

(19)



(11)

EP 2 602 571 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.06.2013 Patentblatt 2013/24

(51) Int Cl.:
F25B 1/10 (2006.01) **F25B 6/02** (2006.01)
F25B 13/00 (2006.01) **F25B 30/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12195447.3**

(22) Anmeldetag: **04.12.2012**

(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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Troestler, Inga**
22175 Hamburg (DE)
• **Pfeil, Dennis**
35394 Giessen (DE)

(30) Priorität: **06.12.2011 DE 102011120176**

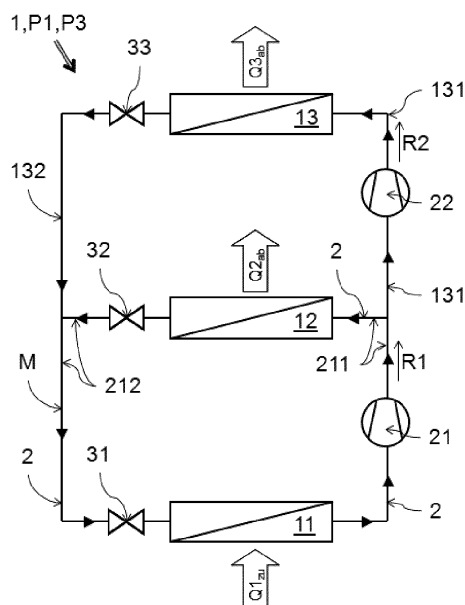
(54) Reversible Wärmepumpenvorrichtung sowie Verfahren zu deren Betrieb

(57) Bekannte reversible Wärmepumpen, welche als Klima- und Beheizungseinrichtung sowie zur Beheizung von Warmwasser eingesetzt werden, sind möglicherweise auf die sommerliche Kühlleistung ausgelegt und im Heizbetrieb in energieeffizienten Neubauten überdimensioniert. Aufgabe der Erfindung ist es, den Wirkungsgrad zu verbessern.

Die Erfindung betrifft daher eine reversible Wärmepumpenvorrichtung (1) mit einem Hauptkreislauf (2) für ein Kältemittel (M), der aus einer Hauptverdichterleitung (211) mit einem Hauptverdichter (21) sowie einer Expansionsventilleitung (212) mit einem ersten Expansionsventil (31) besteht, wobei ein Peripherie-Wärmeübertra-

ger (11) und ein Klima-Wärmeübertrager (12) in dem Hauptkreislauf (2) angeordnet sind, wobei ein zweites Expansionsventil (32) seriell zum ersten Expansionsventil (31) in der Expansionsventilleitung (212) angeordnet ist, und dass ein Warmwasser-Wärmeübertrager (13) über einen Vorlauf (131) mit einem Zusatzverdichter (22) und über einen Rücklauf (132) mit einem dritten Expansionsventil (33) mit dem Hauptkreislauf (2) strömungsverbunden ist, wobei der Vorlauf (131) mit der Hauptverdichterleitung (211) strömungsverbunden ist, und wobei der Rücklauf (132) zwischen dem ersten und zweiten Expansionsventil (31, 32) mit der Expansionsventilleitung (212) strömungsverbunden ist.

Fig. 1

**EP 2 602 571 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine reversible Wärmepumpenvorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, sowie ein Verfahren zu deren Betrieb nach Patentanspruch 5.

[0002] Das thermodynamische Prinzip der Wärmepumpe ist allgemein bekannt und wird üblicherweise zum Beheizen oder zum Kühlen von Temperierungsobjekten eingesetzt, etwa in Kühltischen, Klimaanlage oder Sole-Wärmepumpen.

[0003] Eine Wärmepumpe weist dabei einen ersten Wärmeübertrager zur Wärmeaufnahme und einen zweiten Wärmeübertrager zur Wärmeabgabe auf. Die Wärmeübertrager sind über zwei Verbindungsleitungen strömungstechnisch miteinander verbunden und bilden so einen Kreislauf für Kältemittel aus. In einer der Verbindungsleitungen ist ein Verdichter und in der anderen ein Expansionsventil angeordnet. Einer der Wärmeübertrager liegt so in Strömungsrichtung des Kältemittels hinter dem Verdichter und einer hinter dem Expansionsventil.

[0004] Bei einer Aktivierung des Verdichters wird das Kältemittel mittels des Verdichters komprimiert, wodurch sich die Temperatur des verdichteten Kältemittels erhöht. Beim Durchströmen des sich anschließenden Wärmeübertragers gibt das warme Kältemittel Wärme ab. Auf der Seite des anderen Wärmeübertragers wird das Kältemittel hingegen durch eine Drossel entspannt. Dies senkt die Temperatur des entspannten Kältemittels, so dass das Kältemittel in diesem Wärmeübertrager Wärme von einer Wärmequelle aufnehmen kann. Je stärker das Kältemittel entspannt wird, desto geringer kann die Temperatur der Wärmequelle sein, so zum Beispiel der Innenraum eines Gefrierschranks.

[0005] Um den Wärmepumpenprozess zum Beheizen und zum Kühlen eines Temperierungsobjekts, zum Beispiel eines Gebäudes, einsetzen zu können, ist aus dem Stand der Technik weiterhin bekannt, die Strömungsrichtung des Kältemittels umkehrbar ausulegen. Bei derartigen reversiblen Wärmepumpen kehrt sich die Wärmeaufnahme und -abgabe der Wärmeübertrager in Abhängigkeit von der Strömungsrichtung des Kältemittels um. Einer der Wärmeübertrager korrespondiert dann zur Klimatisierung beispielsweise mit dem Gebäude und einer Peripherie außerhalb des Gebäudes.

[0006] Zusätzlich ist bekannt, die Wärmepumpenvorrichtung neben der Beheizung und Kühlung des Gebäudes auch zur Speisung eines weiteren Heizobjekts mit Wärme einzusetzen. So kann beispielsweise neben der Beheizung und der Kühlung eines Gebäudes gleichzeitig Wasser erwärmt werden.

[0007] Problematisch ist, dass unterschiedlich große Kühl- und Heizleistungen im Sommer bzw. Winter vorliegen. Insbesondere bei Gebäuden mit moderner Wärmedämmung und großer Glasfläche ist die erforderliche Kühlleistung im Sommer häufig größer als die geforderte Heizleistung im Winter. Wenn eine bekannte Wärmepumpe auf die maximal zu erbringende Leistung im Som-

mer ausgelegt ist, ist sie im Winter deutlich überdimensioniert. Dies führt zu einem schlechten Wirkungsgrad [COP (Coefficient Of Performance)] der Wärmepumpe im Winter. Der Wirkungsgrad ergibt sich aus dem Verhältnis von eingesetzter Energie zum Betrieb der Wärmepumpe zu abgegebener Energie am wärmeabgebenden Wärmeübertrager. Die eingesetzte Energie ist hauptsächlich Antriebsenergie für den Verdichter, der meist mit Strom betrieben wird.

[0008] Ein weiteres Problem liegt darin, dass für die Erwärmung von Warmwasser eigentlich ein anderes Temperaturniveau notwendig ist als das am wärmeabgebenden Wärmeübertrager meist vorliegende. Typischerweise wird Warmwasser stärker erwärmt, zum Beispiel auf 55 °C, als der Vorlauf einer Gebäudeheizung im Winter, zum Beispiel 45 °C. Den unterschiedlichen Temperaturanforderungen wird im Stand der Technik jedoch nicht Rechnung getragen, wodurch der Wirkungsgrad der reversiblen Wärmepumpenvorrichtung nicht optimal ist. Gegebenenfalls ist sogar eine weitere Vorrichtung zur ergänzenden Nacherwärmung des Warmwassers erforderlich.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es daher, die Mängel des Standes der Technik zu beseitigen und eine reversible Wärmepumpenvorrichtung mit angepasster Kühl- bzw. - Heizleistung im Sommer bzw. Winter bereitzustellen, wobei die Wärmepumpenvorrichtung auch zur Erwärmung eines weiteren Heizobjekts geeignet sein soll, insbesondere zur Erwärmung von Warmwasser, und wobei das abweichende Temperaturniveau des zusätzlichen Heizobjekts berücksichtigt wird, damit der Wirkungsgrad der Wärmepumpenvorrichtung hoch ist. Außerdem soll die Wärmepumpenvorrichtung einfach und kostengünstig herstellbar, sowie unkompliziert und sicher im Betrieb sein.

[0010] Erfindungsgemäß wird dies mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 sowie des nebengeordneten Anspruchs 5 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0011] Die Erfindung betrifft eine reversible Wärmepumpenvorrichtung mit einem Hauptkreislauf für ein Kältemittel, der aus einer Hauptverdichterleitung mit einem Hauptverdichter sowie einer Expansionsventilleitung mit einem ersten Expansionsventil besteht, wobei ein Peripherie-Wärmeübertrager und ein Klima-Wärmeübertrager in dem Hauptkreislauf angeordnet sind, wobei ein zweites Expansionsventil seriell zum ersten Expansionsventil in der Expansionsventilleitung angeordnet ist, und wobei ein Warmwasser-Wärmeübertrager über einen Vorlauf mit einem Zusatzverdichter und über einen Rücklauf mit einem dritten Expansionsventil mit dem Hauptkreislauf strömungsverbunden ist, wobei der Vorlauf mit der Hauptverdichterleitung strömungsverbunden ist, und wobei der Rücklauf zwischen dem ersten und zweiten Expansionsventil mit der Expansionsventilleitung strömungsverbunden ist.

