

(19)



(11)

EP 4 545 877 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.04.2025 Patentblatt 2025/18

(21) Anmeldenummer: **24206498.8**

(22) Anmeldetag: **14.10.2024**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F25B 6/04 (2006.01) **F25B 5/02** (2006.01)
F25B 29/00 (2006.01) **F25B 41/20** (2021.01)
F25B 49/02 (2006.01) **F25B 25/00** (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F25B 6/04; F25B 5/02; F25B 25/005; F25B 29/00;
F25B 41/20; F25B 49/02; F25B 2339/047;
F25B 2400/053; F25B 2400/24

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

(30) Priorität: **24.10.2023 DE 102023129243**

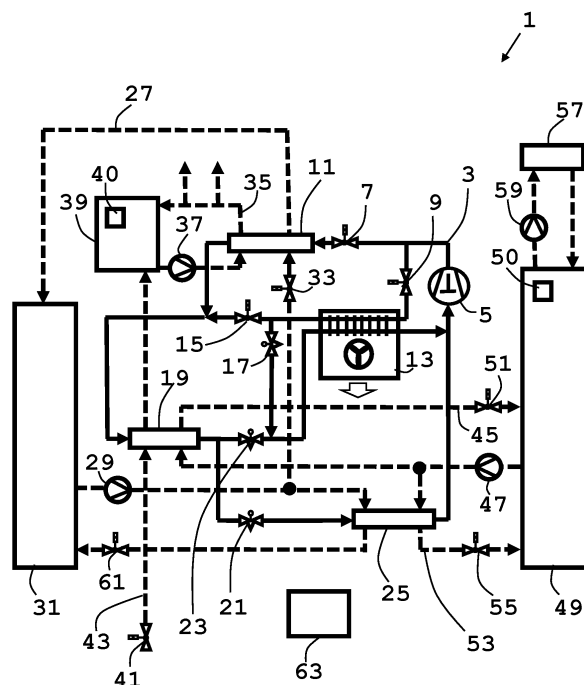
(71) Anmelder: **Konvekta Aktiengesellschaft**
34613 Schwalmstadt-Ziegenhain (DE)

(72) Erfinder:
 • **Sonnekalb, Michael**
34613 Schwalmstadt (DE)
 • **Schmerer, René**
34626 Seigertshausen (DE)

(74) Vertreter: **Lindinger, Bernhard**
Akazienweg 20
34117 Kassel (DE)

(54) VERBESSERTES WÄRMEPUMPENSYSTEM UND VERFAHREN DAFÜR

(57) Die Erfindung betrifft Wärmepumpensystem (1) mit einem Kältemittelkreislauf (3) umfassend einen Verdichter (5), einen ersten Wärmetauscher (11) und einen zweiten Wärmetauscher (19), die jeweils als Gaskühler-/Kondensator betreibbar sind, ein Expansionsorgan (17, 21, 23), einen Chiller (25) und einen in Parallelschaltungsanordnung zum Chiller (25) als Verdampfer betreibbaren vierten Wärmetauscher (13), wobei im Wärmepumpenbetrieb der erste Wärmetauscher (11) in Kältemittelströmungsrichtung stromaufwärts des zweiten Wärmetauschers (19) angeordnet ist und zur Wärmeübertragung vom Kältemittel an eine erste Wärmetransportflüssigkeit auch an einen ersten Flüssigkeitskreislauf (27) angeschlossen ist, und der Chiller (25) zur Wärmeaufnahme des Kältemittels von einer zweiten Wärmetransportflüssigkeit auch an eine Flüssigkeitsleitung (53) für einen Wärmetransport von einem Wärmespeicher (49) angeschlossen ist, wobei der zweite Wärmetauscher (19) zur schaltbaren Wärmeabgabe vom Kältemittel zu dem Wärmespeicher (49) an einen zweiten Flüssigkeitskreislauf (45) angeschlossen ist, und der Kältemittelkreislauf (3) derart schaltbar ausgebildet ist, dass im Wärmepumpenbetrieb bei eingeschalteter solcher Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher (19) statt des Chillers (25) der vierte Wärmetauscher (13) als Verdampfer vom Kältemittel durchströmbar ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben des Wärmepumpensystems, wie zum Beispiel zum Raumheizen eines Gebäudes.

**Fig. 1****EP 4 545 877 A1**

Beschreibung

Gebiet der Technik:

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wärmepumpensystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Derartige Wärmepumpensysteme werden vor allem zum Raumheizen von Gebäuden oder Fahrzeugen eingesetzt. Der Kältemittelkreislauf umfasst dabei im Kreislauf mit Kältemittelleitungen verbunden einen Verdichter, wenigstens zwei als Gaskühler/Kondensator betreibbare Wärmetauscher, wenigstens ein Expansionsorgan und wenigstens einen als Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildeten Chiller sowie wenigstens einen in Parallelschaltungsanordnung zum Chiller als Verdampfer betreibbaren Wärmetauscher.

[0002] Dem bei Betrieb im Verdichter komprimierten warmen Kältemittel wird im wenigstens einen Gaskühler/Kondensator Wärme entzogen und dann im Expansionsorgan entspannt, wobei es sich abkühlt um darauf, bevor es zum Verdichtereinlass gelangt, im Chiller oder im zu diesem in Parallelschaltungsanordnung angeordneten Wärmetauscher Wärme aufzunehmen.

[0003] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Wärmepumpensystems.

Stand der Technik:

[0004] Bekannt sind Wärmepumpensysteme, bei denen die Wärmequelle allein Umgebungsluft ist. Die Effizienz dieser Wärmepumpensysteme nimmt nachteilig bei sehr niedrigen Umgebungslufttemperaturen ab. Diesen Nachteil haben zwar Wärmepumpensysteme, die Erdwärme, Fernwärme oder in einem Wärmespeicher gespeicherte Wärme nutzen, nicht in dem Maße, aber es gibt auch Bereiche von Umgebungslufttemperaturen, die bessere Bedingungen für eine Wärmepumpenheizung bieten können. In DE102019135468 und EP3531042A1 B1 sind Wärmepumpensysteme offenbart, die wahlweise Umgebungsluft als Wärmequelle und von einer Wärmetransportflüssigkeit herangeführte Wärme von beispielsweise Erdwärme, Fernwärme, Solarwärme oder gespeicherte Wärme nutzen. Die dortigen Wärmepumpensysteme weisen einen Wärmespeicher auf, von dem Wärme im Wärmepumpenbetrieb, also im Heizungsbetrieb, an das Kältemittel abgegeben werden kann. Ein Beladen dieser Wärmespeicher mit Wärme vom Kältemittel des Kältemittelkreislaufs aus ist bei DE102019135468 und EP3531042A1 B1 nur im Kühlbetrieb des Wärmepumpensystems möglich. Das in Figur 4 von DE102010051976 A1 offenbarte Wärmepumpensystem weist zwar zwei jeweils als Gaskühler/Kondensator in Reihe nacheinander angeordnete Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher im Kältemittelkreislauf auf, aber ein mit Wärme beladbarer Wärmespeicher für die Wärmezufuhr zu einem Chiller ist dort nicht offenbart.

[0005] Das in DE102017006550 A1 offenbarte Wärmepumpensystem für ein Gebäude umfasst im Kälte-

mittelkreislauf zwei als Kondensatoren in Parallelschaltung zueinander angeordnete Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher, wobei zum Erreichen zueinander unterschiedlicher Temperaturniveaus des durch diese beiden Wärmetauscher strömenden Kältemittels zwei Verdichter eingesetzt werden.

