritt eines Erfassens eines Istwertes einer Temperatur der Grenzfläche des Wärmeüberträgers.

[0049] Unter der Grenzfläche des Wärmeüberträgers ist dabei die für den Wärmefluss zwischen Luft im Raum und Energietransportmedium im Wärmeüberträger eingerichtete Fläche zu verstehen.

[0050] Auf diese Weise kann die mit Überschreiten der Taupunkttemperatur einsetzende Kondensation des in der Luft im Raum gelösten Wassers am Wärmeüberträger, insbesondere an dessen Grenzfläche, zuverlässig verhindert werden, indem beispielsweise eine Temperatur des den Wärmeüberträger durchfließenden Energietransportmediums stets oberhalb der Taupunkttemperatur gehalten wird.

[0051] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner ein Erfassen eines Istwertes einer Luftfeuchtigkeit der Frischluft aus der gegenüber dem Raum abgegrenzten Umgebung, und ein Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum, wobei das Steuern der Luftfeuchtigkeit ein Bereitstellen eines Sollwerts der Luftfeuchtigkeit im Raum, und ein Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsvorrichtung in Abhängigkeit des bereitgestellten Sollwerts der Luftfeuchtigkeit im Raum, des erfassten Istwertes der Luftfeuchtigkeit im Raum und des erfassten Istwertes der Luftfeuchtigkeit der Frischluft aus der gegenüber dem Raum abgegrenzten Umgebung, umfasst

[0052] Auf diese Weise wird das Verfahren um eine Möglichkeit zum gezielten Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum erweitert, um so unter anderem die zuvor beschriebene unerwünschte Kondensation am Wärmeüberträger nicht nur passiv zu verhindern, in dem z.B. durch Anpassen der Temperatur des Energietransportmediums sichergestellt wird, dass eine Taupunkttemperatur nicht unterschritten wird, sondern auch aktiv durch gezieltes Steuern der Luftfeuchtigkeit verhindert werden kann (siehe auch Fig. 6C und 6D).

[0053] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Lüftungsvorrichtung einen Feuchtigkeitsabscheider, der insbesondere als Enthalpietauscher ausgeführt ist, und dazu eingerichtet ist, eine Luftfeuchtigkeit des ein-

geleiteten Zuluftstroms anzupassen, wobei das Einstellen der ein oder mehreren Betriebsparameter der Lüftungsvorrichtung zum Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum ein Einstellen eines eine Abscheideleistung des Feuchtigkeitsabscheiders betreffenden Betriebsparameters umfasst

[0054] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsvorrichtung zum Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum zusätzlich in Abhängigkeit des erfassten Istwerts der Lufttemperatur und in Abhängigkeit zumindest eines Betriebsparameters der ein oder mehreren Betriebsparameter der Wärmepumpe oder der ein oder mehreren Betriebsparameter des Wärmeüberträgers oder der Temperatur des Wärmeüberträgers.

[0055] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum, insbesondere das Bereitstellen des Sollwerts der Luftfeuchtigkeit im Raum, unter der Maßgabe, dass eine relative Luftfeuchtigkeit in dem an die Grenzfläche des Wärmeüberträgers angrenzenden Teilbereich des Raums weniger als 100% beträgt

[0056] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Steuern der Lufttemperatur im Raum unter der Maßgabe, eine durch den Wärmeüberträger und die Lüftungsvorrichtung verursachte Geräuschemission im Raum zu minimieren. Dadurch wird beispielsweise ein Komfortempfinden einer im Raum befindlichen Person beim simultanen Einsatz von Lüftungsvorrichtung und Wärmeüberträger erhöht

[0057] Vorzugsweise umfasst das Verfahren weiterhin ein Detektieren einer Anwesenheit einer Person im Raum und/oder in einem den Raum beinhaltenden Gebäude, wobei zum Steuern der Lufttemperatur im Raum und/oder der Luftfeuchtigkeit im Raum das Einstellen der jeweils ein oder mehreren Betriebsparametern der im Kühlungsbetrieb betriebenen Wärmepumpe und/oder des Wärmeüberträgers sowie der ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsvorrichtung zusätzlich in Abhängigkeit eines eine Anwesenheit einer Person im Raum und/oder im den Raum beinhaltenden Gebäude betreffenden Detektionsergebnisses erfolgt.

[0058] Auf diese Weise erfolgt der Betrieb von Lüftungsvorrichtung und Wärmepumpe bzw. Wärmeüberträger vorteilhaft in Abhängigkeit einer Anwesenheit einer Person im Raum und/oder im Gebäude.

[0059] So kann beispielsweise eine Lufttemperatur im Raum auf einem oberhalb des Sollwerts liegenden Standby-Wert gehalten werden, sofern keine Person im Raum anwesend ist, um ein unnötiges und energiekonsumierendes Konstanthalten auf dem niedrigeren Sollwert zu vermeiden. Wird letztlich eine Anwesenheit detektiert (positives Detektionsergebnis), so kann ein Abkühlen der Lufttemperatur vom Standby-Wert auf den Sollwert initiiert werden.

[0060] Ferner kann beispielsweise die üblicherweise im Vergleich zu Wärmepumpe/Wärmeüberträger geräuschemissionsstärkere Lüftungsvorrichtung in höheren

Leistungsbereichen betrieben werden, sofern keine Person im Raum anwesend ist (negatives Detektionsergebnis). Wird dagegen eine Anwesenheit einer Person im Raum detektiert, so kann die Lüftungsvorrichtung in einem niedrigeren Leistungsbereich betrieben werden, um Geräuschemissionen der Lüftungsvorrichtung im Vergleich zum höheren Leistungsbereich zu reduzieren und so ein Komfortempfinden der anwesenden Person zu erhöhen.

[0061] Gemäß eines zweiten Aspekts der Erfindung wird ein System zur Raumklimatisierung bereitgestellt, das zum Steuern einer Lufttemperatur in einem Raum nach einem Verfahren gemäß des ersten Aspekts der Erfindung eingerichtet ist und dazu zumindest eine in einem Kühlungsbetrieb betreibbare Wärmepumpe, einen in dem Raum angeordneten, mit der Wärmepumpe hydraulisch gekoppelten Wärmeüberträger, der im Kühlungsbetrieb der Wärmepumpe zum Abführen von Wärmeenergie aus dem Raum eingerichtet ist, eine Lüftungsvorrichtung, die zumindest dazu eingerichtet ist, mittels einer ersten Gebläsevorrichtung einen Zuluftstrom, der Frischluft aus einer gegenüber dem Raum abgegrenzten Umgebung enthält, in den Raum einzuleiten umfasst. Ferner umfasst das System eine mit der Wärmepumpe und/oder dem Wärmeüberträger und der Lüftungsvorrichtung gekoppelte, insbesondere drahtlos gekoppelte, Steuervorrichtung, die dazu eingerichtet ist, über Steuerbefehle jeweils ein oder mehrere Betriebsparameter der Wärmepumpe, des Wärmeüberträgers und der Lüftungsvorrichtung einzustellen, einen ersten Temperatursensor, der zum Erfassen eines Istwerts der Lufttemperatur im Raum eingerichtet ist, und einen zweiten Temperatursensor, der zum Erfassen eines Istwerts einer Temperatur der Frischluft aus der gegenüber dem Raum abgegrenzten Umgebung eingerichtet ist Die Steuervorrichtung ist bei im Kühlungsbetrieb betriebener Wärmepumpe dazu eingerichtet, zum Steuern der Lufttemperatur im Raum, insbesondere zum Absenken der Lufttemperatur im Raum, die ein oder mehreren Betriebsparameter der Wärmepumpe und/oder des Wärmeüberträgers in Abhängigkeit eines der Steuervorrichtung bereitgestellten Sollwerts der Lufttemperatur im Raum und eines durch den ersten Temperatursensor erfassten Istwerts der Lufttemperatur im Raum einzustellen, und die ein oder mehreren Betriebsparameter der Lüftungsvorrichtung in Abhängigkeit des der Steuervorrichtung bereitgestellten Sollwerts der Lufttemperatur im Raum, des durch den ersten Temperatursensor erfassten Istwerts der Lufttemperatur im Raum, und eines durch den zweiten Temperatursensor erfassten Istwerts der Temperatur der Frischluft einzustellen.

[0062] Auf diese Weise wird ein zur Durchführung des Verfahrens gemäß des ersten Aspekts der Erfindung eingerichtetes System bereitgestellt, welches alle im Zuge der Erläuterungen des Verfahrens erwähnten technischen Vorteile mit sich bringt

[0063] Vorzugsweise ist die Steuervorrichtung des Systems dabei als Teil einer Steuereinheit der Wärme-

pumpe oder einer Steuereinheit der Lüftungs Vorrichtung ausgeführt oder kann alternativ auch separat bereitgestellt werden, was sich z.B. für einen Nachrüstfall von Vorteil gestaltet.

[0064] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Lüftungs Vorrichtung weiterhin dazu eingerichtet, mittels einer zweiten Gebläse Vorrichtung Luft aus dem Raum als Abluftstrom aus dem Raum abzuleiten, und die Lüftungs Vorrichtung umfasst ferner eine schaltbare Wärmetausch Vorrichtung, die für einen Wärmetausch mit Übertragen von Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom und dem Abluftstrom eingerichtet ist, und dazu einen Wärmetauscher zum Übertragen der Wärmeenergie und eine Bypasseinrichtung zum Reduzieren des Übertragens der Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom und dem Abluftstrom umfasst, wobei die schaltbare Wärmetausch Vorrichtung eingerichtet ist, in einem Wärmetauschbetrieb oder in einem Bypassbetrieb, als mögliche Betriebszustände, betrieben zu werden, wobei im Wärmetauschbetrieb mehr Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom und dem Abluftstrom übertragen wird als im Bypassbetrieb.

[0065] Bei der Bypasseinrichtung kann es sich beispielsweise und nicht beschränkend um eine Kombination aus einem Bypassventil und einer Bypassleitung handeln, wobei je nach Ventilstellung des Bypassventils der Zuluft- oder der Abluftstrom entweder durch den Wärmetauscher geleitet wird um einen Wärmetauschbetrieb zu ermöglichen, oder aber durch die Bypassleitung, um einen Wärme flux zwischen besagten Strömen in der Lüftungs Vorrichtung zu reduzieren, insbesondere zu minimieren. Das Bypassventil kann beispielsweise sowohl in einem dem Abluftstrom zugehörigen Leitungssystem der zweiten oder einem dem Zuluftstrom zugehörigen Leitungssystem der ersten Gebläse Vorrichtung angeordnet sein. Ferner kann anstelle und analog zum Bypassventil vorzugsweise eine motorische Bypassklappe zum Einsatz kommen, wobei je nach Motorstellung der Bypassklappe ein Durchleiten oder eben kein Durchleiten des jeweiligen Stroms durch den Wärmetauscher erfolgt

[0066] Vorzugsweise ist die Steuervorrichtung dabei dazu eingerichtet einen den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetausch Vorrichtung bestimmenden Betriebsparameter an der Lüftungs Vorrichtung bzw. an einer Steuereinheit der selbigen einzustellen. Beispielsweise kann es sich hierbei um einen die Ventilstellung des exemplarisch genannten Bypassventils oder einen die Motorstellung der exemplarischen motorischen Bypassklappe betreffenden Parameter handeln.

[0067] Vorzugsweise ist die Steuervorrichtung ferner dazu eingerichtet, zum Steuern der Lufttemperatur im Raum, insbesondere zum Absenken der Lufttemperatur im Raum, das Einstellen des den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetausch Vorrichtung bestimmenden Betriebsparameters unter der Maßgabe vorzunehmen, dass die schaltbare Wärmetausch Vorrichtung im Wärmetauschbetrieb betrieben wird, sofern der erfasste Istwert der Lufttemperatur im Raum kleiner ausfällt als ein

vorgegebener Temperaturgrenzwert, und die schaltbare Wärmetausch Vorrichtung im Bypassbetrieb betrieben wird, sofern der erfasste Istwert der Lufttemperatur im Raum größer ausfällt als der vorgegebene Temperaturgrenzwert.

[0068] Weiterhin umfasst die Wärmetausch Vorrichtung vorzugsweise als weiteren möglichen Betriebszustand einen Mischbetrieb, in dem die schaltbare Wärmetausch Vorrichtung anteilig im Wärmetauschbetrieb und anteilig im Bypassbetrieb betrieben wird, derart, dass im Mischbetrieb mehr Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom und dem Abluftstrom übertragen wird als im Bypassbetrieb und weniger Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom und dem Abluftstrom übertragen wird als im Wärmetauschbetrieb. Die Steuervorrichtung ist dabei dazu eingerichtet, einen ein Verhältnis von Wärmetauschbetrieb und Bypassbetrieb im Mischbetrieb bestimmenden Betriebsparameter einzustellen, bei dem es sich wahlweise auch um den den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetausch Vorrichtung bestimmenden Betriebsparameter und insbesondere um den die Ventilstellung des Bypassventils betreffenden Parameter handeln kann.