[0012] Mittels dieser Wärmepumpenvorrichtung ist es nunmehr möglich, den Hauptkreislauf in Abhängigkeit

der Förderrichtung des Hauptverdichters zum Kühlen oder zum Heizen eines dem Klima-Wärmeübertrager zugeordneten Temperierungsobjekts einzusetzen. Zur Realisierung der Umkehrung der Strömungsrichtung sollte der Hauptverdichter bidirektional sein. Eine technische Möglichkeit dies zu erreichen, ist den monodirektionalen Verdichter mit einem Mehrwegeventil mit Umkehrschleife auszubilden.

[0013] Zum Kühlen oder Heizen des Temperierungsobjekts sollte der Klima-Wärmeübertrager demnach also mit einem Temperierungsobjekt korrespondieren, wobei das Temperierungsobjekt vorzugsweise ein Gebäude ist. Gleichzeitig kann bei einem Wärmebedarf des Warmwassers, dieses durch Aktivierung des Zusatzverdichters erwärmt werden. Dafür sollte der Warmwasser-Wärmeübertrager mit einer Warmwasserbereitungseinrichtung korrespondieren. Letztere kann neben einem Warmwasserspeicher auch eine zusätzliche konventionelle Heizeinrichtung aufweisen, beispielsweise eine mit Strom oder Gas betriebene.

[0014] Die Anbindung des Warmwasser-Wärmeübertragers an den Hauptkreislauf wird insbesondere durch das erfindungsgemäße zweite Expansionsventil in der Expansionsventilleitung ermöglicht. Dieses erlaubt es, den Rücklauf des Warmwasser-Wärmeübertragers stets mit dem vom Hauptverdichter druckbeaufschlagten Leitungsabschnitt des Hauptkreislaufs zu verbinden. Die beiden Expansionsventile im Hauptkreislauf sollten hierfür offenbar sein, bspw. Mittels eines offenbaren Ventilbypasses. Somit würde dann im Heiz- und im Kühlbetrieb jeweils eines dieser Expansionsventile geöffnet im druckbeaufschlagten Leitungsabschnitt des Hauptkreislaufs liegen. Weiterhin sollte der Vorlauf des Warmwasser-Wärmeübertragers zwischen dem Hauptverdichter und dem Klima-Wärmeübertrager mit der Hauptverdichterleitung strömungsverbunden sein. Hierdurch werden die Wärmeübertrager des Hauptkreislaufs für den bestimmungsgemäßen Einsatz als Klima-Wärmeübertrager und Peripherie-Wärmeübertrager definiert.

[0015] Während eines Heizbetriebs und bei Aktivierung des Zusatzverdichters können der Hauptverdichter und der Zusatzverdichter in Reihe geschaltet sein. Das heißt, ein Teil des Kältemittels wird in zwei Stufen verdichtet. Das etwas höhere erforderliche Temperaturniveau im Warmwasser-Wärmeübertrager wird so durch die zusätzliche Verdichtung mit dem Zusatzverdichter erreicht.

[0016] Im Kühlbetrieb ist die Temperaturdifferenz zwischen Klima-Wärmeübertrager und Warmwasser-Wärmeübertrager wesentlich geringer als im Heizbetrieb. Daher ist im Kühlbetrieb eine einstufige Verdichtung durch den Zusatzverdichter ausreichend, um das Warmwasser zu erwärmen. Im Kühlbetrieb sind die beiden Verdichter daher parallel schaltbar. Durch Regelung der vom Zusatzverdichter geförderten Kältemittelmenge kann die Wärme - in Abhängigkeit der erforderlichen Wärmemenge zur Warmwasserbereitung - auf den Peripherie-Wärmeübertrager und den Warmwasser-Wärmeübertrager

verteilt werden. Somit liegt ein besonderer Vorteil der Wärmepumpenvorrichtung darin, dass die im Sommer notwendige hohe Kühlleistung nicht komplett an die Peripherie abgegeben wird, sondern große Teile dieser Wärme für die Erwärmung des Warmwassers eingesetzt werden können. Nur die überschüssige Wärmemenge, die nicht zur Warmwasserbereitung eingesetzt werden kann, wird durch den Peripherie-Wärmeübertrager an die Peripherie abgegeben. Der Peripherie-Wärmeübertrager wird hierbei meist mit einer Umgebung korrespondieren, insbesondere der Umgebung eines Gebäudes. Hierzu sind sowohl der Luftraum als auch das Erdreich zu zählen.

[0017] Um den Warmwasser-Wärmeübertrager bei deaktiviertem Zusatzverdichter komplett vom Hauptkreislauf abtrennen zu können, sollte das dritte Expansionsventil im Rücklauf vom Warmwasser-Wärmeübertrager öffnen- bzw. schließbar sein. Alternativ könnte ein zusätzliches Verschlussventil im Rücklauf angeordnet werden. Sofern der Zusatzverdichter bei Deaktivierung permeabel ist, sollte auch im Vorlauf ein verschließbares Ventil, zum Beispiel ein zweites Verschlussventil, angeordnet sein.

[0018] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass in der Strömungsverbindung zwischen dem Rücklauf des Warmwasser-Wärmeübertragers und der Expansionsventilleitung eine Mitteldruckflasche angeordnet ist. Eine solche Mitteldruckflasche bildet im Wesentlichen einen Hohlraum aus, in welchem sich im Betrieb der Wärmepumpenvorrichtung an einem Expansionsventil entspanntes Kältemittel in eine Gas- und eine Kondensatphase trennt.

[0019] Bei einer vorgesehenen Mitteldruckflasche sollte der Rücklauf des Warmwasser-Wärmeübertragers mit einem geodätisch oberen Bereich der Mitteldruckflasche strömungsverbunden sein. Dieser Bereich der Mitteldruckflasche ist derjenige, in welchem das Kältemittel in Gasphase vorliegt. Die Expansionsventilleitung hingegen sollte mit einem geodätisch unteren Bereich der Mitteldruckflasche strömungsverbunden sein. Aufgrund der höheren Dichte sammelt sich in diesem Bereich der Mitteldruckflasche das als Flüssigkeit vorliegende Kältemittel.

[0020] In einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass im Vorlauf des Warmwasser-Wärmeübertragers zwischen dem Zusatzverdichter und der Strömungsverbindung mit der Hauptverdichterleitung ein regelbares Durchflussventil angeordnet ist. Hiermit kann die Menge des Kältemittels, welches von dem Zusatzverdichter angesaugt wird, geregelt werden. Dies ist insbesondere deshalb von Vorteil, da die Ansaugmenge und die Verdichtung mittels des Zusatzverdichters nur beschränkt durch letzteren selbst vorgenommen werden kann. Das Durchflussventil ermöglicht somit besonders gut die Regelung der Wärmeabnahmemenge durch den Warmwasser-Wärmeübertrager. Zusätzlich ist es geeignet dazu, den Vorlauf vollständig vom Hauptkreislauf zu trennen, wenn der Zusatzverdichter deaktiviert ist. Ein zu-

sätzliches Verschlussventil im Vorlauf erübrigt sich somit.

[0021] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung sind der Vorlauf und der Rücklauf des Warmwasser-Wärmeübertragers über einen Bypass mit einem Regelventil strömungsverbunden, wobei der Bypass mit dem Vorlauf zwischen dem Zusatzverdichter und der Strömungsverbindung mit der Hauptverdichterleitung strömungsverbunden ist, und wobei der Bypass mit dem Rücklauf zwischen dem dritten Expansionsventil und der Strömungsverbindung mit der Expansionsventilleitung strömungsverbunden ist.

[0022] Somit kann eine Kühlung des Kältemittels vor dem Zusatzverdichter erfolgen. Dies ist insbesondere im Heizbetrieb sinnvoll, um die Sauggastemperatur und somit die Verdichtungs-temperatur des Zusatzverdichters reduzieren zu können. Das Kältemittel vor dem Zusatzverdichter ist gasförmig und auch im Rücklauf hinter dem dritten Expansionsventil hat das Kältemittel eine Gasform. Das Kältemittel aus dem Rücklauf wurde jedoch bereits im Warmwasser-Wärmeübertrager abgekühlt und kann so als Dampf in den Vorlauf vor dem Zusatzverdichter dosiert eingespritzt werden (Dampfwischeneinspritzung). Letztlich wird durch die Dampfwischeneinspritzung auch der Zusatzverdichter vor Überhitzung geschützt.

[0023] Sofern ein regelbares Durchflussventil im Vorlauf des Warmwasser-Wärmeübertragers vorgesehen ist, sollte der Bypass mit dem Vorlauf zwischen dem Zusatzverdichter und dem Durchflussventil strömungsverbunden sein.

[0024] Ferner sollte das Regelventil verschließbar sein, da mit der Dampfwischeneinspritzung insbesondere im Heizbetrieb mit der zweistufigen Verdichtung Vorteile erzielt werden. Im Kühlbetrieb wirken der Haupt- und der Zusatzverdichter entgegengesetzt, sodass das Kältemittel vor dem Zusatzverdichter bereits eine sehr tiefe Temperatur aufweist.