Bei dem in DE102021212312 A1 offenbarten Wärmepumpensystem ist der zum Heizen des Fahrgastraums vorgesehene Innenkondensator als Luft-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildet. In DE202011003667 U1 ist eine Wasserversorgungsanlage mit zwei Pufferspeichern offenbart.

[0006] Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt also das Problem zugrunde, dass die bisherigen Wärmepumpensysteme insbesondere hinsichtlich ihres Aufbaus sowie der Flexibilität der Wärmespeicherung zur Nutzung von gespeicherter Wärme für den Wärmepumpenbetrieb unzureichend sind. Es ist daher Aufgabe, ein vor allem bezüglich ihres Aufbaus sowie der Flexibilität der Wärmespeicherung zur Nutzung von gespeicherter Wärme für den Wärmepumpenbetrieb verbessertes Wärmepumpensystem bereitzustellen.

[0007] Eine entsprechende Aufgabe besteht für die Bereitstellung eines verbesserten Verfahrens zum Betreiben eines derartigen Wärmepumpensystems.

Zusammenfassung der Erfindung:

[0008] Das der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung zugrundeliegende Problem wird durch die im Anspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Dadurch, dass das Wärmepumpensystem einen Kältemittelkreislauf aufweist, der einen Verdichter, wenigstens einen ersten und einen zweiten Wärmetauscher, die jeweils als Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildet und als Gaskühler/Kondensator betreibbar sind, wenigstens ein Expansionsorgan, wenigstens einen als Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildeten Chiller und wenigstens einen in Parallelschaltungsanordnung zum Chiller als Verdampfer betreibbaren vierten Wärmetauscher umfasst, wobei im Wärmepumpenbetrieb der erste Wärmetauscher in Kältemittelströmungsrichtung stromaufwärts des zweiten Wärmetauschers angeordnet ist und zur Wärmeübertragung von einem Kältemittel des Kältemittelkreislaufs an eine erste Wärmetransportflüssigkeit eines ersten Flüssigkeitskreislaufs auch an den ersten Flüssigkeitskreislauf, der vorzugsweise ein Heizkreislauf ist, angeschlossen ist, und der Chiller zur Wärmeaufnahme des Kältemittels von einer zweiten Wärmetransportflüssigkeit auch an eine Flüssigkeitsleitung für einen Wärmetransport von einer Wärmequelle und/oder einem Wärmespeicher angeschlossen ist, wobei der zweite Wärmetauscher zur schaltbaren Wärmeabgabe vom Kältemittel zu dem Wärmespeicher an einen zweiten Flüssigkeitskreislauf angeschlossen ist, und der Kältemittelkreislauf derart schaltbar ausgebildet ist, dass im Wärmepumpenbetrieb bei eingeschalteter solcher Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher statt des Chillers

der vierte Wärmetauscher als Verdampfer vom Kältemittel durchströmbar ist, wird das Problem gelöst.

[0009] Dabei ist der Chiller als ein Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher vorgesehen für eine in ihm zu erfolgende Wärmeaufnahme des Kältemittels von einer Flüssigkeit.

[0010] Ein als Gaskühler/Kondensator ausgebildeter Wärmetauscher kann ein Kondensator für im Hochdruckbereich des Kältemittelkreislaufs unterkritisch zu betreibendes Kältemittel oder ein Gaskühler für im Hochdruckbereich des Kältemittelkreislaufs überkritisch zu betreibendes Kältemittel sein oder er kann derart ausgebildet sein, dass er sowohl als Gaskühler als auch als Kondensator einsetzbar ist.

[0011] Das erfindungsgemäße Wärmepumpensystem hat den Vorteil, dass der Wärmespeicher auch während des Wärmepumpenbetriebs mit vom Kältemittel abgegebener Wärme beladen werden kann. Eine Wärmeabgabe an die erste Wärmetransportflüssigkeit für Heizung und/oder für Brauchwassererwärmung des beim Wärmepumpenbetrieb im ersten Wärmetauscher heißeren Kältemittels als das im zweiten Wärmetauscher bleibt dabei weiter möglich. Somit ist für die Beladung des Wärmespeichers die Flexibilität erhöht. Dadurch ist der Einsatz eines Wärmespeichers mit geringerer Wärmekapazität als bisher möglich, was Platz, Material und Kosten einspart. Bei für den Einsatz als Wärmequelle beim Wärmepumpenbetrieb ungünstig geringen Temperaturen der zweiten Wärmetransportflüssigkeit ist es bei dem erfindungsgemäßen Wärmepumpenbetrieb möglich, Wärme dem Wärmespeicher zuzuführen, um somit die Temperatur für die zweite Wärmetransportflüssigkeit zu erhöhen. Ferner sind mit dem erfindungsgemäßen Wärmepumpensystem die Phasen des Wärmepumpenbetriebs unter Nutzung von Wärme aus dem Wärmespeicher statt aus der Umgebungsluft vorteilhaft verlängerbar, weil während der Nutzung der Wärme aus der Umgebungsluft im vierten Wärmetauscher bereits der Wärmespeicher wieder aufgeladen werden kann. Das erfindungsgemäße Wärmepumpensystem benötigt nur einen Verdichter, was vor allem platz- und materialsparend sowie kostengünstig ist. Insbesondere im Wärmepumpenbetrieb sind im Hochdruckbereich des Kältemittelkreislaufs der erste und der zweite Wärmetauscher in Reihe geschaltet angeordnet, wodurch auf unkomplizierte Weise bei Betrieb die Temperatur des warmen Kältemittels im zweiten Wärmetauscher niedriger als die im ersten Wärmetauscher ist.

[0012] In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Verbesserungen des jeweiligen Gegenstandes der Erfindung angegeben.

[0013] Vorzugsweise umfasst der zweite Flüssigkeitskreislauf mit wenigstens einem Absperrventil schaltbar die Flüssigkeitsleitung für die zweite Wärmetransportflüssigkeit zum Chiller und der zweite Flüssigkeitskreislauf ist derart schaltbar, dass die zweite Wärmetransportflüssigkeit entweder durch den Chiller oder durch den zweiten Wärmetauscher strömbar ist. Dadurch ist die

zweite Wärmetransportflüssigkeit sowohl für den Wärmetransport von einer Wärmequelle und/oder dem Wärmespeicher zum Kältemittel im Chiller als auch für den Wärmetransport vom Kältemittel im zweiten Wärmetauscher zum Wärmespeicher einsetzbar, was dafür zwei getrennte Flüssigkeitskreisläufe mit jeweils einer Wärmetransportflüssigkeit entbehrlich macht.

[0014] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung des Wärmepumpensystems, ist der erste Wärmetauscher auch für eine Wärmeabgabe vom Kältemittel zu Brauchwasser an eine weitere Flüssigkeitsleitung angeschlossen, oder im Kältemittelkreislauf in Kältemittelströmungsrichtung stromaufwärts des ersten Wärmetauschers ist ein als Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildeter und als Gaskühler/Kondensator betreibbarer fünfter Wärmetauscher für eine Wärmeabgabe vom Kältemittel zum Brauchwasser angeordnet und an die weitere Flüssigkeitsleitung angeschlossen. Somit ist neben dem Heizungsbetrieb das Wärmepumpensystem auch zum Erwärmen von Brauchwasser gut einsetzbar, wobei dieses sowohl alternativ als auch gleichzeitig zum Heizungsbetrieb erfolgen kann. Im Wärmepumpenbetrieb des Wärmepumpensystems ist also die Erwärmung von Brauchwasser zum einen allein und zum anderen zusammen mit der Erwärmung der ersten Wärmetransportflüssigkeit im als Heizkreislauf ausgebildeten ersten Flüssigkeitskreislauf ermöglicht.