[0069] Das exemplarische Bypassventil kann vorzugsweise einen durch die Bypassleitung fließenden Anteil des Zuluft- oder des Abluftstroms und damit auch einen durch den Wärmetauscher fließenden Anteil stetig oder zumindest schrittweise stetig einstellen, sodass grundsätzlich ein zeitgleicher Fluss durch Wärmetauscher und Bypassleitung möglich ist.

[0070] Vorzugsweise umfasst das System weiterhin einen zum Erfassen eines Istwerts einer Luftfeuchtigkeit im Raum eingerichteten Feuchtigkeitssensor.

[0071] Vorzugsweise ist die Steuervorrichtung des Systems dabei dazu eingerichtet, das Einstellen der ein oder mehreren Betriebsparameter der im Kühlungsbetrieb betriebenen Wärmepumpe und/oder des Wärmeübertragers zusätzlich in Abhängigkeit von dem durch den Feuchtigkeitssensor erfassten Istwert der Luftfeuchtigkeit im Raum vorzunehmen, wobei dies vorzugsweise unter der Maßgabe erfolgt, dass eine Temperatur des Wärmeübertragers, insbesondere einer an den Raum angrenzenden Grenzfläche des Wärmeübertragers, größer ist als eine Taupunkttemperatur der Luft im Raum.

[0072] Vorzugsweise kann das System bzw. die Steuervorrichtung des Systems um eine Steuerfunktion zum Steuern einer Luftfeuchtigkeit im Raum erweitert werden, wozu das System weiterhin einen zum Erfassen eines Istwerts einer Luftfeuchtigkeit der Frischluft eingerichteten Feuchtigkeitssensor umfasst und die Steuervorrichtung zum Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum zusätzlich dazu eingerichtet ist, ein oder mehrere Betriebsparameter der Lüftungs Vorrichtung, die insbesondere eine Luftfeuchtigkeit des eingeleiteten Zuluftstroms betreffen, in Abhängigkeit eines bereitgestellten Sollwerts für die Luftfeuchtigkeit im Raum, eines durch den Feuchtigkeitssensor erfassten Istwerts der Luftfeuchtigkeit im Raum und eines erfassten Istwerts der Luftfeuchtigkeit der

Frischlufft aus der gegenüber dem Raum abgegrenzten Umgebung einzustellen.

[0073] Vorzugsweise umfasst die Lüftungsanordnung ferner einen Feuchtigkeitsabscheider, der insbesondere als Enthalpietauscher ausgeführt ist, und dazu eingerichtet ist, eine Luftfeuchtigkeit des eingeleiteten Zuluftstroms anzupassen, wobei die Steuervorrichtung dazu eingerichtet ist, zum Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum ein Einstellen einer Abscheideleistung des Feuchtigkeitsabscheiders betreffenden Betriebsparameters am Feuchtigkeitsabscheider der Lüftungsanordnung vorzunehmen.

[0074] Vorzugsweise umfasst das System eine mit der Steuervorrichtung gekoppelte Detektionsvorrichtung, die zum Detektieren einer Anwesenheit einer Person im Raum und/oder in einem den Raum beinhaltenden Gebäude eingerichtet ist. Hierbei kann es sich z.B. um einen Präsenzmelder oder um eine ein GPS-Signal eines mobilen Endgeräts eines Bewohners auswertenden Detektionsvorrichtung handeln.

[0075] Die Steuervorrichtung ist dabei vorzugsweise dazu eingerichtet, zum Steuern der Lufttemperatur und/oder der Luftfeuchtigkeit im Raum die ein oder mehreren Betriebsparameter von Lüftungsanordnung, Wärmepumpe und/oder Wärmeüberträger zusätzlich in Abhängigkeit eines durch die Detektionsvorrichtung bereitgestellten Detektionsergebnisses, welches eine An- und/oder Abwesenheit einer Person im Raum und/oder im Gebäude angibt, zu steuern.

[0076] Gemäß eines dritten Aspekts der Erfindung wird eine Steuervorrichtung zum Einsatz in einem System zur Raumklimatisierung gemäß des zweiten Aspekts bereitgestellt.

[0077] Auf diese Weise kann eine bestehende Anordnung aus den Komponenten Wärmepumpe, Wärmeüberträger und Lüftungsanordnung, die allerdings nicht im Sinne der Erfindung koordiniert angesteuert werden können, um die vorteilhaften Funktionen der Erfindung ergänzt werden. Somit wird ein Nach- bzw. Aufrüsten der bestehenden Anordnung auf das erfindungsgemäße System zur Raumklimatisierung ermöglicht, ohne die bereits vorhandenen Komponenten austauschen zu müssen.

[0078] Gemäß eines vierten Aspekts der Erfindung wird eine Lüftungsanordnung zum Einsatz in einem System zur Raumklimatisierung gemäß des zweiten Aspekts bereitgestellt.

[0079] Auf diese Weise kann eine bestehende Anordnung aus den Komponenten Wärmepumpe und Wärmeüberträger um eine Lüftungsanordnung ergänzt werden, um so das erfindungsgemäße System zur Raumklimatisierung bereitzustellen, ohne dafür bereits vorhandene Komponenten austauschen zu müssen.

[0080] Vorzugsweise umfasst eine Steuereinheit der Lüftungsanordnung dabei eine mit der Wärmepumpe und dem Wärmeüberträger koppelbare Steuervorrichtung gemäß des dritten Aspekts der Erfindung. Dadurch muss für den Fall, dass ein bestehendes System vor In-

tegration der Lüftungsanordnung keine Steuervorrichtung gemäß des dritten Aspekts der Erfindung aufweist, diese nicht separat nachgerüstet werden, sondern kann direkt als Teil der Lüftungsanordnung bzw. als Teil von deren Steuereinheit ausgeführt werden, was nicht nur Installationsraum sondern auch Kosten bei der Nachrüstung einspart.

[0081] Weitere Aspekte und deren Vorteile als auch speziellere Ausführungsbeispiele der zuvor genannten Aspekte und Merkmale werden im Folgenden unter Zuhilfenahme der in den beigefügten Figuren gezeigten Zeichnungen beschrieben.

[0082] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Systems zur Raumklimatisierung.

[0083] Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Steuern einer Lufttemperatur in einem Raum.

[0084] Fig. 3 bis 5B zeigen exemplarische Zeitverläufe von Temperaturen sowie von Betriebsparametern einer Lüftungsanordnung und eines Wärmeüberträgers im Zuge beispielhafter Abläufe des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Steuern einer Lufttemperatur in einem Raum zum Absenken derselben unter Verwendung einer Lüftungsanordnung mit schaltbarer Wärmetauschanordnung für verschiedene Ausgangszustände und für verschiedene Steuerstrategien.

[0085] Fig. 6A bis 6D zeigen in Form von Mollier-Diagrammen dargestellte exemplarische Zustandsänderungen von Luft in einem Raum im Zuge des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Steuern einer Lufttemperatur in einem Raum für weitere Ausführungsbeispiele.

[0086] Es wird hervorgehoben, dass die vorliegende Erfindung in keiner Weise auf die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele und deren Ausführungsmerkmale begrenzt ist. Die Erfindung umfasst weiterhin Modifikationen der genannten Ausführungsbeispiele, insbesondere diejenigen, die aus Modifikationen und/oder Kombinationen einzelner oder mehrerer Merkmale der beschriebenen Ausführungsbeispiele im Rahmen des Schutzzumfangs der unabhängigen Ansprüche hervorgehen.

Ausführliche Figurenbeschreibung

[0087] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Systems zur Raumklimatisierung eines Raumes 1000.

[0088] Das System umfasst eine Lüftungsanordnung 100, eine in einem Kühlungsbetrieb betreibbare Wärmepumpe 200, einen im Raum 1000 angeordneten Wärmeüberträger 300 sowie eine Zentralsteuerung 400.

[0089] Die im Folgenden zur Bezeichnung verschiedener Ströme (Zuluftstrom, Abluftstrom, etc.) gewählten Bezugszeichen Q (mit beliebigem Index) bezeichnen dabei die jeweilige - üblicherweise mit dem Formelzeichen Q bezeichnete - strömungsmechanische Größe des Massenstroms, der z.B. in kg/s angegeben werden kann.

Es ist anzumerken, dass die Beschreibung über Massenströme lediglich exemplarisch gewählt wurde. Eine Beschreibung oder gar ein Einstellen besagter Ströme ist deshalb keinesfalls als auf den jeweiligen Massenstrom beschränkt zu sehen, sondern kann alternativ auch über jedwede andere dazu geeignete strömungsmechanische oder steuerungstechnische Größe erfolgen, z.B. Volumenstrom, Strömungsgeschwindigkeit

[0090] Die Lüftungsvorrichtung 100 umfasst eine Zuluftleinrichtung 110, über die mit Hilfe einer ersten Gebläseeinheit 111 Frischluft aus einer Umgebung 2000 des Raumes 1000 angesaugt wird und über ein Leitungssystem als Zuluftstrom Q_Z dem Raum zugeführt wird. Die Zuluftleinrichtung 110 umfasst zusätzlich einen Feuchtigkeitsabscheider 112, mit dem eine Luftfeuchtigkeit des Zuluftstroms im Vergleich zu der Frischluft aus der Umgebung 2000 reduziert werden kann. Die Lüftungsvorrichtung 100 umfasst ferner eine Ablufteinrichtung 120, über die mit Hilfe einer zweiten Gebläseeinheit 111 Luft aus dem Raum 1000 als Abluftstrom Q_A abgeführt wird und über ein Leitungssystem der Umgebung 2000 zugeführt wird. Im Sinne der Massenerhaltung im Raum 1000 sind dabei zumindest für einen stationären Zustand Massenströme des Zuluftstroms Q_Z und des Abluftstroms Q_A im Wesentlichen gleich groß ($Q_A = Q_Z$).

[0091] Die Lüftungsvorrichtung 100 umfasst ferner eine Wärmetauschvorrichtung 130, die wiederum ein mit dem Leitungssystem der Ablufteinrichtung 120 gekoppeltes Bypassventil 131, einen mit diesem verbundenen Wärmetauscher 132 und eine Bypassleitung 133 umfasst. Der Wärmetauscher 132 ist vorliegend als Spiralmwärmetauscher ausgeführt, der eine Kopplung zwischen der Zuluftleinrichtung 110 und der Ablufteinrichtung 120 darstellt und ein Übertragen von Wärmeenergie zwischen dem Abluftstrom Q_A und dem Zuluftstrom Q_Z (grundsätzlich in beide Richtungen) ermöglicht

[0092] In Abhängigkeit einer Ventilstellung des vorliegend als Drei-Wege-Ventil ausgeführten Bypassventils 131 wird ein Anteil Q_W des Abluftstroms Q_A durch den Wärmetauscher 132 geleitet, um dort gezielt Wärmeenergie mit dem Zuluftstrom Q_Z auszutauschen. Der nicht durch den Wärmetauscher 132 geleitete Anteil des Abluftstroms Q_A strömt durch die Bypassleitung direkt zu einem Auslass zur Umgebung 2000, ohne dass dabei in nennenswerter Weise ein Wärmetausch mit dem Zuluftstrom Q_Z stattfindet. Die Ventilstellung des Bypassventils 131 kann stetig zwischen einem "offenen" Zustand, in dem 100% des Abluftstroms Q_A durch die Bypassleitung 133 strömen ($Q_W=0$), und einem "geschlossenen" Zustand, in dem 100% des Abluftstroms Q_A durch den Wärmetauscher 132 fließen ($Q_W=Q_A$), eingestellt werden.

[0093] Die Lüftungsvorrichtung 110 umfasst ferner eine mit der Zentralsteuerung 400 über ein drahtloses Kommunikationsmittel 141 verbundene Steuereinheit 140, die zudem mit der ersten Gebläseeinheit 111, der zweiten Gebläseeinheit 121, dem Bypassventil 131 und dem Feuchtigkeitsabscheider 112 gekoppelt ist und zum Einstellen jeweiliger Betriebsparameter eingerichtet ist

So kann über die Steuereinheit 140 unter anderem eine Zufuhrleistung an der ersten Gebläseeinheit 111 zum Ändern des Zuluftstroms Q_Z , eine Abfuhrleistung an der zweiten Gebläseeinheit 112 zum Ändern des Abluftstroms Q_A , eine Ventilstellung des Bypassventils 131 und eine Abscheideleistung des Feuchtigkeitsabscheider 112 eingestellt werden.