[0025] Der Bypass könnte auch mit dem geodätisch oberen Bereich der Mitteldruckflasche verbunden sein, denn funktional ist der an den oberen Bereich der Mitteldruckflasche angrenzende Leitungsabschnitt bis zum dritten Expansionsventil eine Erweiterung dieses oberen Bereichs.

[0026] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betrieb einer reversiblen Wärmepumpenvorrichtung mit einem Hauptkreislauf für ein Kältemittel, der aus einer Hauptverdichterleitung mit einem Hauptverdichter sowie einer Expansionsventilleitung mit einem ersten Expansionsventil besteht, wobei ein Peripherie-Wärmeübertrager und ein Klima-Wärmeübertrager in dem Hauptkreislauf angeordnet sind, wobei ein zweites Expansionsventil seriell zum ersten Expansionsventil in der Expansionsventilleitung angeordnet ist, und wobei ein Warmwasser-Wärmeübertrager über einen Vorlauf mit einem Zusatzverdichter und über einen Rücklauf mit einem dritten Expansionsventil mit dem Hauptkreislauf strömungsverbunden ist, wobei der Vorlauf des Warm-

wasser-Wärmeübertragers zwischen dem Hauptverdichter und dem Klima-Wärmeübertrager mit der Hauptverdichterleitung strömungsverbunden ist, wobei der Rücklauf zwischen dem ersten und zweiten Expansionsventil mit der Expansionsventilleitung strömungsverbunden ist, und wobei das erste Expansionsventil zwischen dem Peripherie-Wärmeübertrager und dem zweiten Expansionsventil angeordnet ist, umfassend die folgenden Schritte:

a) Aktivieren eines Heizbetriebs oder eines Kühlbetriebs des Hauptkreislaufs, wenn ein Temperierungsbedarf am Klima-Wärmeübertrager vorliegt;
b) Aktivieren eines Zusatzheizprogramms, wenn ein Wärmebedarf am Warmwasser-Wärmeübertrager vorliegt;
wobei der Heizbetrieb folgende Unterschritte umfasst:

a1a) Aktivieren des Hauptverdichters, wobei die Strömungsrichtung des Kältemittels in der Hauptverdichterleitung vom Peripherie-Wärmeübertrager in Richtung des Hauptverdichters ausgerichtet ist;
a1b) Expandieren des Kältemittels am ersten Expansionsventil;

wobei der Kühlbetrieb folgende Unterschritte umfasst:

a2a) Aktivieren des Hauptverdichters, wobei die Strömungsrichtung des Kältemittels in der Hauptverdichterleitung vom Hauptverdichter in Richtung des Peripherie-Wärmeübertragers ausgerichtet ist;
a2b) Expandieren des Kältemittels am zweiten Expansionsventil;

und wobei das Zusatzheizprogramm folgende Unterschritte umfasst:

b1) Aktivieren des Zusatzverdichters, wobei die Strömungsrichtung des Kältemittels im Vorlauf vom Zusatzverdichter zum Warmwasser-Wärmeübertrager ausgerichtet ist;
b2) Expandieren des Kältemittels am dritten Expansionsventil.

[0027] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es somit möglich, flexible auf die Temperierungsanforderungen des Temperierungsobjekts und des Warmwassers zu reagieren. Der Hauptkreislauf kann in Abhängigkeit der Förderrichtung des Hauptverdichters zum Kühlen oder zum Heizen des dem Klima-Wärmeübertrager zugeordneten Temperierungsobjekts, vorzugsweise eines Gebäudes, eingesetzt werden. Zur Realisierung der Umkehrung der Strömungsrichtung sollte der Hauptverdichter bidirektional sein. Eine technische Möglichkeit

dies zu erreichen, ist mit einem Mehrwegeventil eine Umkehrschleife auszubilden. Um zwischen einem Heizbetrieb und einem Kühlbetrieb wechseln zu können, muss also der Hauptverdichter umgeschaltet werden. Beispielsweise ist dies durch Umkehrung der Stromrichtung oder aber mittels des beschriebenen Mehrwegeventils möglich.

[0028] Gleichzeitig kann bei einem Wärmebedarf des Warmwassers, dieses durch Aktivierung des Zusatzverdichters erwärmt werden. Reicht die Wärme zur Warmwasserbereitung nicht aus, könnte eine zusätzliche konventionelle Heizeinrichtung, bspw. eine mit Strom oder Gas betriebene, hinzugeschaltet werden.

[0029] Die Anbindung des Warmwasser-Wärmeübertragers an den Hauptkreislauf wird insbesondere durch das erfindungsgemäße zweite Expansionsventil in der Expansionsventilleitung ermöglicht. Dieses erlaubt es, den Rücklauf des Warmwasser-Wärmeübertragers stets mit dem vom Hauptverdichter druckbeaufschlagten Leitungsabschnitt des Hauptkreislaufs zu verbinden. Die beiden Expansionsventile im Hauptkreislauf sollten hierfür öffnbar sein. Alternativ könnten diese auch einen zu öffnenden Ventilbypass aufweisen. Die Anordnung des ersten Expansionsventils zwischen dem Peripherie-Wärmeübertrager und dem zweiten Expansionsventil ist in der Hauptsache für die Beschreibung des Verfahrens wichtig, da die Funktion des ersten und zweiten Expansionsventils von der Förderrichtung des Hauptverdichters abhängt. So expandiert das Kältemittel im Hauptkreislauf stets am weiter stromabwärts liegenden Expansionsventil. Das weiter vorne liegende Ventil sollte wenigstens teilweise, besser jedoch komplett geöffnet werden. Dies ist auch durch einen Ventilbypass mit einem Verschlussventil umsetzbar. Entsprechend müsste im Heizbetrieb folgender Unterschritt durchgeführt werden:

- a1e) Öffnen des zweiten Expansionsventils;
und im Kühlbetrieb der Unterschritt:
- a2e) Öffnen des ersten Expansionsventils.

[0030] Während eines Heizbetriebs und bei Aktivierung des Zusatzverdichters sind der Hauptverdichter und der Zusatzverdichter in Reihe geschaltet. Das heißt, ein Teil des Kältemittels wird in zwei Stufen verdichtet. Das etwas höhere erforderliche Temperaturniveau im Warmwasser-Wärmeübertrager wird so durch die zusätzliche Verdichtung mit dem Zusatzverdichter erreicht.

[0031] Im Kühlbetrieb ist die Temperaturdifferenz zwischen Klima-Wärmeübertrager und Warmwasser-Wärmeübertrager wesentlich geringer als im Heizbetrieb. Deshalb ist im Kühlbetrieb eine einstufige Verdichtung durch den Zusatzverdichter ausreichend, um das Warmwasser zu erwärmen. Im Kühlbetrieb sind die beiden Verdichter daher parallel geschaltet. Durch Regelung der vom Zusatzverdichter geförderten Kältemittelmenge kann die Wärme - in Abhängigkeit der erforderlichen Wärmemenge zur Warmwasserbereitung - auf den Peripherie-Wärmeübertrager und den Warmwasser-Wär-

meübertrager verteilt werden. Somit liegt ein besonderer Vorteil der Wärmepumpenvorrichtung darin, dass die im Sommer notwendige hohe Kühlleistung nicht komplett an die Peripherie abgegeben wird, sondern große Teile dieser Wärme für die Erwärmung des Warmwassers eingesetzt werden können. Nur die überschüssige Wärmemenge, die nicht zur Warmwasserbereitung eingesetzt werden kann, wird durch den Peripherie-Wärmeübertrager an die Peripherie abgegeben.

[0032] Um den Warmwasser-Wärmeübertrager bei deaktiviertem Zusatzverdichter komplett vom Hauptkreislauf abtrennen zu können, sollte das dritte Expansionsventil im Rücklauf vom Warmwasser-Wärmeübertrager ebenfalls öffnen- bzw. schließbar sein. Alternativ könnte ein zusätzliches Verschlussventil im Rücklauf angeordnet werden. Ein zusätzlicher Verfahrensschritt würde dann vorsehen, dass das dritte Expansionsventil bzw. das zusätzliche Verschlussventil bei deaktiviertem Zusatzheizprogramm geschlossen wird.

[0033] Sofern der Zusatzverdichter bei Deaktivierung permeabel ist, sollte auch im Vorlauf ein verschließbares Ventil, zum Beispiel ein zweites Verschlussventil, angeordnet sein. Auch hier würde ein zusätzlicher Verfahrensschritt dann vorsehen, dass das zweite Verschlussventil im Vorlauf bei deaktiviertem Zusatzheizprogramm geschlossen wird.

[0034] Folgende weitere Verfahrensschritte bedürfen keines aktiven Zutuns im Verfahren, sondern resultieren aus den vorangegangenen Verfahrensschritten:

Dabei umfasst der Heizbetrieb folgende passiv resultierende Unterschritte:

- a1f) Aufnahme von Wärme am auf der entspannten Seite liegenden Peripherie-Wärmeübertrager;
- a1g) Abgabe von Wärme am auf der komprimierten Seite liegenden Klima-Wärmeübertrager;

[0035] Weiterhin umfasst der Kühlbetrieb folgende passive Unterschritte:

- a2f) Abgabe von Wärme am auf der komprimierten Seite liegenden Peripherie-Wärmeübertrager;
- a2g) Aufnahme von Wärme am auf der entspannten Seite liegenden Klima-Wärmeübertrager;

[0036] Aus dem Zusatzheizprogramm resultiert entsprechend nachstehender passive Unterschritte:

- b3) Abgabe von Wärme am Warmwasser-Wärmeübertrager.