[0015] Vorzugsweise ist für eine Wärmeabgabe vom Kältemittel zu Brauchwasser eine weitere Flüssigkeitsleitung an den zweiten Wärmetauscher oder an einen gegebenenfalls weiteren Wärmetauscher des Kältemittelkreislaufs angeschlossen. In der einen der beiden Alternativen ist im zweiten Wärmetauscher vorteilhaft Wärme vom Kältemittel für den Wärmespeicher oder für Brauchwasser wahlweise abgebar. Ein zweiter Wärmetauscher, in dem Kältemittel Wärme an zwei Flüssigkeiten abgeben kann, ist eine kompakte Lösung für zwei Funktionen. In der anderen Alternative ist Wärme vom Kältemittel für Brauchwasser im gegebenenfalls weiteren Wärmetauscher abgebar.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist das Wärmepumpensystem derart ausgebildet, dass es auch im Kühlbetrieb betreibbar ist, wobei der Chiller oder ein gegebenenfalls weiterer Chiller zur Wärmeaufnahme des Kältemittels des Kältemittelkreislaufs von entweder der ersten Wärmetransportflüssigkeit an den ersten Flüssigkeitskreislauf, oder einer gegebenenfalls dritten Wärmetransportflüssigkeit an einen gegebenenfalls dritten Flüssigkeitskreislauf, der vorzugsweise ein Kühlkreislauf ist, angeschlossen ist, und das Wärmepumpensystem für den Kühlbetrieb derart schaltbar ist, dass die Wärmeabgabe im ersten Wärmetauscher vom Kältemittel an die erste Wärmetransportflüssigkeit und die Wärmeabgabe im Chiller von der zweiten Wärmetransportflüssigkeit an das Kältemittel abgeschaltet sind. Dadurch ist das Wärmepumpensystem nicht nur im Wärmepumpenbetrieb zum Heizen und/oder zur Brauchwassererwärmung, sondern auch im Kühlbetrieb als Klimaanlage

betreibbar. Ferner ist es damit möglich, während des Kühlbetriebs des Wärmepumpensystems als Klimaanlage Brauchwasser im ersten und/oder zweiten Wärmetauscher zu erwärmen. Vorzugsweise ist der vierte Wärmetauscher derart ausgebildet, dass er im Wärmepumpenbetrieb als Verdampfer und im Kühlbetrieb des Wärmepumpensystems als Gaskühler/Kondensator betreibbar ist, was Material und Platz für ansonsten einen weiteren Wärmetauscher einspart. Dabei ist der vierte Wärmetauscher als Luft-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildet und zum Wärmetausch des Kältemittels mit Umgebungsluft oder Abluft vorgesehen. Dadurch ist als Wärmequelle für den Wärmepumpenbetrieb Umgebungsluft oder Abluft einsetzbar. Gemäß einer Ausführung ist der vierte Wärmetauscher dabei ein Luft-Kältemittel-Wärmetauscher, der für den Betrieb als Verdampfer und für den Betrieb als Gaskühler/Kondensator getrennte Kältemittelleitungen aufweist.

[0017] Nach einer vorteilhaften Ausführung umfasst das Wärmepumpensystem wenigstens einen Solarkollektor, der zur Wärmeübertragung über einen Flüssigkeitskreislauf mit dem Wärmespeicher thermisch verbindbar ist. Somit lässt sich Wärme von den Solarkollektoren im Wärmespeicher speichern, die bei Bedarf an das Kältemittel im Wärmepumpenbetrieb im Chiller abgebar ist.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Ausführung umfasst der Wärmespeicher wenigstens eine Bodenschleife mit Wärmetransportflüssigkeit für Erdwärme. Damit ist auf effektive Weise Erdwärme für den Wärmepumpenbetrieb nutzbar und speicherbar. Die Wärmetransportflüssigkeit dient gleichzeitig als Wärmespeichermedium, das auch durch im zweiten Wärmetauscher warmes Kältemittel mit Wärme beladbar ist.

[0019] Nach einer vorteilhaften Ausführung umfasst der Wärmespeicher ein Netzwerk mit Wärmetransportflüssigkeit. Ein derartiges Netzwerk ist vorzugsweise ein Fernwärmenetzwerk oder ein Teil davon. Über den zweiten Wärmetauscher des Wärmepumpensystems lässt sich vom Kältemittel Wärme daran abgeben.

[0020] Vorzugsweise umfasst der Wärmespeicher ein Latentwärmespeichermedium mit der Möglichkeit zum Speichern von latenter Wärme. Ein derartiges Wärmespeichermedium hat eine besonders hohe Wärmespeicherkapazität. Zum Beispiel ist ein als Eisspeicher einsetzbarer mit Wärme beladbarer Wärmespeicher statt Umgebungsluft als Wärmequelle bei Umgebungslufttemperatur von unter 0 °C eine Option für ein Wärmepumpensystem im Wärmepumpenbetrieb.

[0021] Vorzugsweise umfasst das Wärmepumpensystem zum Steuern eine derart ausgebildete Regelung, mit der Absperrventile und Expansionsorgane des Kältemittelkreislaufs und Pumpen und/oder Absperrventile des ersten und zweiten Flüssigkeitskreislaufs zumindest derart steuerbar sind, dass die beiden Betriebsmodi des Betriebens des Wärmepumpensystems im reinen Wärmepumpenbetrieb mit Wärmeabgabe des Kältemittels für Brauchwasser und/oder für Raumheizen und Wärme-

aufnahme des Kältemittels von der zweiten Wärmetransportflüssigkeit im Chiller, oder des Betriebens des Wärmepumpensystems in einem derartigen Wärmepumpenbetrieb mit Wärmeabgabe des Kältemittels für Brauchwasser und/oder für Raumheizen, bei dem die Wärmeaufnahme des Kältemittels im vierten Wärmetauscher und gleichzeitig auch Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf zu dem Wärmespeicher erfolgt, einstellbar sind. Dadurch lässt sich mit der Regelung einstellbar das Wärmepumpensystem im Wärmepumpenbetrieb in den beiden Betriebsmodi des Beladens und nicht Beladens des Wärmespeichers mit Wärme vom Kältemittel betreiben. Von Vorteil ist beispielsweise ein derartiges Wärmepumpensystem bei abnehmenden Tagestemperaturen, wenn im Wärmepumpenbetrieb noch bei geringem Heizbedarf am Abend für den Einsatz in der kalten Nacht der Wärmespeicher weiter mit Wärme beladbar ist.