[0094] Die Wärmepumpe 200 ist über eine hydraulische Zu- und eine Ableitung 201, 202 als mit einer hier nicht dargestellten Wärmequellenanlage verbunden und über eine weitere hydraulische Zu- und eine weitere Ableitung 211, 212 mit dem Wärmeüberträger 300 verbunden, wobei die in den jeweiligen Zu- und Ableitungen fließende Energietransportmedien zum Energietransport, insbesondere von Wärmeenergie, eingesetzt werden. Die Wärmepumpe 200 ist prinzipiell dazu eingerichtet, Wärmeenergie zwischen der Wärmequellenanlage und dem Wärmeüberträger 300 in beide Richtungen zu übertragen, wobei insbesondere in einem Kühlungsbetrieb der Wärmepumpe 200 Wärmeenergie vom Wärmeüberträger 300 über die Wärmepumpe 200 zur Wärmequellenanlage übertragen bzw. in diese abgeführt wird. Die Wärmepumpe 200 kann in Form einer beliebigen, allgemein aus dem Stand der Technik bekannten Ausführungsformen ausgeführt sein. In einer solchen Ausführungsform umfasst die Wärmepumpe 200 beispielsweise beim Einsatz im Kühlungsbetrieb einen mit der Zu- und der Ableitung 211, 212 zum Wärmeüberträger 300 gekoppelten Verdampfer (nicht dargestellt), einen mit der Zu- und der Ableitung 201, 212 zur Wärmequellenanlage gekoppelten Verflüssiger (nicht dargestellt) sowie einen Verdichter (nicht dargestellt) und ein Expansionsventil (nicht dargestellt), die jeweils zwischen dem Verdampfer und dem Verflüssiger angeordnet sind.

[0095] Im Kühlungsbetrieb fließt zwischen Wärmepumpe 200 und Wärmeüberträger 300 ein Energietransportmedium mit Massenstrom $Q_{WÜ}$, wobei in der Zuleitung 211 ein Wärmeenergiegehalt bzw. eine Temperatur des Energietransportmediums größer ausfällt als in der Ableitung 212.

[0096] Die Wärmepumpe 200 verfügt über eine zum Einstellen der Betriebsparameter der Wärmepumpe 200 eingerichtete Steuereinheit 200a, die zudem über ein drahtloses Kommunikationsmittel 200b mit der Zentralsteuerung 400 gekoppelt ist.

[0097] Der Wärmeüberträger 300 ist hydraulisch mit der Wärmepumpe 200 gekoppelt und umfasst neben einem an der Wand des Raums 1000 angeordneten Radiator 301, der als Grenzfläche zum Raum 1000 bei der Wärmeübertragung fungiert, zudem ein drahtlos steuerbares Steuerungsventil 302, das eine Durchflussmenge bzw. Durchflussrate des Energietransportmediums am Radiator 301 steuert. Das Steuerungsventil 302 ist dabei drahtlos mit der Zentralsteuerung 400 und/oder mit der Steuereinheit 200a der Wärmepumpe 200 gekoppelt

[0098] Im Sinne des erfindungsgemäßen Systems ist der Wärmeüberträger 300 dabei keinesfalls auf die zuvor beschriebene Ausführung mit Radiator 301 beschränkt

zu verstehen, sondern kann beispielsweise auch in Form eines im Fußboden des Raums verbauten Leitungsnetzes oder in Form deckenseitig angeordneter Wärmeübertragungspalten ausgeführt sein.

[0099] Die Zentralsteuerung 400 ist zum Steuern der Lufttemperatur im Raum eingerichtet und ist dazu über das drahtlose Kommunikationsmittel 401 sowohl mit den Steuereinheiten 140, 200a der Lüftungsvorrichtung 110 und der Wärmepumpe 200 als auch wahlweise mit dem drahtlose steuerbaren Steuerungsventil 302 des Wärmeübertragers 300 gekoppelt und ist dazu eingerichtet, über Steuerbefehle die besagten Steuereinheiten 140, 200a dazu zu veranlassen, Betriebsparameter von Lüftungsvorrichtung 100 und Wärmepumpe 200 entsprechend einzustellen als auch wahlweise eine Ventilstellung des Steuerungsventils 302 einzustellen. Weiterhin ist die Zentralsteuerung 400 mit einem im Raum 402 angeordneten drahtlosen Lufttemperatursensor 402 und einem in der Umgebung 2000 angeordneten drahtlosen Lufttemperatursensor 403 gekoppelt und dazu eingerichtet, durch die beiden Sensoren 402, 403 erfasste Istwerte der Lufttemperaturen (Lufttemperatur im Raum und Temperatur der Frischluft) zu empfangen. Die besagten Sensoren 402, 403 können dabei vorzugsweise auch zum Erfassen einer Luftfeuchtigkeit eingerichtet sein.

[0100] Die Zentralsteuerung 400 ist bei im Kühlungsbetrieb betriebener Wärmepumpe 200 dazu eingerichtet, zum Steuern der Lufttemperatur im Raum 1000, insbesondere zum Absenken der Lufttemperatur im Raum 1000, ein oder mehrere Betriebsparameter der Wärmepumpe 200 (z.B. eine Temperatur des über die Zuleitung 211 zum Wärmeüberträger 300 strömenden Energie-transportmediums) sowie ein oder mehrerer Betriebsparameter des Wärmeübertragers 300 (z.B. eine Ventilstellung des Steuerungsventils 302, eine Durchflussrate, ein Massenstrom $Q_{wü}$ oder ein Volumenstrom des durch den Radiator 301 durchgeleiteten Energietransportmediums) jeweils in Abhängigkeit eines der Zentralsteuerung 400 bereitgestellten Sollwerts der Lufttemperatur im Raum und eines durch den Lufttemperatursensor 402 erfassten Istwerts der Lufttemperatur im Raum 1000 einzustellen, und ebenfalls ein oder mehrere Betriebsparameter der Lüftungsvorrichtung 100 (z.B. die Zufuhr- oder die Abfuhrleistung der ersten bzw. zweiten Gebläseeinheit 111, 121, eine Ventilstellung des Bypassventils 131 oder direkt einen durch den Wärmetauscher 132 durchgeleiteten Massenstrom Q_{wv} oder Volumenstrom) in Abhängigkeit des der Zentralsteuerung 400 bereitgestellten Sollwerts der Lufttemperatur im Raum 1000, des durch den Lufttemperatursensor 402 erfassten Istwerts der Lufttemperatur im Raum 1000 und des durch den zweiten Lufttemperatursensor 403 erfassten Istwerts der Temperatur der Frischluft einzustellen.

[0101] Für weitere Einzeleinheiten zum Ablauf des Steuerns der Lufttemperatur im Raum 1000 mit Hilfe des zuvor beschriebenen Systems zur Raumklimatisierung wird an dieser Stelle auf Fig. 2 bis 7B verwiesen.

[0102] Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines ersten

Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Steuern einer Lufttemperatur in einem Raum, das insbesondere auf ein Absenken der Lufttemperatur im Raum abzielt.

5 **[0103]** In Schritt S1 erfolgt ein Bereitstellen eines Systems zur Raumklimatisierung, welches eine Wärmepumpe sowie ein mit dieser über ein hydraulisches Leitungsnetz gekoppelten, in einem zu klimatisierenden Raum angeordneter Wärmeüberträger und ein Lüftungsvorrichtung mit schaltbarer Wärmetauschkammer umfasst

10 **[0104]** In Schritt S2 erfolgt ein Einleiten eines Zuluftstroms in den Raum und ein Abführen eines Abluftstroms in den Raum mittels der Lüftungsvorrichtung, wobei der Zuluftstrom Frischluft aus einer gegenüber dem Raum abgegrenzten Umgebung enthält.

15 **[0105]** In Schritt S3 erfolgt ein Bereitstellen eines Sollwerts $T_{R,Soll}$ für die Lufttemperatur im Raum, die es im Zuge des Verfahrens zum Steuern der Lufttemperatur gemäß des vorliegenden ersten Ausführungsbeispiels zu erreichen gilt

20 **[0106]** In Schritt S4 erfolgt hierfür zunächst das Erfassen eines Istwerts $T_R(t^*)$ der Lufttemperatur im Raum zu einem Zeitpunkt t^* , der in Schritt S5 mit dem bereitgestellten Sollwert $T_{R,Soll}$ verglichen wird. Fällt der Istwert $T_R(t^*)$ größer aus als der Sollwert $T_{R,Soll}$, wird das Verfahren mit Schritt S6 fortgesetzt. Andernfalls ist kein Absenken der Lufttemperatur erforderlich, sodass ein erneutes Erfassen eines Istwerts gemäß Schritt S4 erfolgt, insbesondere in einem vordefinierten zeitlichen Abstand zum vorherigen Erfassen des Istwerts der Lufttemperatur im Raum.

25 **[0107]** Es wird an dieser Stelle angemerkt, dass das Verfahren nicht zwingend auf die zuvor genannte Vorgehensweise des ersten Ausführungsbeispiels beschränkt ist. Das erste Ausführungsbeispiel zielt primär auf ein Absenken der Lufttemperatur auf den Sollwert $T_{R,Soll}$ ab, wohingegen gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels des Verfahrens auch ein Erreichen und Konstanthalten des Sollwerts $T_{R,Soll}$ zum Ziel gesetzt werden kann. In diesem Fall würde ausgehend vom Vergleichsschritt S4 für den Fall $T_{R,Soll} > T_R(t^*)$ beispielsweise nicht zu Schritt S4 gemäß des ersten Ausführungsbeispiels zurückgegangen werden, sondern es würden weitere Verfahrensschritte zum Steuern der Lufttemperatur im Raum erfolgen, die insbesondere ein Erhöhen der Lufttemperatur zum Ziel haben, z.B. Schließen eines Steuerungsventils des Wärmeübertragers oder Umschalten der Wärmepumpe in einen Heizungsbetrieb oder verstärktes Einleiten von im Vergleich zur Luft im Raum wärmerer Frischluft aus der Umgebung.

30 **[0108]** In Schritt S6 erfolgt ein Betreiben der Wärmepumpe in einem Kühlungsbetrieb, also in einem Betriebszustand, in dem über den Wärmeüberträger Wärmeenergie aus dem Raum bzw. aus der Luft im Raum abgeführt werden kann.

35 **[0109]** In Schritt S7 erfolgt ein Erfassen eines Istwerts $T_F(t^*)$ einer Lufttemperatur der Frischluft aus der Umge-

bung, die zum Bereitstellen des Zuluftstroms eingesetzt wird. Es wird lediglich exemplarisch der gleiche Zeitpunkt t^* wie in Schritt S4 gewählt. Die Zeitpunkte in Schritt S4 und S7 können durchaus in vordefinierten Grenzen voneinander abweichen.

[0110] Basierend auf einem Vergleich der erfassten Istwerte $T_F(t^*)$ und $T_R(t^*)$ erfolgt ein Einstellen eines den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetauscheinrichtung betreffenden Betriebsparameters, entweder auf Bypassbetrieb (Schritt S9.1) oder auf Wärmetauschbetrieb (Schritt S9.2). Im letzteren Fall erfolgt in vorteilhafter Weise eine Kälterückgewinnung, bei der der Abluftstrom eingesetzt wird, um dem Zuluftstrom vor dessen Einleiten in den Raum Wärmeenergie zu entziehen. Im Bypassbetrieb erfolgt dagegen idealerweise keine bzw. ein weit aus geringere Kälterückgewinnung, sodass eine Temperatur des Zuluftstroms im Wesentlichen der Temperatur der Frischluft entspricht

[0111] Nach Einstellen des Betriebszustands erfolgt zum Steuern der Lufttemperatur im Raum anschließend in Schritt S10 ein Einstellen weiterer Betriebsparameter des Systems zur Raumklimatisierung an der Wärmepumpe und dem Wärmeüberträger sowie an der Lüftungsanordnung. Dies umfasst ein Einstellen von einer Kühlleistung betreffenden Betriebsparametern an der Wärmepumpe und/oder am Wärmeüberträger (z.B. eine Durchflussrate oder eine Temperatur eines den Wärmeüberträger durchströmenden Energietransportmediums) in Abhängigkeit von $T_R(t^*)$ und $T_{R,Soll}$ und/oder ein Einstellen von weiteren den Zuluftstrom betreffenden Betriebsparametern an der Lüftungsanordnung (z.B. Volumen- oder Massenstrom des Zuluftstroms oder im Falle des Wärmetauschbetriebs eine Wärmetauschleistung) in Abhängigkeit von $T_R(t^*)$, $T_F(t^*)$ und $T_{R,Soll}$.

[0112] Nach Schritt S10 wird der zuvor beschriebene Ablauf beginnend mit Schritt S4 erneut durchlaufen.

[0113] Fig. 3 bis 5B zeigen exemplarische Zeitverläufe von Temperaturen sowie von Betriebsparametern einer Lüftungsanordnung und eines Wärmeüberträgers im Zuge beispielhafter Abläufe des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Steuern einer Lufttemperatur in einem Raum zum Absenken derselben unter Verwendung einer Lüftungsanordnung mit schaltbarer Wärmetauscheinrichtung für verschiedene Ausgangszustände und für verschiedene Steuerstrategien. Die Wärmepumpe wird dabei stets im Kühlbetrieb betrieben, um über den Wärmeüberträger Wärmeenergie aus dem Raum abzuführen.

[0114] In Fig. 3 bis 5B sind jeweils zwei zusammengehörige Diagramme mit Zeitverläufen über die Zeit t dargestellt. In einem oberen Diagramm sind jeweils neben einem exemplarisch als konstant bereitgestelltem Sollwert $T_{R,Soll}$ der Lufttemperatur T_R im Raum ausgehend von einem Anfangszeitpunkt t_0 zeitliche Verläufe von Istwerten der Lufttemperatur T_R im Raum, von Istwerten der Temperatur der Frischluft T_F aus der Umgebung des Raums und von Istwerten der Temperatur T_Z des tatsächlich eingeleiteten Zuluftstroms im Zuge des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Ein Verweis auf explizite Istwerte erfolgt nachfolgend durch Angabe des jeweiligen Zeitarguments, z.B. wird der anfängliche Istwert der Lufttemperatur T_R durch $T_R(t=t_0)=T_{R}(t_0)$ angegeben.