[0037] Die Wärmearuf- bzw. -abnahme führt dabei jeweils zu einer Temperaturabsenkung oder -erhöhung des den jeweiligen Wärmeübertrager durchströmenden Kältemittels, sowie einer Erwärmung oder Abkühlung der

zugehörigen Wärmeübertragergegensseite, das heißt des Temperierungsobjekts, der Umgebung und des Warmwassers.

[0038] Eine Weiterbildung des Verfahrens betrifft ein im Vorlauf des Warmwasser-Wärmeübertragers zwischen dem Zusatzverdichter und der Strömungsverbindung mit der Hauptverdichterleitung angeordnetes regelbares Durchflussventil, und folgenden Unterschritt:

c) Abgabe einer regelbaren Menge Kältemittel vom Hauptkreislauf an den Vorlauf des Warmwasser-Wärmeübertragers mittels Regelung des Durchflussventils, wenn das Zusatzheizprogramm aktiviert ist.

[0039] Hiermit kann die Menge des Kältemittels, welches von dem Zusatzverdichter angesaugt wird, geregelt werden. Dies ist insbesondere deshalb von Vorteil, da die Ansaugmenge und die Verdichtung mittels des Zusatzverdichters nur beschränkt durch letzteren selbst vorgenommen werden kann. Das Durchflussventil ermöglicht somit besonders gut die Regelung der Wärmeabnahmemenge durch den Warmwasser-Wärmeübertrager.

[0040] Zusätzlich ist es geeignet dazu, den Vorlauf vollständig vom Hauptkreislauf zu trennen, wenn der Zusatzverdichter deaktiviert ist. Hierfür würde das Verfahren einen Schritt umfassen, der ein Verschließen des Durchflussventils bei deaktiviertem Zusatzheizprogramm vorsieht. Ein zusätzliches Verschlussventil im Vorlauf erübrigt sich somit.

[0041] Im Speziellen könnte der Heizbetrieb hierfür den nachstehenden weiteren Unterschritt umfassen:

a1h) Verteilen der abzugebenden Wärme auf den Klima- und den Warmwasser-Wärmeübertrager mittels Regelung des Durchflussventils, wenn das Zusatzheizprogramm aktiviert ist;

[0042] Der Kühlbetrieb wiederum könnte um folgenden Unterschritt ergänzt werden:

a2h) Verteilen der abzugebenden Wärme auf den Peripherie- und den Warmwasser-Wärmeübertrager mittels Regelung des Durchflussventils, wenn das Zusatzheizprogramm aktiviert ist.

[0043] Weiterhin ist verfahrensgemäß in einer Variante ein Schritt im Heizbetrieb vorgesehen, bei welchem ein [a1c)] Regeln der Drücke und/oder der Temperatur des Kältemittels im Klima- und im Warmwasser-Wärmeübertrager mittels Regelung der Verdichtung des Hauptverdichters und/oder des Zusatzverdichters erfolgt. Hierdurch ist die Wärme optimal auf die verschiedenen Wärmeübertrager verteilbar. Zusätzlich kann im Kühlbetrieb ein [a2c)] Regeln der Drücke und/oder der Temperatur des Kältemittels im Klima- und im Warmwasser-Wärmeübertrager mittels Regelung der Verdichtung des Haupt-

verdichters und/oder des Zusatzverdichters vorgenommen werden. Auch im Kühlbetrieb sind somit die Wärmebedarfe individuell an die vorliegende Temperierungssituation anpassbar.

[0044] Zur Absenkung der Temperatur des Kältemittels vor dem Zusatzverdichter im Heizbetrieb sind der Vorlauf und der Rücklauf des Warmwasser-Wärmeübertragers in einer Verfahrensausgestaltung über einen Bypass mit einem Regelventil strömungsverbunden, wobei der Bypass mit dem Vorlauf zwischen dem Zusatzverdichter und der Strömungsverbindung mit der Hauptverdichterleitung strömungsverbunden ist, und wobei der Bypass mit dem Rücklauf zwischen dem dritten Expansionsventil und der Strömungsverbindung mit der Expansionsventilleitung strömungsverbunden ist, und das Verfahren umfasst folgenden Unterschritt im Heizbetrieb:

a1d) Zumischen von Kältemittel in den Vorlauf über den Bypass durch Öffnen und/oder Regeln des Regelventils im Bypass;

außerdem umfasst das Verfahren folgenden Unterschritt im Kühlbetrieb:

a2d) Schließen des Regelventils im Bypass.

[0045] Das Kältemittel vor dem Zusatzverdichter ist gasförmig und auch im Rücklauf hinter dem dritten Expansionsventil hat das Kältemittel eine Gasform. Das Kältemittel aus dem Rücklauf wurde jedoch bereits im Warmwasser-Wärmeübertrager abgekühlt und kann so als Dampf in den Vorlauf vor dem Zusatzverdichter dosiert eingespritzt werden (Dampfwischeneinspritzung). Der Zusatzverdichter wird vor Überhitzung geschützt.

[0046] Sofern ein regelbares Durchflussventil im Vorlauf des Warmwasser-Wärmeübertragers vorgesehen ist, sollte der Bypass mit dem Vorlauf zwischen dem Zusatzverdichter und dem Durchflussventil strömungsverbunden sein.

[0047] Ferner sollte das Regelventil verschließbar sein, da mit der Dampfwischeneinspritzung lediglich im Heizbetrieb mit der zweistufigen Verdichtung Vorteile erzielt werden. Entsprechend sollte das Regelventil im Heizbetrieb geregelt und im Kühlbetrieb geschlossen werden.

[0048] Das Verfahren könnte optional außerdem vorgesehen, dass im Kühlbetrieb das erste Expansionsventil geschlossen und der Hauptverdichter deaktiviert, sowie der Zusatzverdichter aktiviert werden, so dass die gesamte Wärme zur Warmwasserbereitung eingesetzt wird. Der Hauptverdichter sollte dann nicht permeabel sein, zum Beispiel durch ein gesperrtes Mehrwegeventil. Eine Dampfwischeneinspritzung ist in diesem Falle nicht erforderlich.

[0049] Die Zeichnungen stellen Ausführungsbeispiele der Erfindung dar. Es zeigt:

Fig. 1 eine reversible Wärmepumpenvorrichtung mit Warmwasser-Wärmeübertrager im Heizbetrieb;

Fig. 2 die reversible Wärmepumpenvorrichtung aus Fig. 1 im Kühlbetrieb;

Fig.3 eine reversible Wärmepumpenvorrichtung mit Warmwasser-Wärmeübertrager, Dampfzweischeneinspritzung, Mitteldruckflasche und Durchflussventil im Heizbetrieb; und

Fig. 4 die reversible Wärmepumpenvorrichtung aus Fig. 3 im Kühlbetrieb;

[0050] Fig. 1 und Fig. 2 zeigen eine reversible Wärmepumpenvorrichtung 1 mit einem Hauptkreislauf 2 für ein Kältemittel M, der aus einer Hauptverdichterleitung 211 mit einem bidirektional ausgebildeten Hauptverdichter 21 sowie einer Expansionsventilleitung 212 mit einem ersten Expansionsventil 31 besteht, in welchem ein Peripherie-Wärmeübertrager 11 und ein Klima-Wärmeübertrager 12 angeordnet sind. Zusätzlich ist ein zweites Expansionsventil 32 seriell zum ersten Expansionsventil 31 in der Expansionsventilleitung 212 angeordnet. Sowohl das erste Expansionsventil 31 als auch das zweite Expansionsventil 32 sind offenbar ausgeführt.

[0051] Wie man erkennt, ist ein Warmwasser-Wärmeübertrager 13 über einen Vorlauf 131 mit einem Zusatzverdichter 22 und über einen Rücklauf 132 mit einem dritten Expansionsventil 33 mit dem Hauptkreislauf 2 strömungsverbunden. Das dritte Expansionsventil 33 ist schließbar ausgeführt. Der Vorlauf 131 ist mit der Hauptverdichterleitung 211 strömungsverbunden, insbesondere zwischen dem Hauptverdichter 21 und dem Klima-Wärmeübertrager 12. Der Rücklauf 132 ist dahingegen zwischen dem ersten und zweiten Expansionsventil 31, 32 mit der Expansionsventilleitung 212 strömungsverbunden. Außerdem ist das erste Expansionsventil 31 zwischen dem Peripherie-Wärmeübertrager 11 und dem zweiten Expansionsventil 32 angeordnet.

[0052] Nicht näher dargestellt ist ein Korrespondieren des Peripherie-Wärmeübertragers 11 mit einer Umgebung, des Klima-Wärmeübertragers 12 mit einem Temperierungsobjekt, wobei das Temperierungsobjekt vorzugsweise ein Gebäude ist, sowie des Warmwasser-Wärmeübertragers 13 mit einer Warmwasserbereitungseinrichtung.