[0022] Bevorzugt ist die Regelung zusätzlich derart ausgebildet, dass von ihr gesteuert die Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher oder im gegebenenfalls weiteren Wärmetauscher vom Kältemittel zu Brauchwasser ein- und abschaltbar und die Wärmeabgabe im ersten oder gegebenenfalls fünften Wärmetauscher vom Kältemittel zu Brauchwasser ein- und abschaltbar sind. Damit lässt sich Wärme dem Brauchwasser nach Bedarf in der Größe abgestuft zuführen. So kann beispielsweise statt zum Wärmespeicher Wärme geregelt vom Kältemittel im zweiten Wärmetauscher oder im gegebenenfalls weiteren Wärmetauscher dem Brauchwasser zugeführt werden.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst ein auch im Kühlbetrieb betreibbares erfindungsgemäßes Wärmepumpensystem eine derart ausgebildete Regelung, dass von ihr gesteuert das Wärmepumpensystem im Kühlbetrieb mit abgeschalteter Wärmeabgabe vom Kältemittel an die erste Wärmetransportflüssigkeit im ersten Wärmetauscher und eingeschalteter Wärmeaufnahme des Kältemittels von der ersten oder gegebenenfalls dritten Wärmetransportflüssigkeit im Chiller oder im gegebenenfalls weiteren Chiller betreibbar ist. Dadurch lässt sich automatisch über die Regelung gesteuert das Wärmepumpensystem je nach Heiz- oder Kühlbedarf in einem Wärmepumpenbetrieb oder im Kühlbetrieb betreiben, was ein besonders flexibles automatisches Regeln des Wärmepumpensystems darstellt.

[0024] Vorzugsweise ist die Regelung auch derart ausgebildet, dass von ihr gesteuert die weiteren zwei Betriebsmodi des Betriebens im reinen Ladebetrieb mit nur Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf zu dem Wärmespeicher und gleichzeitig Wärmeaufnahme des Kältemittels im vierten Wärmetauscher, oder im Ladebetrieb mit Kühlbetrieb mit Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf zu dem Wärmespeicher und gleichzeitig Wärmeaufnahme des Kältemittels im Chiller oder im

gegebenenfalls weiteren Chiller von der ersten oder gegebenenfalls dritten Wärmetransportflüssigkeit, einstellbar sind. Damit ist ein Beladen des Wärmespeichers mit Wärme vom Kältemittel besonders flexibel bei verschiedenen Betriebsmodi des Wärmepumpensystems mit der Regelung automatisch einstellbar.

[0025] Vorzugsweise ist die Regelung eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems derart ausgebildet, dass sie für die Auswahl des Betriebsmodus des Wärmepumpensystems Daten von Temperatursensoren für Temperaturen von Brauchwasser, von Umgebungsluft, von Raumluft und vom Wärmespeichermedium des Wärmespeichers sowie bezüglich einer Wetterprognose empfängt. Zum Beispiel kann der Empfang einer Wetterprognose aus dem Internet erfolgen. Mit diesen Daten wird das Regeln des Wärmepumpensystems hinsichtlich eines passenden Betriebsmodus verbessert.

[0026] Nach einer vorteilhaften Ausführung ist das erfindungsgemäße Wärmepumpensystem wenigstens für ein Raumheizen eines Gebäudes vorgesehen und ausgebildet. Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführung ist das erfindungsgemäße Wärmepumpensystem für ein Fahrzeug, wie beispielsweise ein Schienenfahrzeug oder Omnibus, vorgesehen und ausgebildet.

[0027] Die Aufgabe hinsichtlich eines Verfahrens wird durch ein Verfahren zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems mit den Verfahrensmerkmalen des Anspruchs 13 gelöst. Dadurch dass bei dem Verfahren der Kältemittelkreislauf und der erste und zweite Flüssigkeitskreislauf derart gesteuert werden können, dass zumindest mitabhängig vom Ladezustand des Wärmespeichers das Wärmepumpensystem in einem der zumindest drei ansteuerbaren Betriebsmodi des reinen Wärmepumpenbetriebs mit Wärmeabgabe des Kältemittels für Brauchwasser und/oder für Raumheizen und bei Wärmeaufnahme des Kältemittels von der zweiten Wärmetransportflüssigkeit im Chiller, oder des Wärmepumpenbetriebs mit Wärmeabgabe des Kältemittels für Brauchwasser und/oder für Raumheizen bei Wärmeaufnahme des Kältemittels im vierten Wärmetauscher und gleichzeitig auch Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf zu dem Wärmespeicher, oder des reinen Wärmepumpenbetriebs mit Wärmeabgabe des Kältemittels für Brauchwasser und/oder für Raumheizen und mit Wärmeaufnahme des Kältemittels im vierten Wärmetauscher, betrieben wird, wird das Problem bezüglich eines Verfahrens gelöst.

[0028] Hinsichtlich der Vorteile sowie vorteilhaften Ausführungen und Weiterbildungen gelten entsprechend die diesbezüglichen obigen Angaben zu dem erfindungsgemäßen Wärmepumpensystem. Wenn keine gleichzeitige Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf zum Wärmespeicher gewählt ist, wird im Fall des reinen Wärmepumpenbetriebs je nachdem welche Wärmequelle gerade vorteilhafter ist, die Wärmeaufnah-

me des Kältemittels im Chiller oder im vierten Wärmetauscher eingestellt.

[0029] Bevorzugt umfasst das Verfahren die Schritte, dass je nach Bedarf Wärme für Brauchwasser vom Kältemittel im ersten oder gegebenenfalls fünften Wärmetauscher abgegeben wird, und, sofern im zweiten Wärmetauscher vom Kältemittel eine Wärmeabgabe zu dem Wärmespeicher nicht erfolgt, je nach Bedarf Wärme für Brauchwasser vom Kältemittel im zweiten Wärmetauscher oder im gegebenenfalls weiteren Wärmetauscher des Kältemittelkreislaufs abgegeben wird. Damit wird Brauchwasser an den Bedarf angepasst von dem Wärmepumpensystem besonders abgestuft gesteuert erwärmt.

[0030] Gemäß einer vorteilhaften Ausführung umfasst das Verfahren je nach Kühlbedarf den Schritt des Betriebens eines im Kühlbetrieb betreibbaren erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems mit abgeschalteter Wärmeabgabe vom Kältemittel an die erste Wärmetransportflüssigkeit im ersten Wärmetauscher und eingeschalteter Wärmeaufnahme des Kältemittels von der ersten oder gegebenenfalls dritten Wärmetransportflüssigkeit im Chiller oder im gegebenenfalls weiteren Chiller. Dieser Kühlbetrieb als weiterer Betriebsmodus erhöht die Flexibilität des Betriebens des Wärmepumpensystems.

[0031] Vorzugsweise umfasst das Verfahren die Schritte, dass der Kältemittelkreislauf und der erste sowie zweite Flüssigkeitskreislauf und gegebenenfalls der dritte Flüssigkeitskreislauf derart gesteuert werden können, dass das Wärmepumpensystem in den wählbaren weiteren Betriebsmodi des Ladebetriebs mit Kühlbetrieb oder des reinen Ladebetriebs mit nur Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf zu dem Wärmespeicher und gleichzeitig Wärmeaufnahme des Kältemittels im vierten Wärmetauscher oder bei Kühlbetrieb im Chiller oder im gegebenenfalls weiteren Chiller von der ersten oder gegebenenfalls dritten Wärmetransportflüssigkeit betrieben wird. Damit erfolgt ein Beladen des Wärmespeichers mit Wärme vom Kältemittel besonders flexibel bei verschiedenen Betriebsmodi.