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

"Eco-Modus" (Fig. 4A) und im Sinne einer Steuerstrategie gemäß "Standardmodus" (Fig. 4A) des Systems zur Raumklimatisierung, wobei Ersteres geringeren Energiekosten beim Betrieb aufweist.

[0120] Gemäß der in Fig. 4A dargestellten Verläufe, erfolgt in einem ersten Zeitbereich bis $t=t_1$ ein Absenken der Lufttemperatur T_R durch primären Einsatz der Lüftungsanlage mit im Bypassbetrieb ($B_L=1$) betriebener Wärmetauschvorrichtung. Es erfolgt kein Wärmetausch zwischen Abluft- und Zuluftstrom, sodass die Temperatur T_Z des Zuluftstroms im Wesentlichen der Temperatur der Frischluft T_F entspricht. Eine Kälterückgewinnung ist hier zum energieeffizienten Absenken der Lufttemperatur noch nicht erforderlich bzw. noch gar nicht möglich, da die Frischluft ohnehin bereits einen niedrigeren Wärmeenergieinhalt aufweist als die Luft im Raum. Der Wärmeüberträger selbst wird in einem energiesparenden Betriebszustand mit vergleichsweise niedriger Kühlleistung betrieben ($P_{WÜ}=P_0$).

[0121] Bei $t=t_1$ erreicht die Lufttemperatur T_R die als Temperaturgrenzwert vorgegebene Temperatur der Frischluft T_F , woraufhin ein weiteres Absenken der Lufttemperatur T_R durch primären Einsatz der Lüftungsanlage nicht mehr möglich ist. Die Kühlleistung des Wärmeüberträgers wird durch Erhöhen des Betriebsparameters $P_{WÜ}$ angehoben, um die Lufttemperatur T_R weiter abzusenken. Zeitgleich wird die Zufuhrleistung der Lüftungsanlage durch Reduzieren des Betriebsparameters P_L auf den stationären Wert $\hat{P}_L(B_L=0)$ abgesenkt. Weiterhin wird die Wärmetauschvorrichtung der Lüftungsanlage in den Wärmetauschbetrieb umgeschaltet ($B_L=0$), um ab $t=t_1$ eine Kälterückgewinnung bereitzustellen, mit der dem einzuleitenden Zuluftstrom vor dessen Einleitung Wärmeenergie entzogen wird. Der weitere Verlauf im Bereich $t > t_1$ entspricht im Wesentlichen dem bereits in Fig. 3 beschriebenen Vorgängen.

[0122] Im Gegensatz zu dem Energiekosten einsparenden Vorgang aus Fig. 4A erfolgt im "Standardmodus" in Fig. 4B ein schnelleres Absenken der Lufttemperatur T_R auf den Sollwert $T_{R,Soll}$ mit allerdings vergleichsweise höheren Energiekosten.

[0123] Im Unterschied zu Fig. 4A erfolgt zu Beginn ($t < t_2$) ein Absenken der Lufttemperatur T_R durch kombinierten Einsatz der Lüftungsanlage und des Wärmeüberträgers, der im Gegensatz zu dem Fall aus Fig. 4A nicht bei niedriger ($P_{WÜ}=P_0$), sondern bei mittlerer Kühlleistung betrieben wird. Infolgedessen fällt eine Abkühlrate der Lufttemperatur T_R anfänglich größer aus, sodass diese zu einem vergleichsweise früheren Zeitpunkt $t_2 < t_1$ die Temperatur der Frischluft T_F erreicht. Bei $t=t_2$ erfolgt analog zu Fig. 4A ein Umschalten der Wärmetauschvorrichtung der Lüftungsanlage auf den Wärmetauschbetrieb ($B_L=0$), wobei der weitere Verlauf im Bereich $t > t_2$ im Wesentlichen denen aus Fig. 3 oder aus Fig. 4A ab $t=t_1$ entsprechen. Im Vergleich zum Verlauf aus Fig. 4A erreicht die Lufttemperatur T_R dabei früher den bereitgestellten Sollwert $T_{R,Soll}$.

[0124] Fig. 5A und 5B zeigen für den Ausgangsfall

$T_R(t=t_0) > T_{R,Soll} > T_F(t=t_0)$ ein Absenken der Lufttemperatur T_R im Raum im Sinne der Steuerstrategie gemäß "Eco-Modus" (Fig. 5A) und im Sinne der Steuerstrategie gemäß "Standardmodus" (Fig. 5A). Im Gegensatz zu den Fällen aus Fig. 4A und 4B liegt die Temperatur der Frischluft T_F hier stets unterhalb des Sollwerts $T_{R,Soll}$ auf den die Lufttemperatur T_R im Raum abgesenkt werden soll.

[0125] Gemäß des in Fig. 5A dargestellten Ablaufs, erfolgt in einem ersten Zeitbereich bis $t=t_3$ ein Absenken der Lufttemperatur T_R primär durch Einsatz der Lüftungsanlage mit im Bypassbetrieb ($B_L=1$) betriebener Wärmetauschvorrichtung. Es erfolgt kein Wärmetausch zwischen Abluft- und Zuluftstrom, sodass die Temperatur T_Z des Zuluftstroms im Wesentlichen der Temperatur der Frischluft T_F entspricht. Der Wärmeüberträger wird hierbei in einem energiesparenden Betriebszustand mit vergleichsweise niedriger Kühlleistung betrieben ($P_{WÜ}=P_0$).

[0126] Erreicht die Lufttemperatur T_R einen vordefinierten Näherungsbereich um den Sollwert $T_{R,Soll}$ (vorliegend zum Zeitpunkt $t=t_3$), wird die Abkühlrate der Lufttemperatur T_R abgesenkt, um ein Unterschwingen in einen Bereich unterhalb des Sollwerts $T_{R,Soll}$ zu vermeiden. Dies erfolgt in Fig. 5A durch ein Erhöhen der Temperatur T_Z des Zuluftstroms durch kontinuierliches Umschalten der Wärmetauschvorrichtung in den Wärmetauschbetrieb (B_L sinkt, Mischbetrieb zwischen t_3 und t_4) sowie durch kontinuierliches Absenken der Zufuhrleistung der Lüftungsanlage betreffenden Betriebsparameters P_L auf den stationären Wert $\hat{P}_L(B_L=0)$. In diesem Fall erfolgt im Gegensatz zu den Beispielen aus Fig. 3 bis 4B keine Kälte- sondern eine Wärmerückgewinnung, bei der Zuluftstrom vor dessen Einleitung durch den wärmeren Abluftstrom sukzessive vorgewärmt wird. Zum Zeitpunkt $t=t_4$ hat die Lufttemperatur T_R nahezu einen stationären Zustand beim Sollwert $T_{R,Soll}$ erreicht, woraufhin die Wärmetauschvorrichtung komplett im Wärmetauschbetrieb betrieben wird, um so die Lufttemperatur T_R möglichst stationär zu halten.

[0127] In Fig. 5A erfolgt das Abkühlen primär durch Verwendung der Lüftungsanlage, wobei der Wärmeüberträger durchweg stationär bei niedriger Kühlleistung betrieben wird ($P_{WÜ} = \hat{P}_{WÜ} = P_0$), um die Energiekosten niedrig zu halten.

[0128] Im Gegensatz zu dem Energiekosten einsparenden Vorgang aus Fig. 5A erfolgt im "Standardmodus" in Fig. 5A ein schnelleres Absenken der Lufttemperatur T_R mit allerdings vergleichsweise höheren Energiekosten.

[0129] Im Unterschied zu Fig. 5A erfolgt zu Beginn ($t < t_5$) ein Absenken der Lufttemperatur T_R durch kombinierten Einsatz der Lüftungsanlage und des Wärmeüberträgers, der im Gegensatz zu dem Fall aus Fig. 5A nicht bei niedriger ($P_{WÜ}=P_0$), sondern bei mittlerer Kühlleistung betrieben wird. Infolgedessen fällt eine Abkühlrate anfänglich größer aus, sodass die Lufttemperatur T_R zu einem vergleichsweise früheren Zeitpunkt $t_5 < t_3$ den vordefinierten Näherungsbereich um den Sollwert

$T_{R,Soll}$ erreicht. Bei $t=t_5$ erfolgt analog zu Fig. 5A ein kontinuierliches Umschalten der Wärmetauschvorrichtung der Lüftungsvorrichtung auf den Wärmetauschbetrieb (B_L sinkt, Mischbetrieb zwischen t_5 und t_6), wobei neben der Zufuhrleistung der Lüftungsvorrichtung auch der die Kühlleistung des Wärmeübertragers betreffende Betriebsparameter $P_{Wü}$ auf den stationären Wert $\hat{P}_{Wü}$ abgesenkt wird. Infolgedessen erreicht die Lufttemperatur T_R in Fig. 5B wesentlich früher ($t_6 < t_4$) den zu Fig. 5A ab $t=t_4$ analogen stationären Zustand.

[0130] Fig. 6A bis 6D zeigen in Form von Mollier-Diagrammen dargestellte exemplarische Zustandsänderungen von Luft in einem Raum im Zuge des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Steuern einer Lufttemperatur in einem Raum für weitere Ausführungsbeispiele, wobei das Verfahren keinesfalls auf die im Folgenden dargestellten Vorgänge beschränkt sein soll.

[0131] Thermodynamische Zustandsänderungen von feuchter Luft können besonders anschaulich mit den hinlänglich aus dem Stand der Technik bekannten Mollier-Diagrammen beschrieben werden, in den die Temperatur (Formelzeichen $T + \text{Index}$) über einen Wassergehalt der Luft (Formelzeichen $x + \text{Index}$, wobei der Wassergehalt x ein Verhältnis von Wassermasse zur Masse trockener Luft beschreibt) dargestellt werden kann. Kurven gleicher Temperatur (Isothermen) sind vorliegend gestrichelt dargestellt und verlaufen in Mollier-Diagrammen üblicherweise nicht parallel zur Abszissenachse. Wie beispielsweise aus Fig. 6A zu erkennen ist, findet sich in Mollier-Diagrammen eine Unterteilung in einen ungesättigten Bereich, in dem sich die Wassermenge vollständig in der Luft löst, und in ein Nebelgebiet, in dem die Sättigungsgrenze überschritten ist und es zum anteiligen Ausfall des gelösten Wassers kommt. Die beiden Bereiche werden durch die Sättigungslinie $\varphi = 1$, die einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100% entspricht, getrennt.

[0132] Zustände von Luft werden im Mollier-Diagramm nachfolgend mit dem Bezugszeichen $Z (+\text{Index})$ bezeichnet und ergeben sich für eine spezifische Kombination aus Temperatur T und Wassergehalt x . Wird Luft zweier unterschiedlicher Zustände gemischt, liegt ein Mischzustand zwischen auf einer Verbindungslinie besagter Zustände und hängt von einem Mischverhältnis ab. Eine Darstellung eines Entziehens oder eines Zuführens von Wärmeenergie erfolgt stets durch parallel zur Ordinatenachse verlaufende Zustandsänderungen.

[0133] Bei den nachfolgend dargestellten, durch das erfindungsgemäßen Verfahren zum Steuern der Lufttemperatur bewirkten Zustandsänderungen der Luft im Raum handelt es sich aus Gründen der einfachen Darstellung um diskrete Zustandsänderungen, die außer einem Unterschied zwischen einem Anfangszustand $Z_{R,0}$ (Temperatur $T_{R,0}$, Wassergehalt $x_{R,0}$) und einem Endzustand $Z_{R,1}$ (Temperatur $T_{R,1} = T_{R,Soll}$, Wassergehalt $x_{R,1}$) der Luft im Raum keinen dazwischen liegenden zeitlichen Ablauf der Zustandsänderung zeigen, was zur Erläuterung verfahrensbezogener Aspekte allerdings ausreichend ist.

[0134] Im Zuge des Verfahrens wird die Luft im Raum anteilig durch die Lüftungsvorrichtung ausgetauscht, was vereinfacht über ein Mischen der Luft im Raum mit der mit dem Zuluftstrom eingeleiteten Zuluft mit Zustand Z_Z (Temperatur T_Z , Wassergehalt x_Z) beschrieben werden kann. Das hierfür zugrunde liegende Mischverhältnis wird im Folgenden mit γ bezeichnet und gibt eine Menge von durch die Lüftungsvorrichtung ausgetauschter Luft im Raum bis zum Erreichen des Endzustands an und beschreibt damit auch eine Zufuhrleistung der Lüftungsvorrichtung. Das Mischverhältnis γ kann dabei wie folgt definiert werden:

$$\gamma = \frac{x_{R,0} - x_{R,1}}{x_{R,1} - x_Z} \quad \text{[Gleichung 2]}$$

[0135] Basierend auf Gleichung 2 erfolgt für $\gamma=0$ bis zum Erreichen des Endzustands $Z_{R,1}$ kein Austausch der Luft im Raum, eine Zufuhrleistung entspräche null. Für $\gamma \rightarrow \infty$ erfolgt dagegen ein vollständiger Austausch der Luft im Raum bis zum Erreichen des Endzustands $Z_{R,1}$.