[0053] Diese Wärmepumpenvorrichtung 1 kann nunmehr mit einem Verfahren betrieben werden, das sich durch folgende Schritte auszeichnet:

- a) Aktivieren eines Heizbetriebs P1 (Fig. 1) oder eines Kühlbetriebs P2 (Fig. 2) des Hauptkreislaufs 2, wenn ein Temperierungsbedarf am Klima-Wärmeübertrager 12 vorliegt;
- b) Aktivieren eines Zusatzheizprogramms P3 (Fig. 1 und 2), wenn ein Wärmebedarf am Warmwasser-Wärmeübertrager 13 vorliegt;

wobei der Heizbetrieb P1 wie in Fig. 1 angedeutet folgende Unterschritte umfasst:

- a1a) Aktivieren des Hauptverdichters 21, wobei die Strömungsrichtung R1 des Kältemittels M in der Hauptverdichterleitung 211 vom Peripherie-Wärmeübertrager 11 in Richtung des Hauptverdichters 21 ausgerichtet ist;
- a1b) Expandieren des Kältemittels M am ersten Expansionsventil 31;
- a1e) Öffnen des zweiten Expansionsventils 32;

10 wobei der Kühlbetrieb P2 wie in Fig. 2 gezeigt folgende Unterschritte umfasst:

- a2a) Aktivieren des Hauptverdichters 21, wobei die Strömungsrichtung R1 des Kältemittels M in der Hauptverdichterleitung 211 vom Hauptverdichter 21 in Richtung des Peripherie-Wärmeübertragers 11 ausgerichtet ist;
- a2b) Expandieren des Kältemittels M am zweiten Expansionsventil 32;
- a2e) Öffnen des ersten Expansionsventils 31;

und wobei das Zusatzheizprogramm P3 entsprechend beider Figuren 1 und 2 folgende Unterschritte umfasst:

- b1) Aktivieren des Zusatzverdichters 22, wobei die Strömungsrichtung R2 des Kältemittels M im Vorlauf 131 vom Zusatzverdichter 22 zum Warmwasser-Wärmeübertrager 13 ausgerichtet ist;
- b2) Expandieren des Kältemittels M am dritten Expansionsventil 33.

[0054] Durch dieses Verfahren ergeben sich passive Verfahrensschritte, welche kein aktives Zutun erfordern, wobei der Heizbetrieb P1 wie in Fig. 1 abgebildet folgende passive Unterschritte umfasst:

- a1f) Aufnahme von Wärme Q_{1zu} am auf der entspannten Seite liegenden Peripherie-Wärmeübertrager 11;
- a1g) Abgabe von Wärme Q_{2ab} am auf der komprimierten Seite liegenden Klima-Wärmeübertrager 12;

wobei der Kühlbetrieb P2 wie in Fig. 2 gezeigt folgende passive Unterschritte umfasst:

- a2f) Abgabe von Wärme Q_{1ab} am auf der komprimierten Seite liegenden Peripherie-Wärmeübertrager 11;
- a2g) Aufnahme von Wärme Q_{2zu} am auf der entspannten Seite liegenden Klima-Wärmeübertrager 12;

und wobei das Zusatzheizprogramm P3 folgenden passiven Unterschritt umfasst:

- b3) Abgabe von Wärme Q_{3ab} am Warmwasser-Wärmeübertrager 13.

[0055] Nicht erkennbar, jedoch optional durchführbar sind im Heizbetrieb P1 der Unterschritt:

a1c) Regeln der Drücke und/oder der Temperatur des Kältemittels M im Klima- und im Warmwasser-Wärmeübertrager 12, 13 mittels Regelung der Verdichtung des Hauptverdichters 21 und/oder des Zusatzverdichters 22;

und im Kühlbetrieb P2 der Unterschritt:

a2c) Regeln der Drücke und/oder der Temperatur des Kältemittels M im Klima- und im Warmwasser-Wärmeübertrager 12, 13 mittels Regelung der Verdichtung des Hauptverdichters 21 und/oder des Zusatzverdichters 22;

[0056] Fig. 3 und Fig. 4 zeigen eine reversible Wärmepumpenvorrichtung 1 mit einem Hauptkreislauf 2 für ein Kältemittel M, der aus einer Hauptverdichterleitung 211 mit einem Hauptverdichter 21 sowie einer Expansionsventilleitung 212 mit einem ersten Expansionsventil 31 besteht. In dem Hauptkreislauf 2 sind ein Peripherie-Wärmeübertrager 11 und ein Klima-Wärmeübertrager 12 angeordnet. Zusätzlich ist ein zweites Expansionsventil 32 seriell zum ersten Expansionsventil 31 in der Expansionsventilleitung 212 angeordnet. Sowohl das erste Expansionsventil 31 als auch das zweite Expansionsventil 32 sind offenbar ausgeführt, insbesondere jeweils mittels eines Ventilbypasses 310, 320 mit Verschlussventil 311, 321.

[0057] Wie man erkennt, ist ein Warmwasser-Wärmeübertrager 13 über einen Vorlauf 131 mit einem Zusatzverdichter 22 und über einen Rücklauf 132 mit einem dritten Expansionsventil 33 mit dem Hauptkreislauf 2 strömungsverbunden. Das dritte Expansionsventil 33 ist schließbar ausgeführt. Der Vorlauf 131 ist mit der Hauptverdichterleitung 211 strömungsverbunden, insbesondere zwischen dem Hauptverdichter 21 und dem Klima-Wärmeübertrager 12. Der Rücklauf 132 ist dahingegen zwischen dem ersten und zweiten Expansionsventil 31, 32 mit der Expansionsventilleitung 212 strömungsverbunden. Außerdem ist das erste Expansionsventil 31 zwischen dem Peripherie-Wärmeübertrager 11 und dem zweiten Expansionsventil 32 angeordnet.

[0058] In der Strömungsverbindung zwischen dem Rücklauf 132 des Warmwasser-Wärmeübertragers 13 und der Expansionsventilleitung 212 befindet sich eine Mitteldruckflasche 40. Diese bildet im Wesentlichen einen Hohlraum aus, in welchem sich im Betrieb der Wärmepumpenvorrichtung 1 an den Expansionsventilen 31, 32, 33 entspanntes Kältemittel M, in eine Gasphase G und eine Kondensatphase F trennt. Dabei ist die Mitteldruckflasche 40 mit einem nicht gezeigten Maximalstandsbegrenzer mit Warneinrichtung für die Flüssigkeit/das Kondensat F ausgerüstet. Der Rücklauf 132 des Warmwasser-Wärmeübertragers 13 ist mit einem geodätisch oberen Bereich der Mitteldruckflasche 40 strömungs-

verbunden. Dieser Bereich der Mitteldruckflasche M ist derjenige, in welchem das Kältemittel M in Gasphase G vorliegt. Die Expansionsventilleitung 212 hingegen ist mit einem geodätisch unteren Bereich der Mitteldruckflasche 40 strömungsverbunden. Aufgrund der höheren Dichte sammelt sich in diesem Bereich der Mitteldruckflasche 40 das als Kondensat/Flüssigkeit F vorliegende Kältemittel M. Nur schematisch angedeutet ist ein Abfangblech 41 zum Abfangen mitgerissener Kältemitteltropfen. Dieses ist nur notwendig, wenn die Rohrleitung des Bypasses 60 direkt mit der Mitteldruckflasche 40 strömungsverbunden ist. Je größer der Querschnitt der Leitung im Bereich des Abfangblechs 41 ist, desto geringer ist die Strömungsgeschwindigkeit des Kältemittels M, wodurch dieses eher abgefangen werden kann. Deshalb sitzt das Abfangblech 41 im geodätisch oberen Bereich der Mitteldruckflasche 40 und erstreckt sich über deren Querschnitt.

[0059] Ferner ist im Vorlauf 131 des Warmwasser-Wärmeübertragers 13 zwischen dem Zusatzverdichter 22 und der Strömungsverbindung mit der Hauptverdichterleitung 211 ein regelbares Durchflussventil 50 angeordnet. Hiermit kann die Menge des Kältemittels M, welches von dem Zusatzverdichter 22 angesaugt wird, geregelt werden. Zusätzlich ist das Durchflussventil 50 schließbar, sodass es den Vorlauf 131 vom Hauptkreislauf 2 trennen kann.

[0060] Erkennbar ist weiterhin eine Strömungsverbindung des Vorlaufs 131 und des Rücklaufs 132 des Warmwasser-Wärmeübertragers 13 über einen Bypass 60 mit einem Regelventil 61. Insbesondere ist der Bypass 60 mit dem Vorlauf 131 zwischen dem Zusatzverdichter 22 und der Strömungsverbindung mit der Hauptverdichterleitung 211 strömungsverbunden. Das andere Ende des Bypasses 60 ist mit dem Rücklauf 132 zwischen dem dritten Expansionsventil 33 und der Strömungsverbindung mit der Expansionsventilleitung 212 strömungsverbunden.

[0061] Der bidirektionale Hauptverdichter 21 weist die Besonderheit auf, dass er einen monodirektionalen Verdichter 213 und ein Mehrwegeventil 214 mit Umkehrschleife 215 umfasst. Durch Umschalten des Mehrwegeventils 214, wie es mit dem radialen Pfeil in dessen Zentrum angedeutet ist, kann die Förderrichtung des monodirektionalen Verdichters 213 umgekehrt werden.

[0062] Nicht näher dargestellt ist in Fig. 3 und Fig. 4 ein Korrespondieren des Peripherie-Wärmeübertragers 11 mit einer Umgebung, des Klima-Wärmeübertragers 12 mit einem Temperierungsobjekt, wobei das Temperierungsobjekt vorzugsweise ein Gebäude ist, sowie des Warmwasser-Wärmeübertragers 13 mit einer Warmwasserbereitungseinrichtung.