[0032] Nach einer vorteilhaften Ausführung umfasst das Verfahren die Schritte

des Empfangens von Daten von Temperatursensoren für Temperaturen von Brauchwasser, von Umgebungsluft, von Raumluft und vom Wärmespeichermedium des Wärmespeichers sowie bezüglich einer Wetterprognose,

des Auswertens der empfangenen Daten für eine Auswahl eines Betriebsmodus des erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems unter Berücksichtigung von Effizienzanforderungen, sowie darauf des Auswählens eines Betriebsmodus anhand des Ergebnisses der Auswertung, und

des Einstellens des ausgewählten Betriebsmodus des Wärmepumpensystems. Damit ist das Wärme-

pumpensystem effizient zu betreiben. Beispielsweise wird dabei unter Berücksichtigung der Effizienz zwischen den Betriebsmodi des Wärmepumpenbetriebs, bei dem die Wärme entweder im vierten Wärmetauscher aus der Umgebungsluft oder vom Wärmespeicher im Chiller durch die zweite Wärmetransportflüssigkeit dem Kältemittel zugeführt wird, ausgewählt. Wenn beispielsweise die Temperatur der Umgebungsluft deutlich geringer als die im Wärmespeicher ist, würde der effizientere Betriebsmodus mit Wärmezufuhr zum Kältemittel vom Wärmespeicher ausgewählt.

[0033] Gemäß einer vorteilhaften Ausführung umfasst das Verfahren die Schritte

des Empfangens von Daten vom Ladezustand des Wärmespeichers, wie insbesondere Temperatur des Wärmespeichermediums und/oder Größe der im Wärmespeichermedium gespeicherten latenten Wärme sowie des Empfangens von Daten der Temperatur von Umgebungsluft und bezüglich einer Wetterprognose, sowie darauf des Erstellens einer Entladungsprognose für den Wärmespeicher unter Nutzung der empfangenen Daten, wobei infrage kommende Betriebsmodi des erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems mit berücksichtigt werden, und dann des Auswählens eines Betriebsmodus des Wärmepumpensystems unter Berücksichtigung der erstellten Entladungsprognose für den Wärmespeicher, und schließlich des Einstellens des ausgewählten Betriebsmodus des Wärmepumpensystems.

[0034] Mit diesem Verfahren zum Managen der Wärmespeicherung im Wärmespeicher wird der Wärmepumpenbetrieb mit Laden des Wärmespeichers mit Wärme vom durch den zweiten Wärmetauscher strömenden Kältemittel effektiv berücksichtigt. Es lässt sich vorausschauend unter Berücksichtigung der Wetterprognose mit insbesondere der Prognose der Umgebungslufttemperatur der Betriebsmodus wählen, bei dem der Wärmespeicher mit Wärme beladen oder entladen wird.

[0035] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst das Verfahren die Merkmale, dass die empfangenen Daten bezüglich der Wetterprognose welche für einen voraussichtlichen Solarertrag beinhalten und der voraussichtliche Solarertrag von einem mit Solarkollektor ausgestatteten erfindungsgemäßen Wärmepumpensystem beim Erstellen der Entladungsprognose für den Wärmespeicher berücksichtigt wird. Damit wird besonders gut die vom Solarkollektor dem Wärmespeicher zuführbare Wärme beim Managen der Wärmespeicherung im Wärmespeicher eingebunden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

[0036] Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

[0037] Es zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems;

Fig. 2 das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Wärmepumpensystems im reinen Wärmepumpenbetrieb;

Fig. 3 das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Wärmepumpensystems im Wärmepumpenbetrieb und Ladebetrieb;

Fig. 4 das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Wärmepumpensystems im weiteren Wärmepumpenbetrieb mit Brauchwassererwärmung;

Fig. 5 das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Wärmepumpensystems im Wärmepumpenbetrieb mit Abtaufunktion;

Fig. 6 das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Wärmepumpensystems im reinen Kühlbetrieb;

Fig. 7 das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Wärmepumpensystems im Kühlbetrieb und Ladebetrieb;

Fig. 8 das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Wärmepumpensystems im reinen Ladebetrieb;

Fig. 9 in schematischer Darstellung ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems;

Fig. 10 in schematischer Darstellung ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems;

Fig. 11 in schematischer Darstellung ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems; und

Fig. 12 als Flussdiagramm ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung:

[0038] Alle Zeichnungen sind schematisch zu verstehen. Auf maßstabsgetreue Abbildungen wurde zum Zwecke erhöhter Klarheit der Darstellung verzichtet.

[0039] In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems 1 schema-

tisch dargestellt. Der Kältemittelkreislauf 3 umfasst einen einzigen Verdichter 5, in dem bei Betrieb das Kältemittel komprimiert wird. Das Kältemittel ist in diesem Fall CO₂, das im Hochdruckbereich des Kältemittelkreislaufs 3 überkritisch betrieben wird. Denkbar sind auch Ausführungen des Kältemittelkreislaufs 3, bei denen das Kältemittel nur unterkritisch betrieben wird, wie beispielsweise R1234yf.

[0040] Im Kältemittelkreislauf 3 teilt sich die Kältemittelleitung nach Ausgang aus dem Verdichter 5 in den ersten und zweiten Zweig, die mit Absperrventilen 7 und 9 absperrbar sind, auf. In dem ersten Zweig ist der erste Wärmetauscher 11, der als Gaskühler/Kondensator betreibbar und als Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildet ist, angeordnet. Der zweite Zweig der Kältemittelleitung führt durch den vierten Wärmetauscher 13, der als Luft-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildet und zum Wärmetausch des Kältemittels mit Umgebungsluft vorgesehen und angeordnet ist.

[0041] Denkbar ist auch eine Anordnung des vierten Wärmetauschers 13 zum Wärmetausch mit Abluft. Die Abluft würde dabei beispielsweise Raumluft aus einem Gebäude, die nach draußen abgeführt wird, sein.

[0042] Nach dem vierten Wärmetauscher 13 mündet der zweite Zweig nach einem weiteren Absperrventil 15 in den ersten Zweig der Kältemittelleitung. Vor dem weiteren Absperrventil 15 führt ein Abzweig vom zweiten Zweig zu einem ersten Expansionsorgan 17, dass als absperrbares Expansionsventil ausgebildet ist, und dann weiter durch den vierten Wärmetauscher 13 zum Sauggaseinlass des Verdichters 5. Der vierte Wärmetauscher 13 ist sowohl als Gaskühler/Kondensator als auch als Verdampfer betreibbar, wobei die Leitung für den Betrieb als Gaskühler/Kondensator und die Leitung für den Betrieb als Verdampfer getrennt verlaufen.

[0043] Nach der Zusammenführung vom ersten und zweiten Zweig verläuft die Kältemittelleitung weiter zum zweiten Wärmetauscher 19, der als Gaskühler/Kondensator betreibbar und als Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildet ist. Der zweite Wärmetauscher 19 ist also im Wärmepumpenbetrieb in Kältemittelströmungsrichtung stromabwärts des ersten Wärmetauschers 11 angeordnet, sodass das warme Kältemittel ihn mit geringerer Temperatur als den ersten Wärmetauscher 11 durchströmt. Im Kältemittelkreislauf 3 sind der erste Wärmetauscher 11 und der zweite Wärmetauscher 19 also insbesondere im Wärmepumpenbetrieb in Reihe geschaltet angeordnet.

[0044] Im Kältemittelkreislauf 3 teilt sich die Kältemittelleitung nach dem zweiten Wärmetauscher 19 in den dritten Zweig mit dem zweiten Expansionsorgan 21 und vierten Zweig mit dem dritten Expansionsorgan 23 auf. Das zweite und das dritte Expansionsorgan 21, 23 sind beides absperrbare Expansionsventile. Im dritten Zweig strömt das im zweiten Expansionsorgan 21 entspannte abgekühlte Kältemittel weiter zur Wärmeaufnahme durch den Chiller 25, in dem es verdampft, und schließlich zum Sauggaseinlass des Verdichters 5.