[0136] In Fig. 6A, 6C und 6D wird weiterhin vereinfachend angenommen, dass die Lüftungsvorrichtung entweder keine schaltbare Wärmetauschvorrichtung umfasst oder diese im Bypassbetrieb betrieben wird, sodass die Temperatur T_Z des Zuluftstroms konstant der Temperatur der Frischluft T_F aus der Umgebung entspricht.

[0137] Fig. 6A zeigt eine Zustandsänderung 1 der Luft im Raum vom Anfangszustand $Z_{R,0}$ auf den Endzustand $Z_{R,1}$ im Zuge eines Absenkens der Lufttemperatur im Raum auf den bereitgestellten Sollwert $T_{R,Soll}$ gemäß eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens durch einen kombinierten Einsatz des durch die Lüftungsvorrichtung bereitgestellten Zuluftstroms und dem Entziehen von Wärmeenergie durch den mit der Wärmepumpe verbundenen Wärmeüberträger. Die Zustandsänderung 1 lässt sich dabei als Kombination eines durch das Mischen mit der Zuluft des Zuluftstroms (was dem Austausch der Luft im Raum durch die Lüftungsvorrichtung entspricht) bedingten Anteil 2 und einen durch den Entzug von Wärmeenergie über den Wärmeüberträger bedingten Anteil 3 angeben.

[0138] Im Vergleich zu einem durch die vergleichende Zustandsänderung 1^(V) = 3^(V) dargestellten Fall, in dem lediglich der Wärmeüberträger und die Wärmepumpe eingesetzt werden, um den Sollwert $T_{R,Soll}$ zu erreichen, lässt sich feststellen, dass die mit Wärmepumpe und Wärmeüberträger zu assoziierenden Energiekosten vergleichsweise höher ausfallen, was sich in der Darstellung in Fig. 6A aus dem Längenunterschied der Pfeile der Anteile 3 und 3^(V), die jeweils direkt mit besagten Energiekosten korrelieren, hervorgeht. Somit lassen sich durch den erfindungsgemäß kombinierten Einsatz von Wärmepumpe mit Wärmeüberträger und Lüftungsvorrichtung die Energiekosten signifikant reduzieren.

[0139] Fig. 6B zeigt eine Zustandsänderung 1 der Luft im Raum vom Anfangszustand $Z_{R,0}$ auf den Endzustand

$Z_{R,1}$ im Zuge eines Absenkens der Lufttemperatur im Raum auf den bereitgestellten Sollwert $T_{R,Soll}$ gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens durch einen kombinierten Einsatz des durch die Lüftungsvorrichtung bereitgestellten Zuluftstroms und dem Entziehen von Wärmeenergie durch den mit der Wärmepumpe verbundenen Wärmeüberträger, wobei im Vergleich zu Fig. 6A zusätzlich die schaltbare Wärmetauschvorrichtung der Lüftungsvorrichtung zum Einsatz kommt. Mit Verweis auf die exemplarischen Verläufe in Fig. 3 bis 4B kann durch die dadurch bereitgestellte Kälterückgewinnung die Temperatur des Zuluftstroms gegenüber der Temperatur der Frischluft für den Fall $T_{R,Soll} < T_R < T_F$ reduziert werden, sodass bezogen auf die Zustandsänderung 1 in Fig. 6B eine Temperatur T_Z des Zuluftstroms zumindest im Mittel niedriger ausfällt als die Temperatur T_F der Frischluft.

[0140] Infolgedessen ändern sich im Vergleich zu Fig. 6A die Anteile 2 und 3, derart, dass die mit Wärmepumpe und Wärmeüberträger zu assoziierenden Energiekosten weiter reduziert werden, was sich durch den Längenunterschied zwischen dem Pfeil des Anteils 3 aus Fig. 6A und dem Pfeil des Anteils 3 aus Fig. 6B äußert. Somit lassen sich durch den erfindungsgemäß kombinierten Einsatz von Wärmepumpe mit Wärmeüberträger und Lüftungsvorrichtung mit schaltbarer Wärmeübertragungsvorrichtung die Energiekosten weiter reduzieren.

[0141] In Fig. 6C und 6D fällt der Sollwert $T_{R,Soll}$ vergleichsweise niedriger aus als in Fig. 6A und 6B, sodass bei einem des Vorgangs in Fig. 6A und 6B entsprechenden Mischverhältnis gemäß Gleichung 2 ein vergleich-

barer Endzustand $Z_{R,1}^{(V)}$ der Zustandsänderung $1^{(V)}$ im Nebelgebiet liegen würde, was zum Ausfallen des gelösten Wassers in Form unerwünschter Kondensation im Raum führen würde.

[0142] Fig. 6C und 6D zeigen dazu Zustandsänderungen 1 der Luft im Raum vom Anfangszustand $Z_{R,0}$ auf den Endzustand $Z_{R,1}$ im Zuge eines Absenkens der Lufttemperatur im Raum auf den bereitgestellten Sollwert $T_{R,Soll}$ gemäß weiterer Ausführungsbeispiele, bei denen die Lufttemperatur im Endzustand $Z_{R,1}$ oberhalb einer Taupunkttemperatur T_{Tau} liegt, um so die unerwünschte Kondensation zu verhindern.

[0143] Bei dem Verfahren gemäß des Ausführungsbeispiels in Fig. 6C wird das Mischverhältnis gemäß Gleichung 2 im Vergleich zur vergleichenden Zustandsänderung $1^{(V)}$, also die durch die Lüftungsvorrichtung ausgetauschte Menge an Luft im Raum bis zum Erreichen des Sollwerts $T_{R,Soll}$ erhöht (z.B. durch Erhöhen einer Zufuhr- und Abfuhrleistung an der Lüftungsvorrichtung). Dadurch wird der Wassergehalt $x_{R,1}$ im Endzustand $Z_{R,1}$ derart reduziert, dass dessen Temperatur oberhalb der zugehörigen Taupunkttemperatur T_{Tau} liegt, die sich aus der Temperatur am Schnittpunkt der Vertikalen an der Stelle $x=x_{R,1}$ mit der Sättigungsgrenzlinie ergibt.

[0144] Bei dem Verfahren gemäß des Ausführungs-

beispiels in Fig. 6D wird der Wassergehalt des Zuluftstroms gegenüber dem aus Fig. 6C, der gerade dem der Frischluft (Zustand Z_F mit Wassergehalt x_F und Temperatur T_F) entspricht, reduziert. Das Reduzieren erfolgt dabei unter Einsatz eines Feuchtigkeitsabscheiders, der dem Zuluftstrom vor dessen Einleitung in den Raum Wasser entzieht. Infolgedessen fällt ein Mischverhältnis gemäß Gleichung 2 in Fig. 6D kleiner aus als in Fig. 6C, was in anderen Worten bedeutet, dass weniger Luft im Raum bis zum Erreichen des Endzustands $Z_{R,1}$ abgetauscht werden muss und damit die Zufuhrleistung der Lüftungsvorrichtung in Fig. 6D geringer ausfällt als in Fig. 6, was unter anderem auch zu einer reduzierten Geräuschbelastung durch die Lüftungsvorrichtung im Zuge des Absenkens der Lufttemperatur im Raum führt.

[0145] Vorstehend wurden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sowie deren Vorteile detailliert unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben.

[0146] Es wird erneut hervorgehoben, dass die vorliegende Erfindung in keiner Weise auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele und deren Ausführungsmerkmale begrenzt ist. Die Erfindung umfasst weiterhin Modifikationen der genannten Ausführungsbeispiele, insbesondere diejenigen, die aus Modifikationen und/oder Kombinationen einzelner oder mehrerer Merkmale der beschriebenen Ausführungsbeispiele im Rahmen des Schutzzumfangs der unabhängigen Ansprüche hervorgehen.

Liste der Bezugszeichen

[0147]	1, $1^{(V)}$	Zustandsänderung der Luft im Raum
2	Anteil Zustandsänderung der Luft im Raum durch Mischen mit Zuluftstrom	
3, $3^{(V)}$	Anteil Zustandsänderung der Luft im Raum durch Kühlung über Wärmeüberträger	
100	Lüftungsvorrichtung	
110	Zuluftleinrichtung	
111	erste Gebläseeinheit (für Zuluftstrom)	
112	Feuchtigkeitsabscheider	
120	Abluftleinrichtung	
121	zweite Gebläseeinheit (für Abluftstrom)	
130	Wärmetauschvorrichtung	
131	Bypassventil	
132	Wärmetauscher	
133	Bypassleitung	
140	Steuereinheit der Lüftungsvorrichtung	
141	drahtloses Kommunikationsmittel der Steuereinheit der Lüftungsvorrichtung	
200	Wärmepumpe	
200a	Steuereinheit der Wärmepumpe	
200b	drahtloses Kommunikationsmittel der Steuereinheit der Wärmepumpe	
201	Zuleitung Wärmequellenanlage	
202	Ableitung Wärmequellenanlage	
211	Zuleitung Wärmeüberträger	

212	Ableitung Wärmeüberträger	
300	Wärmeüberträger	
301	Radiator	
302	drahtloses Steuerungsventil	
400	Zentralsteuerung	5
401	drahtloses Kommunikationsmittel der Zentralsteuerung	
402	drahtloser Lufttemperatursensor für Luft im Raum	
403	drahtloser Lufttemperatursensor für Frischluft in der Umgebung	10
1000	Raum	
2000	gegenüber dem Raum abgegrenzte Umgebung	
B_L	Betriebszustand der Wärmetauschvorrichtung bestimmender Betriebsparameter	15
P_L	Betriebsparameter Lüftungsvorrichtung	
$P_{WÜ}$	Betriebsparameter Wärmeüberträger	
Q_A	Abluftstrom (Massenstrom)	
Q_Z	Zuluftstrom (Massenstrom)	20
$Q_{WÜ}$	Massenstrom des Energietransportmediums	
Q_W	Massenstrom durch Wärmetauscher	
t	Zeit	
T_F	Temperatur der Frischluft	25
T_R	Lufttemperatur im Raum	
$T_{R,Soll}$	Sollwert der Lufttemperatur im Raum	
T_Z	Temperatur des Zuluftstroms	
T_{Tau}	$T_{Tau}^{(V)}$ Taupunkttemperatur	30

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Lufttemperatur (T_R) in einem Raum (1000) mittels eines Systems zur Raumklimatisierung, das zumindest umfasst:

- eine in einem Kühlungsbetrieb betreibbare Wärmepumpe (200);
- einen in dem Raum (1000) angeordneten, mit der Wärmepumpe (200) hydraulisch gekoppelten Wärmeüberträger (300), der im Kühlungsbetrieb der Wärmepumpe (200) zum Abführen von Wärmeenergie aus dem Raum (1000) eingerichtet ist; und
- eine Lüftungsvorrichtung (100), die zumindest dazu eingerichtet ist, einen Zuluftstrom (Q_Z), der Frischluft aus einer gegenüber dem Raum (1000) abgegrenzten Umgebung (2000) enthält, in den Raum (1000) einzuleiten;

wobei das Verfahren umfasst:

- Betreiben der Wärmepumpe (200) im Kühlungsbetrieb;

- Einleiten eines Zuluftstroms (Q_Z) in den Raum (1000);
- Bereitstellen eines Sollwerts ($T_{R,Soll}$) der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000);
- Erfassen eines Istwerts der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000);
- Erfassen eines Istwerts einer Temperatur der Frischluft (T_F) aus der gegenüber dem Raum (1000) abgegrenzten Umgebung (2000);
- Steuern der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000), insbesondere zum Absenken der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000), durch:

- Einstellen von jeweils ein oder mehreren Betriebsparametern ($P_{WÜ}$) der im Kühlungsbetrieb betriebenen Wärmepumpe (200) und/oder des Wärmeüberträgers (300) in Abhängigkeit des bereitgestellten Sollwerts ($T_{R,Soll}$) und des erfassten Istwerts der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000); und
- Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern (P_L , B_L) der Lüftungsvorrichtung (100) in Abhängigkeit des bereitgestellten Sollwerts ($T_{R,Soll}$) und des erfassten Istwerts der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000) sowie des erfassten Istwerts der Temperatur der Frischluft (T_F) aus der gegenüber dem Raum (1000) abgegrenzten Umgebung (2000).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüftungsvorrichtung (100) weiterhin dazu eingerichtet ist, Luft aus dem Raum (1000) als Abluftstrom (Q_A) aus dem Raum (1000) abzuleiten, und

die Lüftungsvorrichtung (100) ferner eine schaltbare Wärmetauschvorrichtung (130) umfasst, die zum Übertragen von Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom (Q_Z) und dem Abluftstrom (Q_A) eingerichtet ist und als mögliche Betriebszustände zumindest einen Wärmetauschbetrieb und einen Bypassbetrieb umfasst, wobei im Wärmetauschbetrieb mehr Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom (Q_Z) und dem Abluftstrom (Q_A) übertragen wird als im Bypassbetrieb, und

wobei das Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern (P_L , B_L) der Lüftungsvorrichtung (100) ein Einstellen eines den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetauschvorrichtung (130) bestimmenden Betriebsparameters (B_L) umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Steuern der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000), insbesondere zum Absenken

der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000), das Einstellen des den Betriebszustand der schaltbaren Wärmetauschvorrichtung (130) bestimmenden Betriebsparameters (B_L) unter der Maßgabe erfolgt, dass

die schaltbare Wärmetauschvorrichtung (130) im Wärmetauschbetrieb betrieben wird, sofern der erfasste Istwert der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000) kleiner ausfällt als ein vorgegebener Temperaturgrenzwert;

und die schaltbare Wärmetauschvorrichtung (130) im Bypassbetrieb betrieben wird, sofern der erfasste Istwert der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000) größer ausfällt als der vorgegebene Temperaturgrenzwert

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die schaltbare Wärmetauschvorrichtung (130) weiterhin einen Mischbetrieb als möglichen Betriebszustand umfasst, in dem die schaltbare Wärmetauschvorrichtung (130) anteilig im Wärmetauschbetrieb und anteilig im Bypassbetrieb betrieben wird, derart, dass im Mischbetrieb mehr Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom (Q_Z) und dem Abluftstrom (Q_A) übertragen wird als im Bypassbetrieb und weniger Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom (Q_Z) und dem Abluftstrom (Q_A) übertragen wird als im Wärmetauschbetrieb,
- wobei das Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern (P_L , B_L) der Lüftungsvorrichtung (100) ferner ein Einstellen eines ein Verhältnis von Wärmetauschbetrieb und Bypassbetrieb im Mischbetrieb bestimmenden Betriebsparameters (B_L) umfasst

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren ferner umfasst:

- Erfassen eines Istwerts einer Luftfeuchtigkeit im Raum (1000), insbesondere in einem an den Wärmeüberträger (300) angrenzenden Teilbereich des Raums (1000).

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einstellen der ein oder mehreren Betriebsparameter ($P_{WÜ}$) der im Kühlungsbetrieb betriebenen Wärmepumpe (200) und/oder des Wärmeüberträgers (300) zusätzlich vom erfassten Istwert der Luftfeuchtigkeit im Raum (1000) abhängt, und zudem unter der Maßgabe erfolgt, dass eine Temperatur des Wärmeüberträgers (300), insbesondere einer an einen Teilbereich des Raums (1000) angrenzenden Grenzfläche (301) des Wärmeüberträgers (300), größer ist als eine Taupunkttemperatur (T_{Tau}) der Luft im Raum (1000).

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren ferner umfasst:

5 - Erfassen eines Istwerts einer Luftfeuchtigkeit der Frischluft aus der gegenüber dem Raum (1000) abgegrenzten Umgebung (2000); und
 - Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum (1000), umfassend:

10 - Bereitstellen eines Sollwerts der Luftfeuchtigkeit im Raum (1000); und
 - Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern der Lüftungsvorrichtung (100) in Abhängigkeit des bereitgestellten Sollwerts der Luftfeuchtigkeit im Raum (1000), des erfassten Istwerts der Luftfeuchtigkeit im Raum (1000) und des erfassten Istwerts der Luftfeuchtigkeit der Frischluft aus der gegenüber dem Raum (1000) abgegrenzten Umgebung (2000).

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüftungsvorrichtung (100) einen Feuchtigkeitsabscheider (113) umfasst, der insbesondere als Enthalpietauscher ausgeführt ist, und dazu eingerichtet ist, eine Luftfeuchtigkeit des eingeleiteten Zuluftstroms (Q_Z) anzupassen, wobei das Einstellen der ein oder mehreren Betriebsparameter (P_L , B_L) der Lüftungsvorrichtung (100) zum Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum (1000) ein Einstellen eines eine Abscheideleistung des Feuchtigkeitsabscheiders (113) betreffenden Betriebsparameters umfasst.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einstellen von ein oder mehreren Betriebsparametern (P_L , B_L) der Lüftungsvorrichtung (100) zum Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum (1000) zusätzlich in Abhängigkeit des erfassten Istwerts der Lufttemperatur (T_R) und in Abhängigkeit zumindest eines Betriebsparameters der ein oder mehreren Betriebsparameter der Wärmepumpe (200) oder der ein oder mehreren Betriebsparameter ($P_{WÜ}$) des Wärmeüberträgers (300) oder einer Temperatur des Wärmeüberträgers (300) erfolgt

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuern der Luftfeuchtigkeit im Raum (1000), insbesondere das Bereitstellen des Sollwerts der Luftfeuchtigkeit im Raum (1000), unter der Maßgabe erfolgt, dass eine relative Luftfeuchtigkeit in dem an den Wärmeüberträger (300) angrenzenden Teilbereich des Raums weniger als 100% beträgt.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das Steuern der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000) unter der Maßgabe erfolgt, eine durch den Wärmeüberträger (300) und die Lüftungsvorrichtung (100) verursachte Geräuschemission im Raum (1000) zu minimieren.

12. System zur Raumklimatisierung, das zum Steuern einer Lufttemperatur (T_R) in einem Raum (1000) eingerichtet ist und dazu zumindest umfasst:

- eine in einem Kühlungsbetrieb betreibbare Wärmepumpe (200);
- einen in dem Raum (1000) angeordneten, mit der Wärmepumpe (200) hydraulisch gekoppelten Wärmeüberträger (300), der im Kühlungsbetrieb der Wärmepumpe (200) zum Abführen von Wärmeenergie aus dem Raum (1000) eingerichtet ist;
- eine Lüftungsvorrichtung (100), die zumindest dazu eingerichtet ist, mittels einer ersten Gebläsevorrichtung (110) einen Zuluftstrom (Q_Z), der Frischluft aus einer gegenüber dem Raum (1000) abgegrenzten Umgebung (2000) enthält, in den Raum (1000) einzuleiten;
- eine mit der Wärmepumpe (200) und/oder dem Wärmeüberträger (300) und der Lüftungsvorrichtung (100) gekoppelte Steuervorrichtung (400), die dazu eingerichtet ist, über Steuerbefehle jeweils ein oder mehrere Betriebsparameter (B_L , P_L , $P_{WÜ}$) der Wärmepumpe (200) und/oder des Wärmeüberträgers (300) und der Lüftungsvorrichtung (100) einzustellen;
- einen ersten Temperatursensor (402), der zum Erfassen eines Istwerts der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000) eingerichtet ist; und
- einen zweiten Temperatursensor (403), der zum Erfassen eines Istwerts einer Temperatur der Frischluft (T_F) aus der gegenüber dem Raum (1000) abgegrenzten Umgebung (2000) eingerichtet ist;

wobei die Steuervorrichtung (400) bei im Kühlungsbetrieb betriebener Wärmepumpe (200) dazu eingerichtet ist, zum Steuern der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000), insbesondere zum Absenken der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000), die ein oder mehreren Betriebsparameter ($P_{WÜ}$) der Wärmepumpe (200) und/oder des Wärmeüberträgers (300) in Abhängigkeit eines der Steuervorrichtung (400) bereitgestellten Sollwerts ($T_{R,Soll}$) der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000) und eines durch den ersten Temperatursensor (402) erfassten Istwerts der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000) einzustellen, und die ein oder mehreren Betriebsparameter (B_L , P_L) der Lüftungsvorrichtung (100) in Abhängigkeit des der Steuervorrichtung (140) bereitgestellten Sollwerts ($T_{R,Soll}$) der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000), des durch den ersten Temperatursensor (402) er-

fassten Istwerts der Lufttemperatur (T_R) im Raum (1000), und eines durch den zweiten Temperatursensor (403) erfassten Istwerts der Temperatur der Frischluft (T_F) einzustellen.

13. System zur Raumklimatisierung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Lüftungsvorrichtung (100) weiterhin dazu eingerichtet ist, mittels einer zweiten Gebläsevorrichtung (120) Luft aus dem Raum (1000) als Abluftstrom (Q_A) aus dem Raum (1000) abzuleiten, und die Lüftungsvorrichtung (100) ferner eine schaltbare Wärmetauschvorrichtung (130) umfasst, die für einen Wärmetausch mit Übertragen von Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom (Q_Z) und dem Abluftstrom (Q_A) eingerichtet ist, und dazu einen Wärmetauscher (132) zum Übertragen der Wärmeenergie und eine Bypasseinrichtung (131, 133) zum Reduzieren des Übertragens der Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom (Q_Z) und dem Abluftstrom (Q_A) umfasst, und die schaltbare Wärmetauschvorrichtung (130) eingerichtet ist, zumindest in einem Wärmetauschbetrieb oder in einem Bypassbetrieb, als mögliche Betriebszustände der schaltbaren Wärmetauschvorrichtung (130), betrieben zu werden, wobei im Wärmetauschbetrieb mehr Wärmeenergie zwischen dem Zuluftstrom (Q_Z) und dem Abluftstrom (Q_A) übertragen wird als im Bypassbetrieb.

14. Lüftungsvorrichtung (100) zum Einsatz in einem System zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 12 oder 13.

15. Steuervorrichtung (400) zum Einsatz in einem System zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 12 oder 13.