[0063] Diese Wärmepumpenvorrichtung 1 kann nunmehr mit einem Verfahren betrieben werden, das sich durch folgende Schritte auszeichnet:

a) Aktivieren eines Heizbetriebs P1 (Fig. 3) oder eines Kühlbetriebs P2 (Fig. 4) des Hauptkreislaufs 2,

wenn ein Temperierungsbedarf am Klima-Wärmeübertrager 12 vorliegt;
 b) Aktivieren eines Zusatzheizprogramms P3 (Fig. 3 und 4), wenn ein Wärmebedarf am Warmwasser-Wärmeübertrager 13 vorliegt;

wobei der Heizbetrieb P1 wie in Fig. 3 angedeutet folgende Unterschritte umfasst:

a1a) Aktivieren des Hauptverdichters 21, wobei die Strömungsrichtung R1 des Kältemittels M in der Hauptverdichterleitung 211 vom Peripherie-Wärmeübertrager 11 in Richtung des Hauptverdichters 21 ausgerichtet ist;
 a1b) Expandieren des Kältemittels M am ersten Expansionsventil 31;
 a1e) Öffnen des zweiten Expansionsventils 32 durch Öffnen eines zweiten Verschlussventils 321 in einem zweiten Ventilbypass 320;

wobei der Kühlbetrieb P2 wie in Fig. 2 gezeigt folgende Unterschritte umfasst:

a2a) Aktivieren des Hauptverdichters 21, wobei die Strömungsrichtung R1 des Kältemittels M in der Hauptverdichterleitung 211 vom Hauptverdichter 21 in Richtung des Peripherie-Wärmeübertragers 11 ausgerichtet ist;
 a2b) Expandieren des Kältemittels M am zweiten Expansionsventil 32;
 a2e) Öffnen des ersten Expansionsventils 31 durch Öffnen eines ersten Verschlussventils 311 in einem ersten Ventilbypass 310;

und wobei das Zusatzheizprogramm P3 entsprechend beider Figuren 3 und 4 folgende Unterschritte umfasst:

b1) Aktivieren des Zusatzverdichters 22, wobei die Strömungsrichtung R2 des Kältemittels M im Vorlauf 131 vom Zusatzverdichter 22 zum Warmwasser-Wärmeübertrager 13 ausgerichtet ist;
 b2) Expandieren des Kältemittels M am dritten Expansionsventil 33.

[0064] Durch dieses Verfahren ergeben sich passive Verfahrensschritte, wobei der Heizbetrieb P1 wie in Fig. 3 abgebildet folgende passive Unterschritte umfasst:

a1f) Aufnahme von Wärme $Q1_{zu}$ am auf der entspannten Seite liegenden Peripherie-Wärmeübertrager 11;
 a1g) Abgabe von Wärme $Q2_{ab}$ am auf der komprimierten Seite liegenden Klima-Wärmeübertrager 12;

wobei der Kühlbetrieb P2 wie in Fig. 4 folgende passive Unterschritte umfasst:

a2f) Abgabe von Wärme $Q1_{ab}$ am auf der komprimierten Seite liegenden Peripherie-Wärmeübertrager 11;
 a2g) Aufnahme von Wärme $Q2_{zu}$ am auf der entspannten Seite liegenden Klima-Wärmeübertrager 12;

und wobei das Zusatzheizprogramm P3 folgenden passiven Unterschritt umfasst:

b3) Abgabe von Wärme $Q3_{ab}$ am Warmwasser-Wärmeübertrager 13.

[0065] Nicht erkennbar, jedoch optional durchführbar sind im Heizbetrieb P1 die Unterschritte:

a1c) Regeln der Drücke und/oder der Temperatur des Kältemittels M im Klima- und im Warmwasser-Wärmeübertrager 12, 13 mittels Regelung der Verdichtung des Hauptverdichters 21 und/oder des Zusatzverdichters 22;
 a1d) Zumischen von Kältemittel M in den Vorlauf 131 über den Bypass 60 durch Öffnen und/oder Regeln des Regelventils 61 im Bypass 60;
 a1h) Verteilen der abzugebenden Wärme ($Q2_{ab}$, $Q3_{ab}$) auf den Klima- und den Warmwasser-Wärmeübertrager (12, 13) mittels Regelung des Durchflussventils (50), wenn das Zusatzheizprogramm (P3) aktiviert ist;
 a1i) Regeln der abzugebenden Wärmen ($Q2_{ab}$, $Q3_{ab}$) am Klima- und am Warmwasser-Wärmeübertrager (12, 13) mittels Regelung der Verdichtung des Hauptverdichters (21) und/oder des Zusatzverdichters (22);

im Kühlbetrieb P2 die Unterschritte:

a2c) Regeln der Drücke und/oder der Temperatur des Kältemittels M im Klima- und im Warmwasser-Wärmeübertrager 12, 13 mittels Regelung der Verdichtung des Hauptverdichters 21 und/oder des Zusatzverdichters 22;
 a2d) Schließen des Regelventils 61 im Bypass 60;
 a2h) Verteilen der abzugebenden Wärme ($Q1_{ab}$, $Q3_{ab}$) auf den Peripherie- und den Warmwasser-Wärmeübertrager (11, 13) mittels Regelung des Durchflussventils (50), wenn das Zusatzheizprogramm (P3) aktiviert ist;
 a2i) Regeln der aufzunehmenden Wärme ($Q2_{zu}$) am Klima-Wärmeübertrager (12) und der abzugebenden Wärme ($Q3_{ab}$) am Warmwasser-Wärmeübertrager (13) mittels Regelung der Verdichtung des Hauptverdichters (21) und/oder des Zusatzverdichters (22);

sowie bei aktiviertem Zusatzheizprogramm P3:

c) Abgabe einer regelbaren Menge Kältemittel M

vom Hauptkreislauf 2 an den Vorlauf 131 des Warmwasser-Wärmeübertragers 13 mittels Regelung des Durchflussventils 50;

und bei deaktiviertem Zusatzheizprogramm P3:

d) Schließen des Durchflussventils 50.

[0066] Die Erfindung ist nicht auf eine der vorbeschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandelbar.

[0067] Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

[0068]

1 Wärmepumpenvorrichtung

11 Peripherie-Wärmeübertrager
12 Klima-Wärmeübertrager
13 Warmwasser-Wärmeübertrager
131 Vorlauf
132 Rücklauf

2 Hauptkreislauf
21 Hauptverdichter
211 Hauptverdichterleitung
212 Expansionsventilleitung
213 Verdichter
214 Mehrwegeventil
215 Umkehrschleife

22 Zusatzverdichter

31 erstes Expansionsventil
310 erster Ventilbypass
311 erstes Verschlussventil
32 zweites Expansionsventil
320 zweiter Ventilbypass
321 zweites Verschlussventil
33 drittes Expansionsventil

40 Mitteldruckflasche

50 Durchflussventil

60 Bypass
61 Regelventil

G Gasform
F Flüssigkeit

M Kältemittel

P1 Heizbetrieb

P2 Kühlbetrieb

5 P3 Zusatzheizprogramm

R1 Strömungsrichtung

R2 Strömungsrichtung

10 Q1_{ab} Wärme

Q1_{zu} Wärme

Q2_{ab} Wärme

Q2_{zu} Wärme

15 Q3_{ab} Wärme

Patentansprüche

1. Reversible Wärmepumpenvorrichtung (1) mit einem Hauptkreislauf (2) für ein Kältemittel (M), der aus einer Hauptverdichterleitung (211) mit einem Hauptverdichter (21) sowie einer Expansionsventilleitung (212) mit einem ersten Expansionsventil (31) besteht, wobei ein Peripherie-Wärmeübertrager (11) und ein Klima-Wärmeübertrager (12) in dem Hauptkreislauf (2) angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites Expansionsventil (32) seriell zum ersten Expansionsventil (31) in der Expansionsventilleitung (212) angeordnet ist, und dass ein Warmwasser-Wärmeübertrager (13) über einen Vorlauf (131) mit einem Zusatzverdichter (22) und über einen Rücklauf (132) mit einem dritten Expansionsventil (33) mit dem Hauptkreislauf (2) strömungsverbunden ist, wobei der Vorlauf (131) mit der Hauptverdichterleitung (211) strömungsverbunden ist, und wobei der Rücklauf (132) zwischen dem ersten und zweiten Expansionsventil (31,32) mit der Expansionsventilleitung (212) strömungsverbunden ist.

2. Wärmepumpenvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Strömungsverbindung zwischen dem Rücklauf (132) des Warmwasser-Wärmetauschers (13) und der Expansionsventilleitung (212) eine Mitteldruckflasche (40) angeordnet ist.

3. Wärmepumpenvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Vorlauf (131) des Warmwasser-Wärmeübertragers (13) zwischen dem Zusatzverdichter (22) und der Strömungsverbindung mit der Hauptverdichterleitung (211) ein regelbares Durchflussventil (50) angeordnet ist.

4. Wärmepumpenvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorlauf (131)

und der Rücklauf (132) des Warmwasser-Wärmeübertragers (13) über einen Bypass (60) mit einem Regelventil (61) strömungsverbunden sind, wobei der Bypass (60) mit dem Vorlauf (131) zwischen dem Zusatzverdichter (22) und der Strömungsverbindung mit der Hauptverdichterleitung (211) strömungsverbunden ist, und wobei der Bypass (60) mit dem Rücklauf (132) zwischen dem dritten Expansionsventil (33) und der Strömungsverbindung mit der Expansionsventilleitung (212) strömungsverbunden ist.

5. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Vorlauf (131) des Warmwasser-Wärmeübertragers (13) zwischen dem Hauptverdichter (21) und dem Klima-Wärmeübertrager (12) mit der Hauptverdichterleitung (211) strömungsverbunden ist, und wobei das erste Expansionsventil (31) zwischen dem Peripherie-Wärmeübertrager (11) und dem zweiten Expansionsventil (32) angeordnet ist, umfassend die folgenden Schritte:

- a) Aktivieren eines Heizbetriebs (P1) oder eines Kühlbetriebs (P2) des Hauptkreislaufs (2), wenn ein Temperierungsbedarf am Klima-Wärmeübertrager (12) vorliegt;
- b) Aktivieren eines Zusatzheizprogramms (P3), wenn ein Wärmebedarf am Warmwasser-Wärmeübertrager (13) vorliegt;

wobei der Heizbetrieb (P1) folgende Unterschritte umfasst:

- a1a) Aktivieren des Hauptverdichters (21), wobei die Strömungsrichtung (R1) des Kältemittels (M) in der Hauptverdichterleitung (211) vom Peripherie-Wärmeübertrager (11) in Richtung des Hauptverdichters (21) ausgerichtet ist;
- a1b) Expandieren des Kältemittels (M) am ersten Expansionsventil (31);

wobei der Kühlbetrieb (P2) folgende Unterschritte umfasst:

- a2a) Aktivieren des Hauptverdichters (21), wobei die Strömungsrichtung (R1) des Kältemittels (M) in der Hauptverdichterleitung (211) vom Hauptverdichter (21) in Richtung des Peripherie-Wärmeübertragers (11) ausgerichtet ist;
- a2b) Expandieren des Kältemittels (M) am zweiten Expansionsventil (32);

und wobei das Zusatzheizprogramm (P3) folgende Unterschritte umfasst:

- b1) Aktivieren des Zusatzverdichters (22), wobei die Strömungsrichtung (R2) des Kältemittels

(M) im Vorlauf (131) vom Zusatzverdichter (22) zum Warmwasser-Wärmeübertrager (13) ausgerichtet ist;

b2) Expandieren des Kältemittels (M) am dritten Expansionsventil (33).

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Vorlauf (131) des Warmwasser-Wärmeübertragers (13) zwischen dem Zusatzverdichter (22) und der Strömungsverbindung mit der Hauptverdichterleitung (211) ein regelbares Durchflussventil (50) angeordnet ist, und dass folgenden Unterschritt umfasst:

c) Abgabe einer regelbaren Menge Kältemittel (M) vom Hauptkreislauf (2) an den Vorlauf (131) des Warmwasser-Wärmeübertragers (13) mittels Regelung des Durchflussventils (50), wenn das Zusatzheizprogramm (P3) aktiviert ist.

7. Verfahren nach Ansprüchen 5 oder 6, umfassend den folgenden Schritt im Heizbetrieb (P1):

a1c) Regeln der Drücke und/oder der Temperatur des Kältemittels (M) im Klima- und im Warmwasser-Wärmeübertrager (12, 13) mittels Regelung der Verdichtung des Hauptverdichters (21) und/oder des Zusatzverdichters (22).

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, umfassend den folgenden Schritt im Kühlbetrieb (P2):

a2c) Regeln der Drücke und/oder der Temperatur des Kältemittels (M) im Klima- und im Warmwasser-Wärmeübertrager (12, 13) mittels Regelung der Verdichtung des Hauptverdichters (21) und/oder des Zusatzverdichters (22).

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorlauf (131) und der Rücklauf (132) des Warmwasser-Wärmeübertragers (13) über einen Bypass (60) mit einem Regelventil (61) strömungsverbunden sind, wobei der Bypass (60) mit dem Vorlauf (131) zwischen dem Zusatzverdichter (22) und der Strömungsverbindung mit der Hauptverdichterleitung (211) strömungsverbunden ist, und wobei der Bypass (60) mit dem Rücklauf (132) zwischen dem dritten Expansionsventil (33) und der Strömungsverbindung mit der Expansionsventilleitung (212) strömungsverbunden ist, und umfassend den folgenden Unterschritt im Heizbetrieb (P1):

a1 d) Zumischen von Kältemittel (M) in den Vorlauf (131) über den Bypass (60) durch Öffnen und/oder Regeln des Regelventils (61) im By-

pass (60);

und umfassend den folgenden Unterschritt im Kühlbetrieb (P2):

5

a2d) Schließen des Regelventils (61) im Bypass (60).

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **gekennzeichnet durch** den folgenden Unterschritt im Heizbetrieb (P1):

10

a1e) Öffnen des zweiten Expansionsventils (32);

15

und **gekennzeichnet durch** den folgenden Unterschritt im Kühlbetrieb (P2):

a2e) Öffnen des ersten Expansionsventils (31).