[0045] Im vierten Zweig strömt das im dritten Expansionsorgan 23 entspannte abgekühlte Kältemittel weiter zur Wärmeaufnahme durch den dabei als Verdampfer betriebenen vierten Wärmetauscher 13 und schließlich zum Sauggaseinlass des Verdichters 5. Der vierte Wärmetauscher 13 ist also als Verdampfer im Kältemittelkreislauf 3 in Parallelschaltungsanordnung zum Chiller 25. Der Kältemittelkreislauf 3 ist derart schaltbar, dass zur Wärmeaufnahme statt des Chillers 25 der vierte Wärmetauscher 13 als Verdampfer vom Kältemittel durchströmbar ist.

[0046] Der Motor des Verdichters 5 ist in seiner Leistung regelbar, sodass damit der Hochdruck des Kältemittels auf der Hockdruckseite des Kältemittelkreislaufs 3 veränderbar ist.

[0047] Der erste Wärmetauscher 11 ist auch an den ersten Flüssigkeitskreislauf 27 angeschlossen, in dem die erste Wärmetransportflüssigkeit gepumpt mit der ersten Wasserpumpe 29 zirkulierbar ist. Die erste Wärmetransportflüssigkeit ist in diesem Fall Wasser, wobei aber auch eine andere geeignete Art von Wärmetransportflüssigkeit, wie zum Beispiel ein Wasser-Glykol-Gemisch, denkbar ist. Im Wärmepumpenbetrieb wird im ersten Wärmetauscher 11 Wärme vom Kältemittel an die erste Wärmetransportflüssigkeit abgegeben. Der erste Flüssigkeitskreislauf 27 fungiert dabei als Heizkreislauf für die Heizung 31. Mit dem Absperrventil 33 lässt sich der Durchfluss der ersten Wärmetransportflüssigkeit durch den ersten Wärmetauscher 11 unterbinden, sodass die erste Wärmetransportflüssigkeit des ersten Flüssigkeitskreislaufs 27 dann nicht mehr Wärme zur Heizung 31 transportiert.

[0048] Des Weiteren ist der erste Wärmetauscher 11 auch an eine weiteren Flüssigkeitsleitung 35 angeschlossen, durch die mit der zweiten Wasserpumpe 37 gepumpt Brauchwasser vom Brauchwassertank 39 zur Wärmeaufnahme vom Kältemittel im ersten Wärmetauscher 11 strömbar ist. Der erste Wärmetauscher 11 ist also neben der Anordnung in der Hochdruckseite des Kältemittelkreislaufs 3 an zwei Flüssigkeitsleitungen angeschlossen, sodass dort Wärme vom Kältemittel einerseits für die Erwärmung von Brauchwasser und andererseits für die Erwärmung der ersten Wärmetransportflüssigkeit einsetzbar ist. Beispielsweise umfasst der erste Wärmetauscher 11 drei konzentrisch angeordnete Rohre mit unterschiedlichen Durchmessern, wobei das Rohr mit mittelgroßem Durchmesser für das Kältemittel, das mit kleinem Durchmesser für Brauchwasser und das mit dem größten Durchmesser für die erste Wärmetransportflüssigkeit vorgesehen sind.

[0049] Der ebenfalls als Gaskühler/Kondensator im Kältemittelkreislauf 3 angeordnete zweite Wärmetauscher 19 ist an die mit dem Absperrventil 41 absperrbare Flüssigkeitsleitung 43 als Zulauf für Brauchwasser zum Brauchwassertank 39 angeschlossen, sodass das dort im Wärmepumpenbetrieb nicht mehr so warme Kältemittel wie im ersten Wärmetauscher 11 weiter mit geringerer Temperatur Wärme an das im Zulauf kältere

Brauchwasser abgeben kann. Außerdem ist erfindungsgemäß dieser zweite Wärmetauscher 19 an den zweiten Flüssigkeitskreislauf 45 angeschlossen, durch den mittels einer mit der dritten Wasserpumpe 47 gepumpten Wärmetransportflüssigkeit Wärme vom Kältemittel zu dem Wärmespeicher 49 transportierbar ist. Der zweite Wärmetauscher 19 ist also neben der Einbindung in den Kältemittelkreislauf 3 einerseits an den Zulauf für Brauchwasser und andererseits in den zweiten Flüssigkeitskreislauf 45 für die Wärmeabgabe des Kältemittels an den Wärmespeicher 49 angeschlossen, sodass alternativ jeweils mit Absperrventilen 41 und 51 schaltbar Wärme vom Kältemittel an Brauchwasser oder für den Wärmespeicher 49 übertragbar ist. Die zweite Wärmetransportflüssigkeit ist in diesem Falls Wasser, wobei aber auch eine andere geeignete Art von Wärmetransportflüssigkeit, wie zum Beispiel ein Wasser-Glykol-Gemisch, denkbar ist. Der Wärmespeicher 49 ist hingegen nicht direkt an den ersten Flüssigkeitskreislauf 27 angeschlossen, sodass mit der ersten Wärmetransportflüssigkeit des ersten Flüssigkeitskreislaufs 27 nicht direkt Wärme vom oder zum Wärmespeicher 49 transportierbar ist, was den Wärmespeicher 49 positionsunabhängiger vom ersten Flüssigkeitskreislauf 27 macht.

[0050] Denkbar ist auch eine alternative Ausführung, bei der statt des zweiten Wärmetauschers 19 ein weiterer Wärmetauscher des Kältemittelkreislaufs 3 an die Flüssigkeitsleitung 43 des Zulaufs für Brauchwasser angeschlossen ist. Dieser weitere Wärmetauscher würde dabei parallel oder in Reihe zum zweiten Wärmetauscher 19 auf der Hochdruckseite des Kältemittelkreislaufs 3 angeordnet sein.

[0051] Der Chiller 25 ist auch an eine Flüssigkeitsleitung 53 angeschlossen, durch die bei geöffnetem Absperrventil 55 die zweite Wärmetransportflüssigkeit Wärme vom Wärmespeicher 49 zum Kältemittel im Chiller 25 transportieren kann. Das dortige Kältemittel nimmt beim Verdampfen diese Wärme auf. Die Flüssigkeitsleitung 53 ist Bestandteil des zweiten Flüssigkeitskreislaufs 45. Je nach Schaltung der beiden Absperrventile 51 und 55 strömt bei laufender dritter Wasserpumpe 47 die zweite Wärmetransportflüssigkeit entweder durch den Chiller 25 für den Wärmetransport vom Wärmespeicher 49 oder durch den zweiten Wärmetauscher 19 für den Wärmetransport zum Wärmespeicher 49. Bei eingeschalteter solcher Wärmeabgabe des Kältemittels im zweiten Wärmetauscher 19 ist der Kältemittelkreislauf 3 im Wärmepumpenbetrieb derart schaltbar, dass statt des Chillers 25 der vierte Wärmetauscher 13 als Verdampfer vom Kältemittel durchströmbar ist.