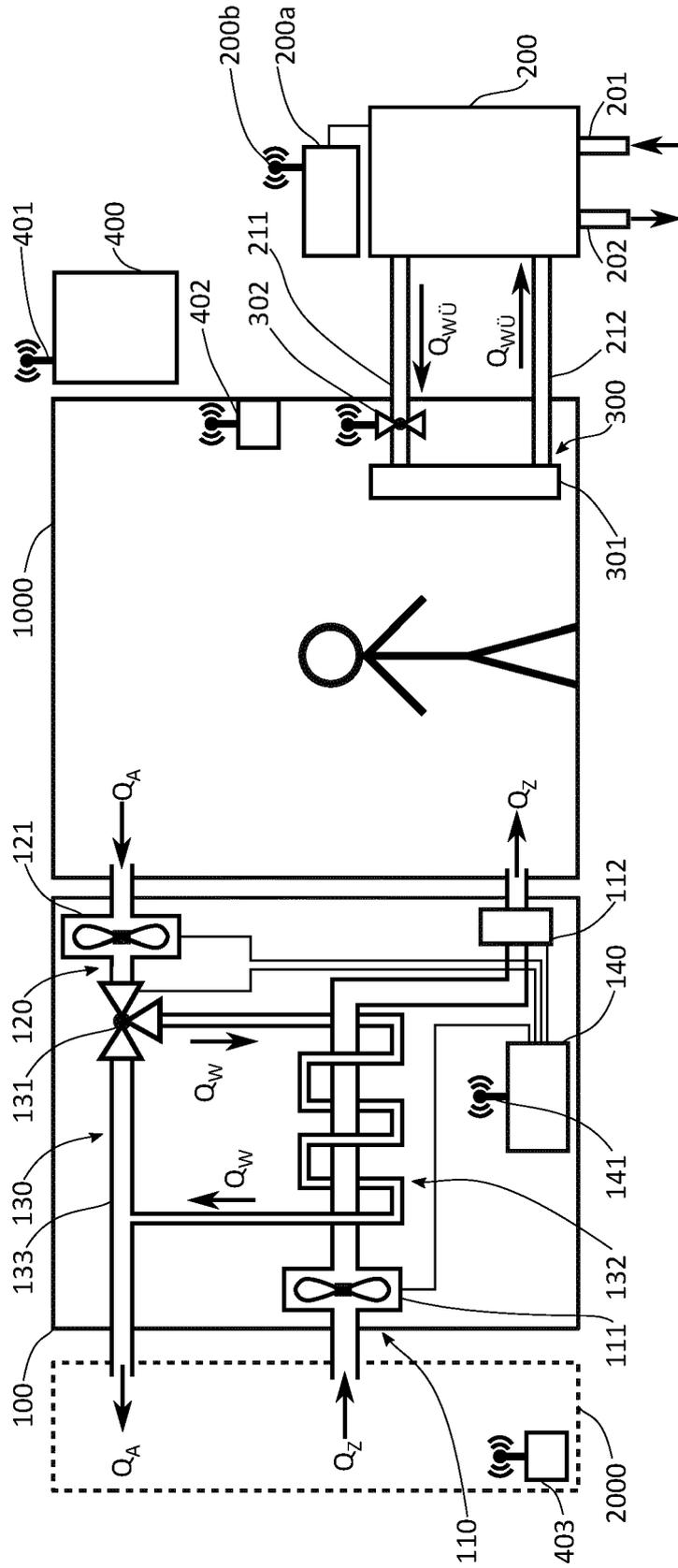


Fig. 1

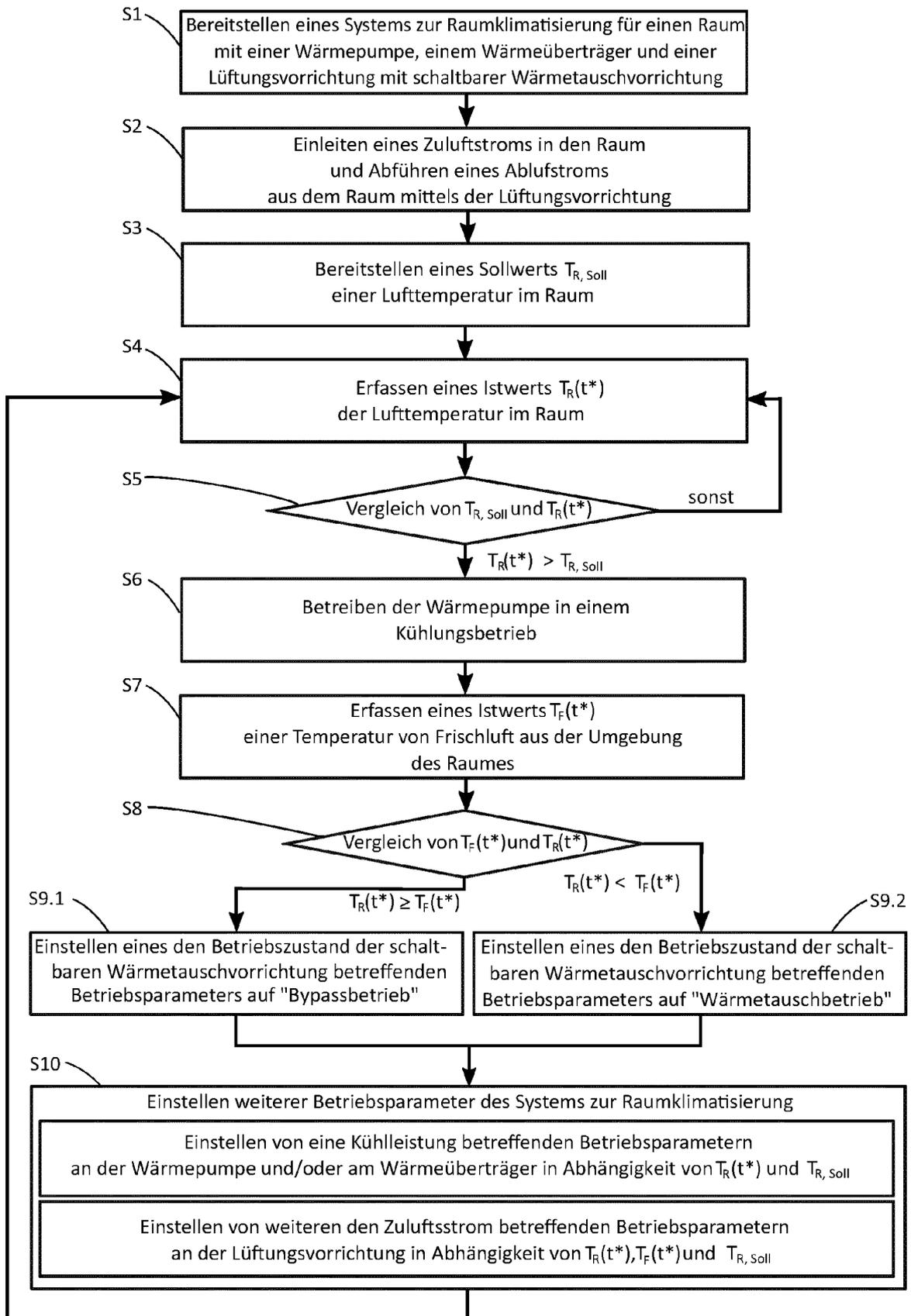


Fig. 2

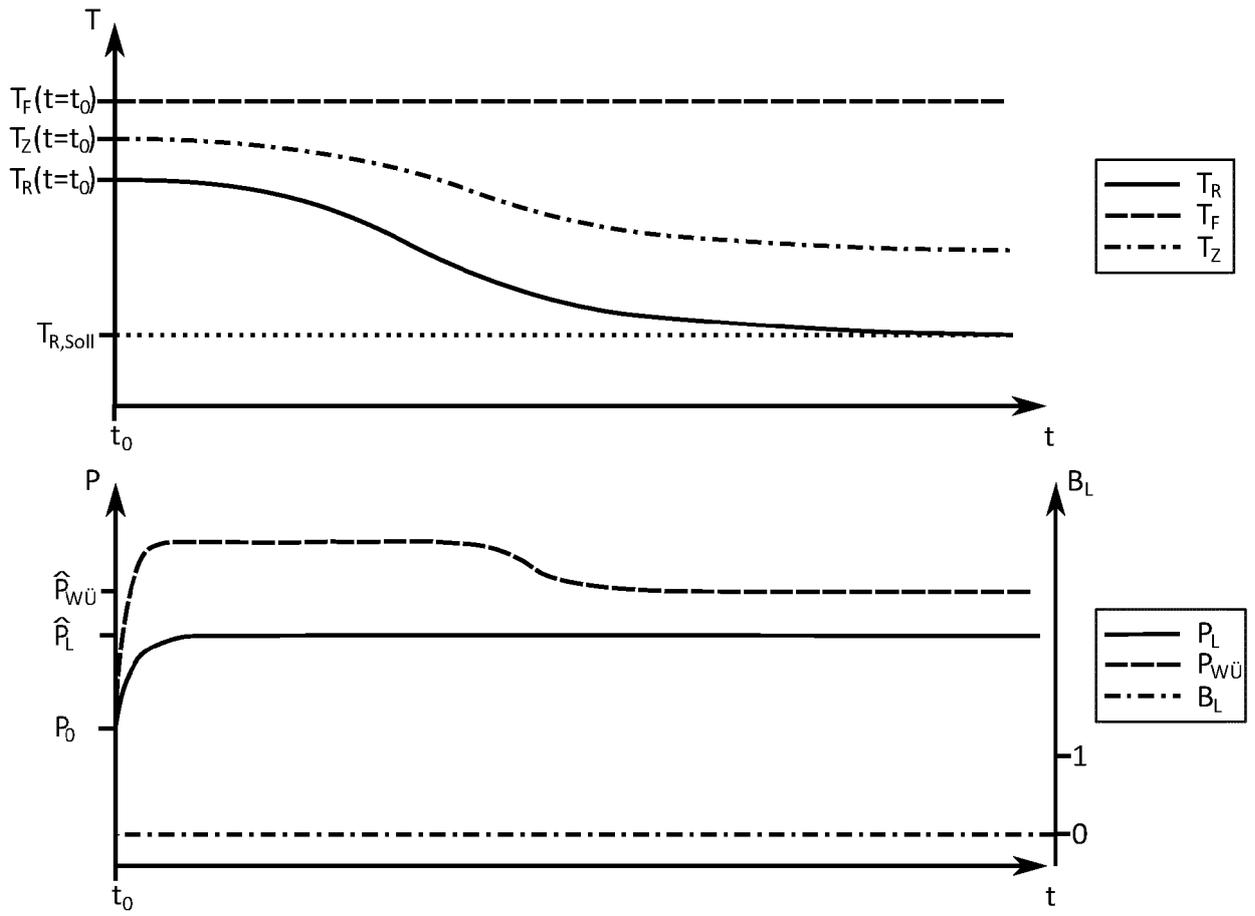


Fig. 3

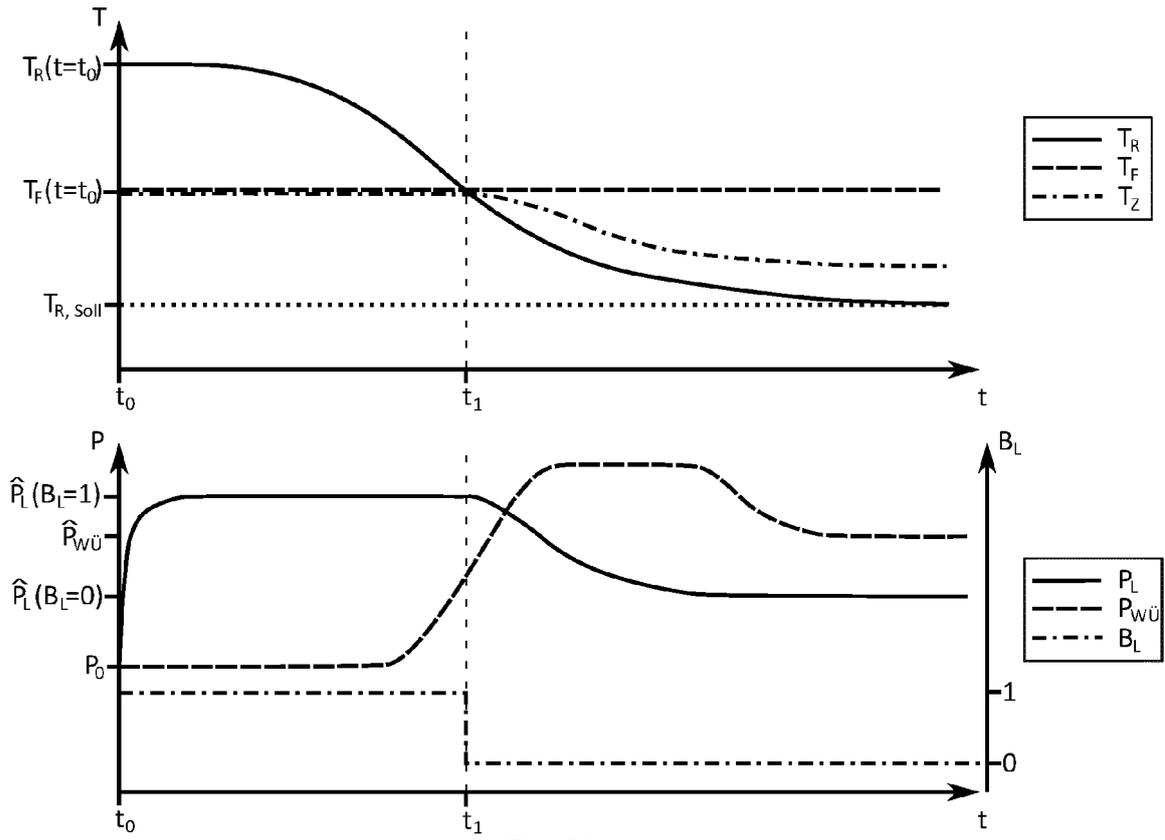


Fig. 4A

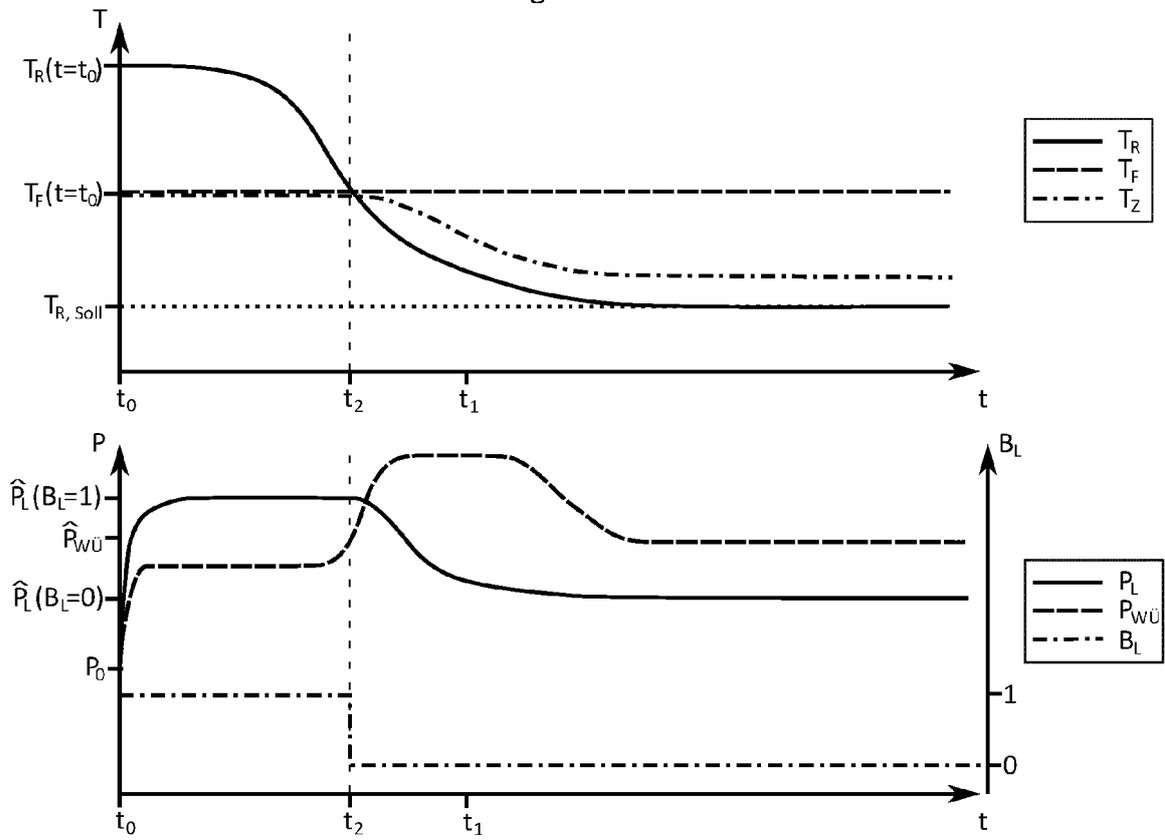


Fig. 4B

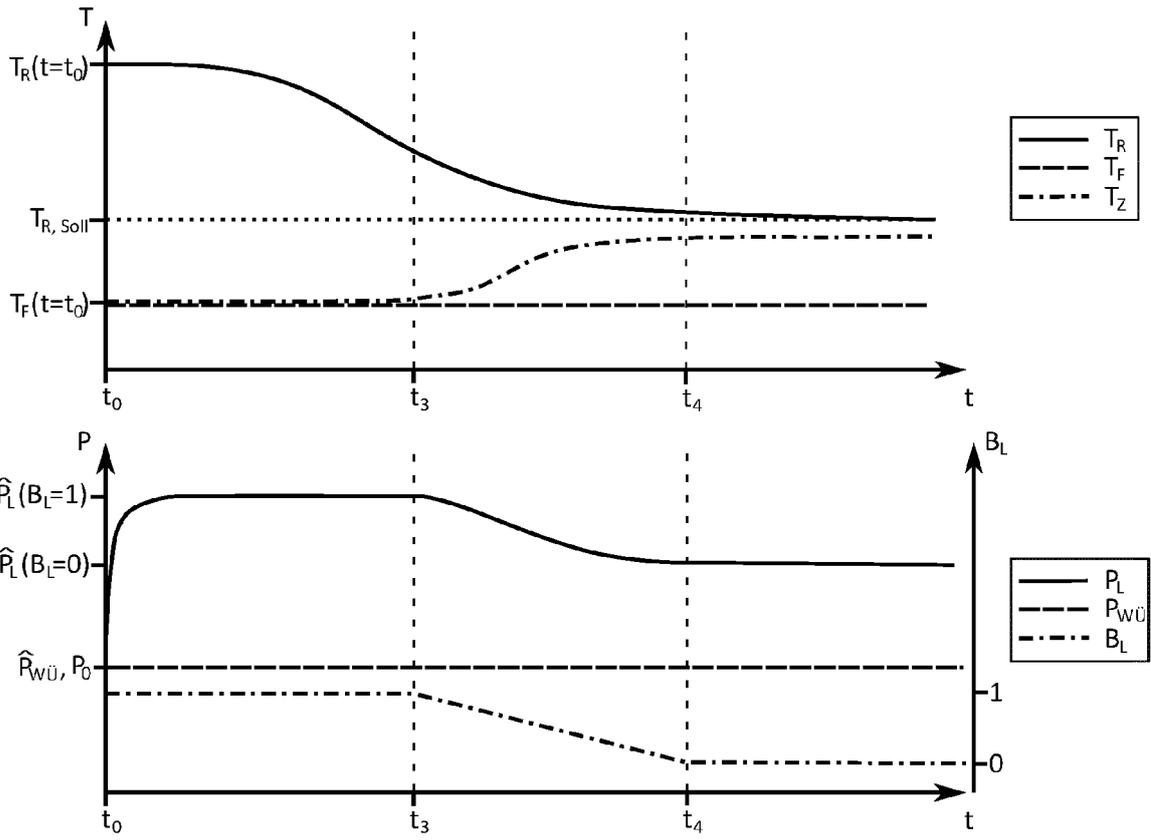


Fig. 5A

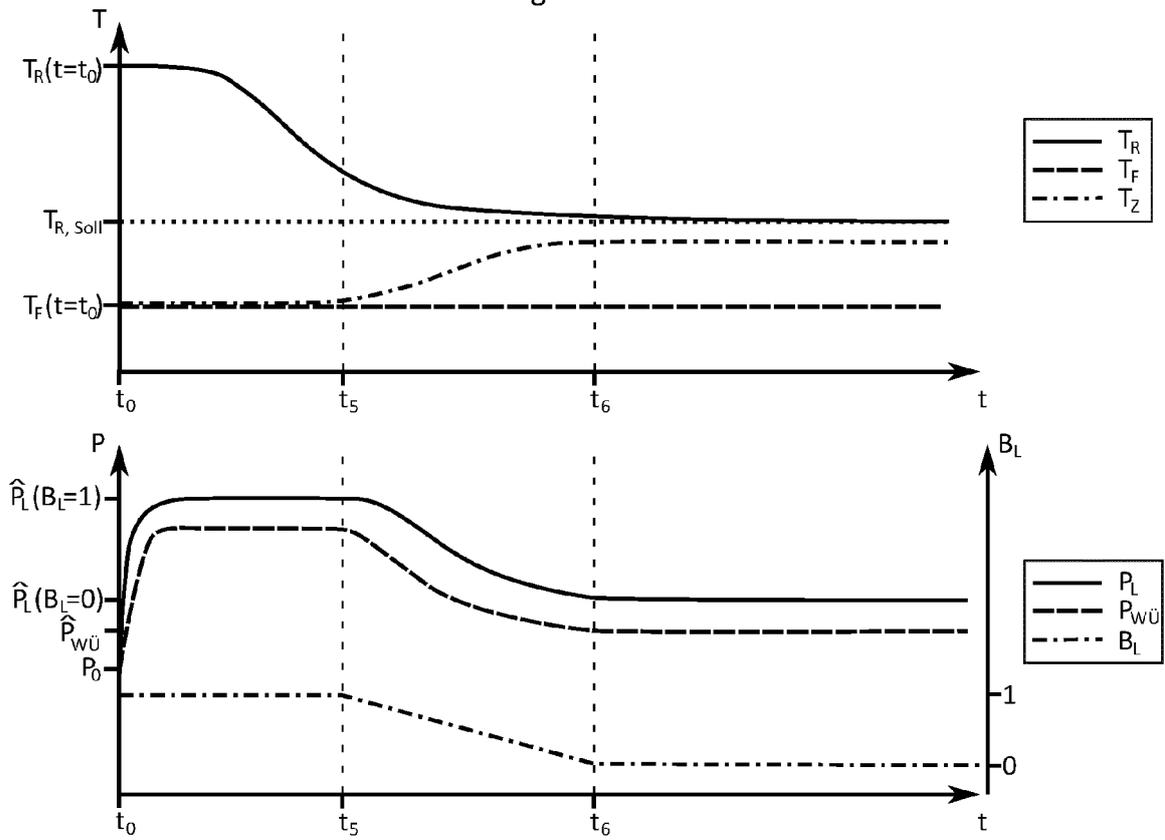


Fig. 5B

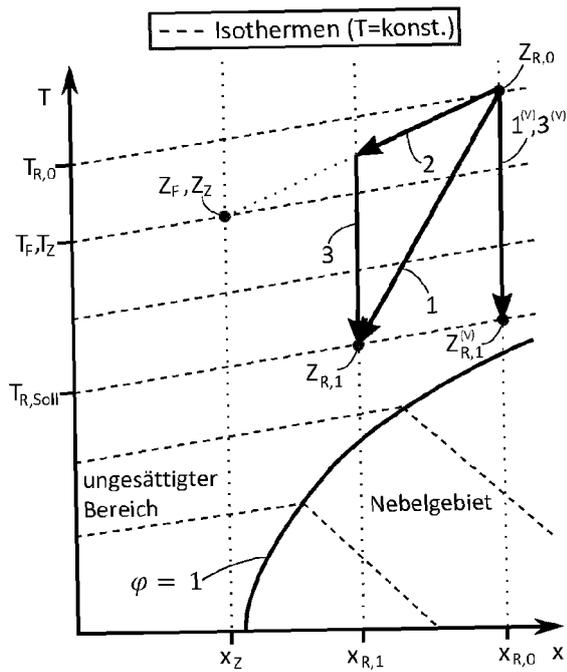


Fig. 6A

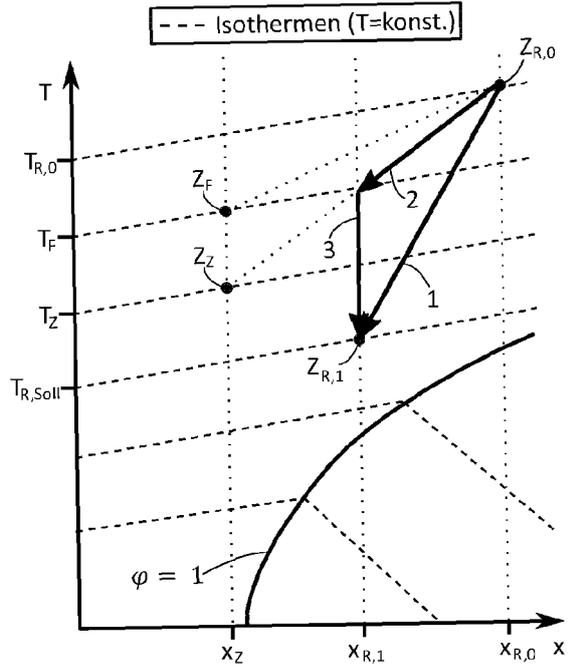


Fig. 6B

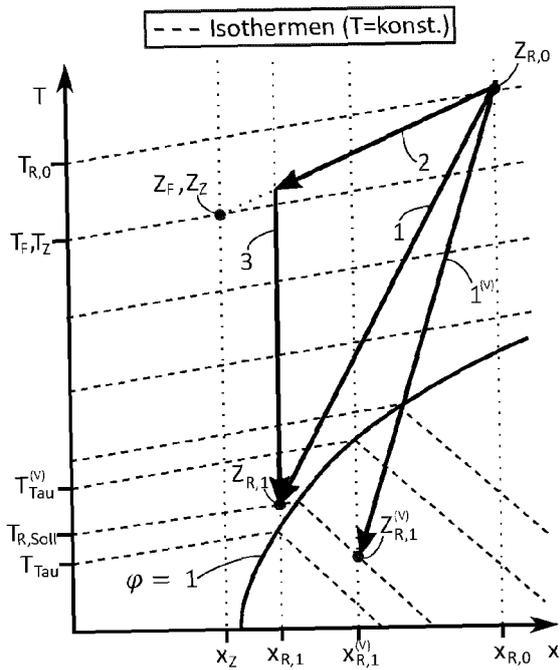


Fig. 6C

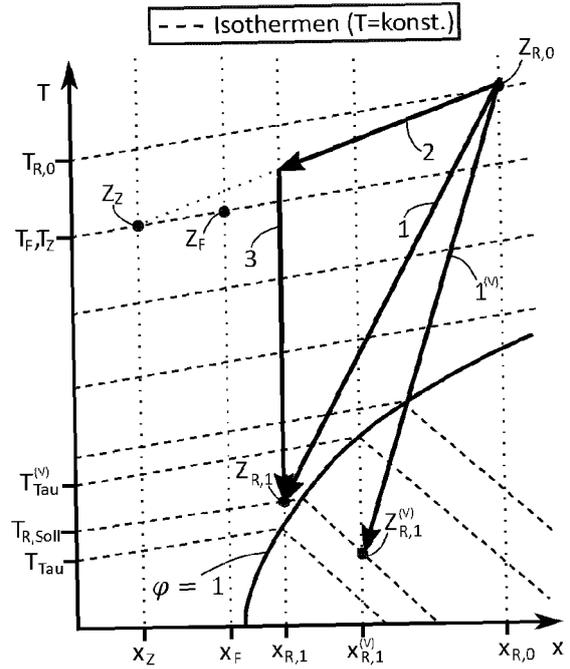


Fig. 6D



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 8516

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2016 213659 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 1. Februar 2018 (2018-02-01) * Absatz [0040] - Absatz [0070]; Ansprüche 1-13; Abbildungen 1-4 *	1-15	INV. F24F11/80 F24F11/81
A	EP 3 258 179 A1 (DAIKIN EUROPE NV [BE]; DAIKIN IND LTD [JP]) 20. Dezember 2017 (2017-12-20) * Absatz [0043] - Absatz [0054]; Ansprüche 1-156; Abbildungen 1-2 *	1-15	ADD. F24F110/10 F24F110/12 F24F12/00
A	EP 3 745 042 A1 (C&M HOLDING B V [NL]) 2. Dezember 2020 (2020-12-02) * Absatz [0028] - Absatz [0041]; Ansprüche 1-11; Abbildung 2 *	1-15	
A	US 2021/293430 A1 (YAMADA MIKI [JP]) 23. September 2021 (2021-09-23) * Absatz [0024] - Absatz [0183]; Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-2 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. Februar 2023	Prüfer Silex, Anna
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorie oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 22 19 8516

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-02-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016213659 A1	01-02-2018	KEINE	
EP 3258179 A1	20-12-2017	KEINE	
EP 3745042 A1	02-12-2020	KEINE	
US 2021293430 A1	23-09-2021	US 2021293430 A1	23-09-2021
		WO 2020021661 A1	30-01-2020

EPO FORM P0461

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