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

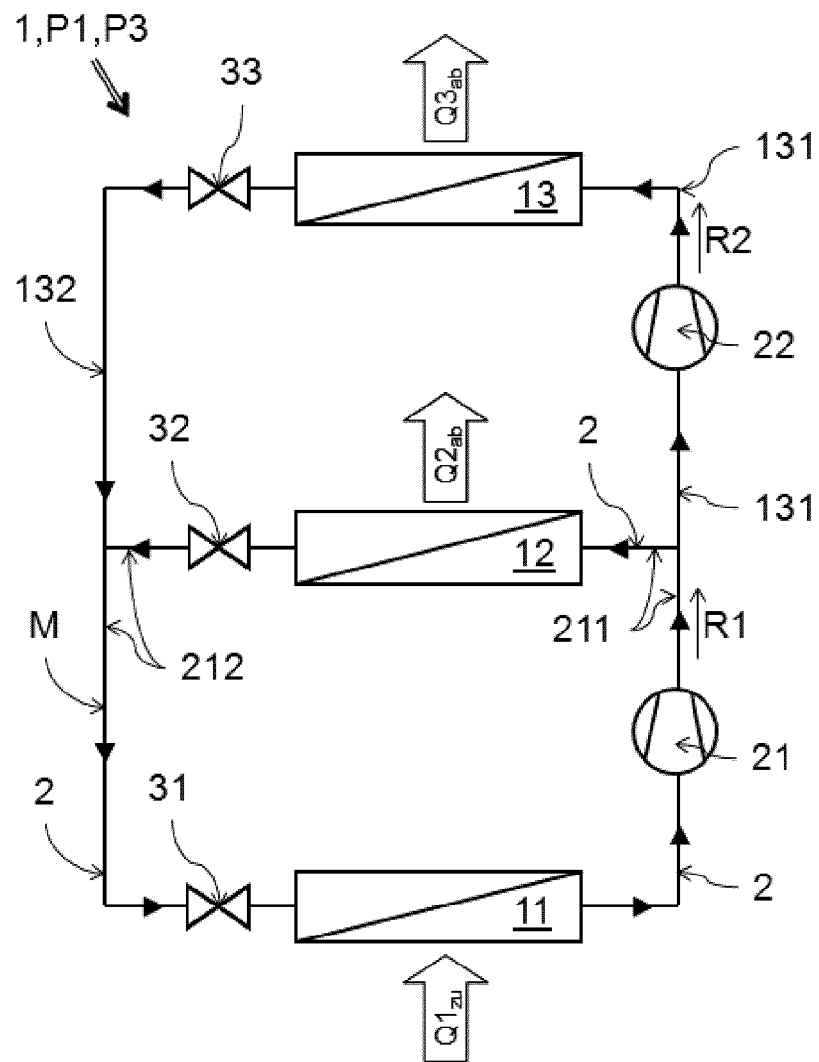


Fig. 2

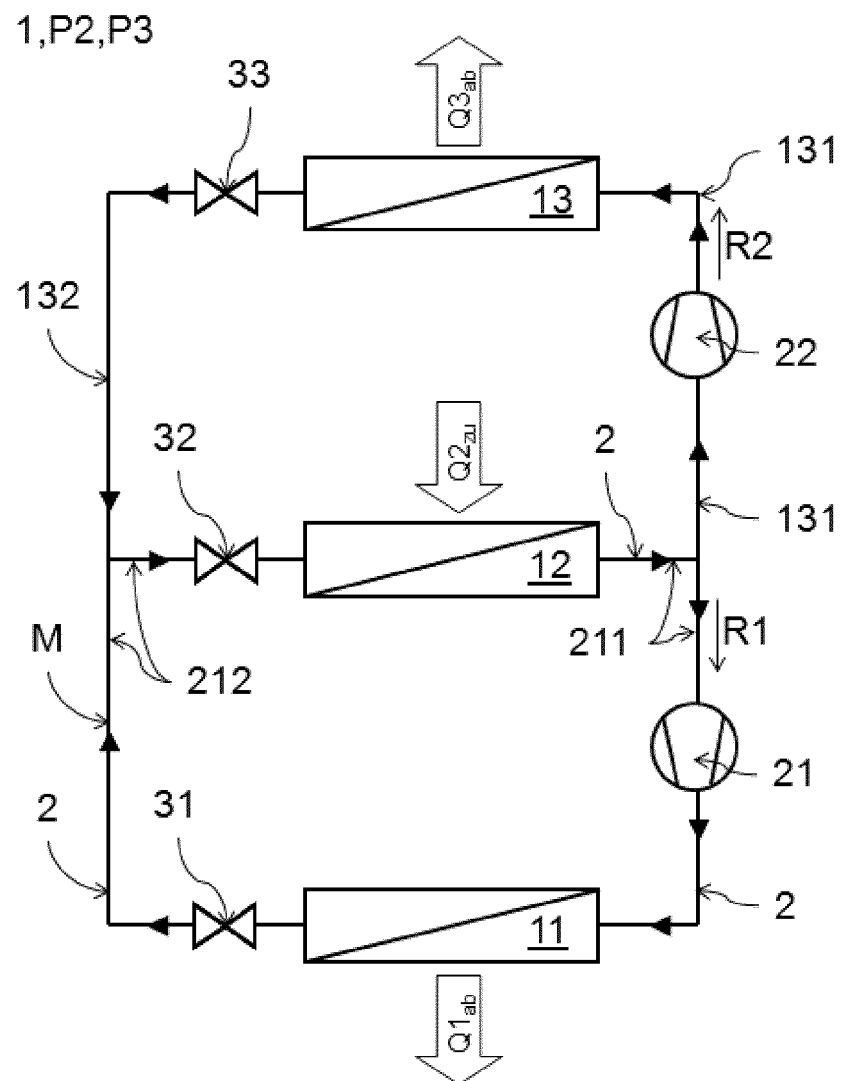


Fig. 3

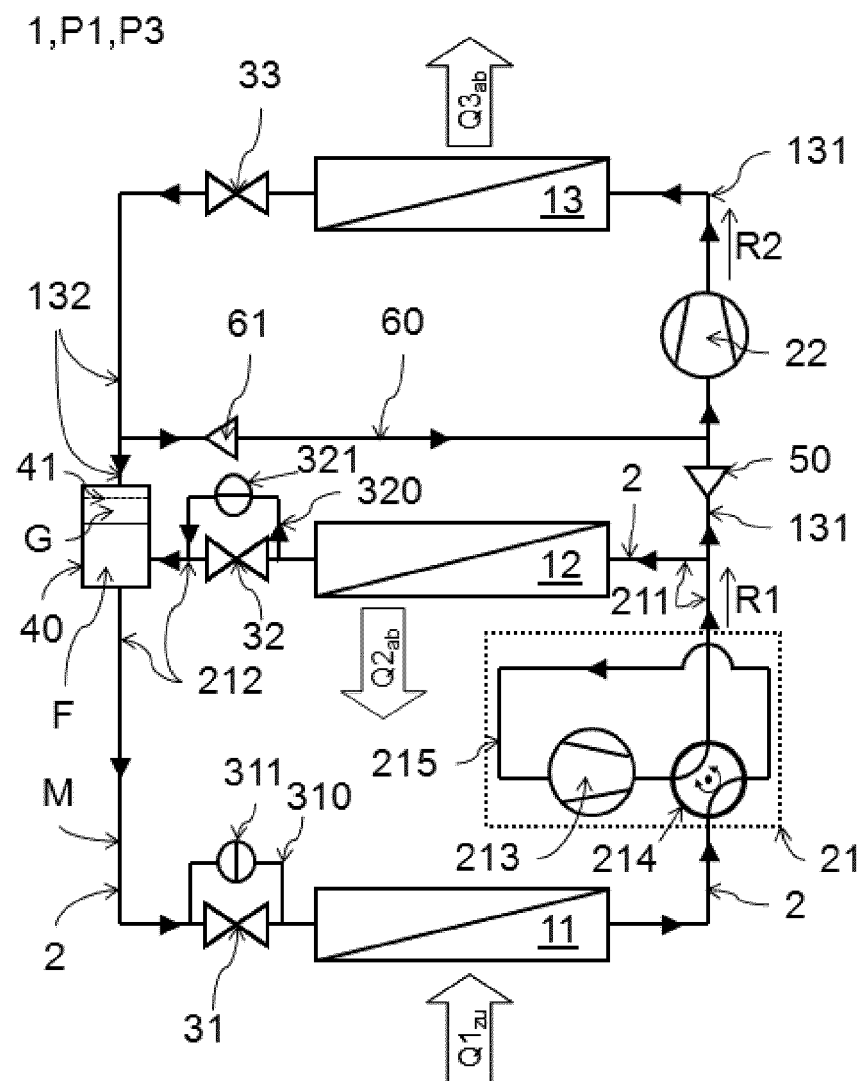
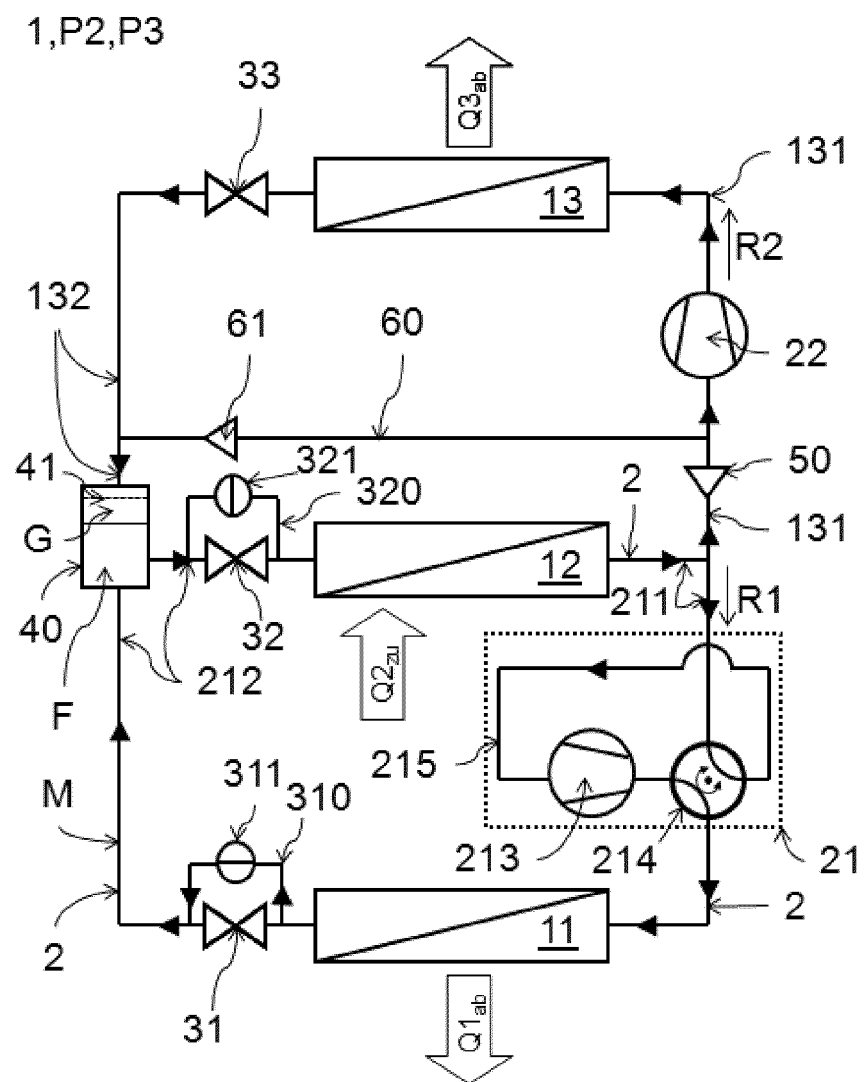


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 19 5447

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	CA 2 597 372 A1 (PURDUE RESEARCH FOUNDATION [US]) 15. Februar 2009 (2009-02-15) * Seite 8, Zeile 21 - Seite 22, Zeile 3; Abbildungen 2-6 *	1-10	INV. F25B1/10 F25B6/02 F25B13/00 F25B30/02
A	US 2010/083677 A1 (LIFSON ALEXANDER [US] ET AL) 8. April 2010 (2010-04-08) * Absatz [0010] - Absatz [0013]; Abbildung 1 *	1-10	
A	EP 2 317 251 A1 (MAEKAWA SEISAKUSHO KK [JP]) 4. Mai 2011 (2011-05-04) * Absatz [0013] - Absatz [0042]; Abbildungen 1,2 *	1-10	
A	EP 2 163 838 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 17. März 2010 (2010-03-17) * Absatz [0023] - Absatz [0032]; Abbildung 1 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
München		26. März 2013	
		Prüfer	
		Lucic, Anita	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 19 5447

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.

26-03-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CA 2597372	A1	15-02-2009	KEINE
US 2010083677	A1	08-04-2010	CN 101617182 A 30-12-2009
		HK 1140253 A1 12-10-2012	
		US 2010083677 A1 08-04-2010	
		WO 2008105868 A2 04-09-2008	
EP 2317251	A1	04-05-2011	EP 2317251 A1 04-05-2011
		WO 2010023737 A1 04-03-2010	
EP 2163838	A1	17-03-2010	CN 101720413 A 02-06-2010
		EP 2163838 A1 17-03-2010	
		JP 4813599 B2 09-11-2011	
		JP 2011257133 A 22-12-2011	
		US 2010170295 A1 08-07-2010	
		WO 2008146709 A1 04-12-2008	

EPO FORM P0481

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