[0052] Außerdem ist der Chiller 25 zur schaltbaren Wärmeaufnahme des Kältemittels von der ersten Wärmetransportflüssigkeit an den ersten Flüssigkeitskreislauf 27 angeschlossen, sodass für einen derartigen Kühlbetrieb mit der ersten Wasserpumpe 29 bei geschlossenem Absperrventil 33 und geöffnetem weiteren Absperrventil 61 die erste Wärmetransportflüssigkeit nicht durch den ersten Wärmetauscher 11 sondern durch den Chiller

25 gepumpt werden kann und dadurch die Heizung 31 im Kühlbetrieb, also als raumkühlende Klimaanlage, arbeiten kann. Denkbar ist auch eine alternative Ausführung, bei der statt des Chillers 25 ein weiterer Chiller des Kältemittelkreislaufs 3 an den ersten Flüssigkeitskreislauf 27 angeschlossen ist. Dieser weitere Chiller würde dabei parallel oder in Reihe zum Chiller 25 auf der Niederdruckseite des Kältemittelkreislaufs 3 angeordnet sein.

[0053] Der Wärmespeicher 49 umfasst beispielsweise eine Bodenschleife als Erdkollektor. Ferner ist denkbar, dass der Wärmespeicher 49 auch mit Wärme von einer externen Wärmequelle wie beispielsweise Geothermie oder Fernwärmequelle beladbar ist. Beispielsweise kann ein Solekreislauf für Wärme aus Geothermie als Wärmequelle an den Wärmespeicher 49 und/oder über die Flüssigkeitsleitung 53 an den Chiller 25 anschließbar ausgebildet sein.

[0054] Ein Solarkollektor 57 ist über einen Flüssigkeitskreislauf mit einer regelbaren Pumpe 59 thermisch für die Wärmeübertragung mit dem Wärmespeicher 49 verbindbar. Die Regelung 63 steuert die Pumpe 59 und damit die thermische Verbindung von Solarkollektor 57 zum Wärmespeicher 49. Die Regelung 63 steuert auch den Verdichter 5 sowie die Absperrventile, Expansionsorgane und Pumpen des Wärmepumpensystems 1. Damit sind verschiedene Betriebsmodi des Wärmepumpensystems 1 einstellbar.

[0055] Die Regelung 63 erhält über leitungsgebundene oder leitungslose Datenverbindungen für die Einstellung des passenden und effizienten Betriebsmodus Daten über den Wärmefüllstand des Wärmespeichers 49, die Zeit, das Datum und die beispielsweise per GPS ermittelten Ortskoordinaten sowie Daten von Temperatursensoren insbesondere hinsichtlich der Temperaturen der Umgebungsluft, des Wärmespeichermediums des Wärmespeichers 49 vom dortigen Temperatursensor 50 und des Brauchwasserspeichers 39 vom dortigen Temperatursensor 40 als auch Daten aus dem Internet hinsichtlich der Wetterprognose wie vor allem der Temperaturprognose für die folgenden Tage und Nächte. Die mit einem Prozessor ausgestattete Regelung 63 bestimmt den Ladezustand des Wärmespeichers 49 und berechnet aus den empfangenen Daten unter anderem eine Entladungsprognose für den Wärmespeicher 49, die mit dem Ladezustand in Effizienzanforderung bei der Auswahl und Dauer des Betriebsmodus des Wärmepumpensystems 1 mit einfließt. So kann die Regelung 63 ein Beladen des Wärmespeichers 49 mit Wärme vom durch den zweiten Wärmetauscher 19 strömenden Kältemittel im Wärmepumpenbetrieb beim Raumheizen und/oder dem Brauchwassererwärmen durch Wärmeabgabe des Kältemittels im ersten Wärmetauscher 11 im Hinblick auf ein späteres geräuschloseres nächtliches Heizen durch das Wärmepumpensystems 1 mit Wärme aus dem aufgeladenen Wärmespeicher 49 als effizienten Betriebsmodus einstellen. Bei der Entladungsprognose für den Wärmespeicher 49 werden aus dem Internet

empfangene Informationen für einen Solarertrag vom Solarkollektor 57 mitberücksichtigt.

[0056] Die leitungsgebundenen oder leitungslosen Datenverbindungen und Steuerverbindungen der Regelung 63 mit dem Internet und den weiteren Sensoren wie insbesondere denen für Temperaturen der Umgebungsluft und der Raumluft sowie den zu steuernden Komponenten des Wärmepumpensystems 1 sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Figuren nicht abgebildet.

[0057] In den Figuren 2 bis 8 sind schematisch verschiedene von der Regelung 63 einstellbare Betriebsmodi des Verfahrens zum Betreiben des in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiels eines Wärmepumpensystems 1 gezeigt. Die Bezugszeichen entsprechen dabei denen in Figur 1. Von Kältemittel durchflossene Leitungen sind in fett durchgezogenen Linien, und Leitungen, die nicht durchflossen werden, in dünn gepunkteten Linien markiert. Von Brauchwasser oder Wärmetransportflüssigkeit durchflossenen Leitungen sind in fett gestrichelten Linien markiert.

[0058] In Figur 2 ist schematisch eine Art des reinen Wärmepumpenbetriebs des Wärmepumpensystems 1 dargestellt. Im Kältemittelkreislauf 3 sind dabei auf der Hochdruckseite nach dem Verdichter 5 bei geöffnetem Absperrventil 7 der erste Wärmetauscher 11 und der zweite Wärmetauscher 19 in Reihe nacheinander vom Kältemittel durchströmt. Als Expansionsorgan ist lediglich das zweite Expansionsorgan 21 zur Entspannung und Abkühlung des Kältemittels geöffnet, sodass das Kältemittel auf der Niederdruckseite des Kältemittelkreislaufs 3 auf dem Weg zum Sauggaseinlass des Verdichters 5 zum Verdampfen nur den Chiller 25 durchströmt. Die Absperrventile 9 und 15 sowie das erste und dritte Expansionsorgan 17, 23 sind im Kältemittelkreislauf 3 geschlossen. Ferner ist die zweite Wasserpumpe 37 für das Brauchwasser ausgeschaltet und die Absperrventile 41, 51 und 61 sind geschlossen. Es wird durch den ersten Wärmetauscher 11 außer dem heißen Kältemittel lediglich die erste Wärmetransportflüssigkeit des ersten Flüssigkeitskreislaufs 27 bei geöffnetem Absperrventil 33 gepumpt, wobei sie Wärme vom Kältemittel aufnimmt und zur Heizung 31 für das Raumheizen transportiert. Der zweite Wärmetauscher 19 wird außer Funktion nur vom Kältemittel durchströmt. Der vierte Wärmetauscher 13 ist auch ohne Funktion.

[0059] Das nur im zweiten Expansionsorgan 21 entspannte Kältemittel verdampft im Chiller 25, wobei es Wärme nicht von der ersten Wärmetransportflüssigkeit, sondern nur vom Wärmespeicher 49 aufnimmt, die von der zweiten Wärmetransportflüssigkeit durch die Flüssigkeitsleitung 53 vom Wärmespeicher 49 herangeführt wird. Der Sonnenkollektor 57 belädt den Wärmespeicher 49 mit Wärme. Eine Wärmeabgabe vom Kältemittel an den Wärmespeicher 49 findet nicht statt.

[0060] In Figur 3 ist schematisch ein Wärmepumpenbetrieb des Wärmepumpensystems 1 mit Ladebetrieb zum Laden des Wärmespeichers 49 dargestellt. Dieser Betriebsmodus wird beim Wärmepumpenbetrieb abhän-

gig vom Bedarf an Wärmezufuhr zum Wärmespeicher 49 geschaltet. Das im Verdichter 5 komprimierte Kältemittel strömt bei geöffnetem Absperrventil 7 zunächst durch den ersten Wärmetauscher 11 und darauf durch den zweiten Wärmetauscher 19, in dem es durch die Wärmeabgabe im ersten Wärmetauscher 11 an die erste Wärmetransportflüssigkeit eine geringere Temperatur aufweist. Diese geringere Temperatur des Kältemittels ist aber noch ausreichend für eine Wärmeabgabe des Kältemittels an die zweite Wärmetransportflüssigkeit im zweiten Flüssigkeitskreislauf 45, die bei geöffnetem Absperrventil 51 und geschlossenem weiteren Absperrventil 55 mit der dritten Wasserpumpe 47 gepumpt die Wärme zum Wärmespeicher 49 transportiert. Dadurch wird der Wärmespeicher 49 mit Wärme beladen. Gleichzeitig wird für Raumheizen die Heizung 31 über den ersten Flüssigkeitskreislauf 27 mit Wärme versorgt, die vom Kältemittel im ersten Wärmetauscher 11 an die erste Wärmetransportflüssigkeit abgegeben wurde.

[0061] Das nur im dritten Expansionsorgan 23 entspannte Kältemittel verdampft im vierten Wärmetauscher 13, wobei es Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt.

[0062] Der Chiller 25 wird hingegen nicht vom Kältemittel durchströmt und ist damit außer Funktion.

[0063] Die Absperrventile 9 und 15 sowie das erste und zweite Expansionsorgan 17, 21 sind im Kältemittelkreislauf 3 geschlossen. Ferner ist die zweite Wasserpumpe 37 für das Brauchwasser ausgeschaltet und die Absperrventile 41, 55 und 61 sind geschlossen.

[0064] Zum Beispiel kann sich bei einem eingestellten Hochdruck des Kältemittels von 125 bar bei einer Antriebsleistung des Motors des Verdichters 5 von 13,65 kW für die vom Kältemittel im ersten Wärmetauscher 11 für die Heizung 31 abgegebene Wärmeleistung mit einer Temperatur bis 60 °C ein Wert von 25,77 kW und für die vom Kältemittel im zweiten Wärmetauscher 19 an den Wärmespeicher 49 abgegebene Wärmeleistung mit einer Temperatur von bis 10 °C ein Wert von 25,67 kW ergeben.

[0065] Bei nur 100 bar Hochdruck mit Antriebsleistung von 11,17 kW kann sich für die an die Heizung 31 abgegebene Wärmeleistung mit einer Temperatur bis 60 °C ein Wert von 15,25 kW und für die an den Wärmespeicher 49 abgegebene Wärmeleistung mit einer Temperatur bis 10 °C ein Wert von 33,42 kW ergeben. Bei lediglich 80 bar Hochdruck mit Antriebsleistung von 7,34 kW kann sich beispielsweise für die an die Heizung 31 abgegebene Wärmeleistung mit einer Temperatur bis 60 °C ein Wert von 7,34 kW und für die an den Wärmespeicher 49 abgegebene Wärmeleistung mit einer Temperatur bis 10 °C ein Wert von 38,67 kW ergeben.

[0066] Der Sonnenkollektor 57 kann zur zusätzlichen Beladung des Wärmespeichers 49 mit Wärme mit diesem thermisch verbunden sein.

[0067] In Figur 4 ist schematisch eine weitere Art des reinen Wärmepumpenbetriebs des Wärmepumpensystems 1 mit Brauchwassererwärmung dargestellt. Dieser

Wärmepumpenbetrieb wird abhängig vom Bedarf an Erwärmung von Brauchwasser geschaltet. Dabei bezieht das Kältemittel Wärme nur aus der Umgebungsluft im vierten Wärmetauscher 13. Der Wärmespeicher 49 wird weder mit Wärme des Kältemittels des Kältemittelkreislaufs 3 beladen noch gibt er Wärme für das Kältemittel ab. Der Chiller 25 wird nicht von Kältemittel durchströmt. Das im Verdichter 5 komprimierte heiße Kältemittel strömt bei geöffnetem Absperrventil 7 zunächst durch den ersten Wärmetauscher 11, in dem es Wärme sowohl für Raumheizen der Heizung 31 an die erste Wärmetransportflüssigkeit des ersten Flüssigkeitskreislaufs 27 als auch Wärme an das mit der zweiten Wasserpumpe 37 durch den ersten Wärmetauscher 11 gepumpte Brauchwasser abgibt. Ferner gibt das Kältemittel im zweiten Wärmetauscher 19 weiter Wärme an das durch die Flüssigkeitsleitung 43 strömende kalte Brauchwasser der durch das Absperrventil 41 geöffneten Zuleitung ab. Als Expansionsorgan ist nur das dritte Expansionsorgan 23 zur Entspannung und Abkühlung des Kältemittels geöffnet, sodass es nur im vierten Wärmetauscher 13 bei Wärmeaufnahme von der Umgebungsluft verdampft. Die Absperrventile 9 und 15 sowie das erste und zweite Expansionsorgan 17, 21 sind im Kältemittelkreislauf 3 geschlossen. Ferner ist die Wasserpumpe 47 für die zweite Wärmetransportflüssigkeit ausgeschaltet und die Absperrventile 51, 55 und 61 sind geschlossen.

[0068] Der Sonnenkollektor 57 ist zur Beladung des Wärmespeichers 49 mit Wärme mit diesem thermisch verbunden.

[0069] Die Erwärmung des Brauchwassers im ersten Wärmetauscher 11 ist weitgehend unabhängig von dem eingestellten Betriebsmodus des Wärmepumpensystems 1. Immer wenn erwärmtes Kältemittel durch den ersten Wärmetauscher 11 strömt, besteht bei Bedarf an Erwärmung von Brauchwasser auch die Möglichkeit, dass dort für Brauchwasser vom Kältemittel Wärme abgegeben werden kann. So ist dann durch entsprechendes Regeln der zweiten Wasserpumpe 37 die Erwärmung des Brauchwassers im ersten Wärmetauscher 11 ein- und abschaltbar. Der reine Wärmepumpenbetrieb ist sogar mit der Regelung 63 so einstellbar, dass nur Brauchwasser im ersten und zweiten Wärmetauscher 11, 19 erwärmt wird und Wärmeübertragung an die erste und zweite Wärmetransportflüssigkeit abgeschaltet ist.

[0070] Im zweiten Wärmetauscher 19 ist, sofern dort die Wärmeübertragung an die zweite Wärmetransportflüssigkeit des zweiten Flüssigkeitskreislaufs 45 ausgeschaltet ist, eine Übertragung von Wärme auf das kalte Brauchwasser weitgehend unabhängig von dem jeweils eingestellten Betriebsmodus des Wärmepumpensystems 1 einstellbar. Es ist beispielsweise ein Kühlbetrieb mit Wärmeabgabe der ersten Wärmetransportflüssigkeit an das Kältemittel im Chiller 25 derart einstellbar, dass im ersten und zweiten Wärmetauscher 11, 19 Brauchwasser vom Kältemittel erwärmt wird.

[0071] In Figur 5 ist schematisch ein Wärmepumpenbetrieb des Wärmepumpensystems 1 mit Abtaufunktion

beim vierten Wärmetauscher 13 gezeigt. Die von der Regelung 63 eingestellte Schaltung des Verdichters 5, der Absperrventile, Expansionsorgane und Pumpen des Wärmepumpensystems 1 entspricht der zu Figur 2 beschriebenen bis auf den Unterschied, dass auch die Absperrventile 9 und 15 im Kältemittelkreislauf 3 geöffnet sind, sodass parallelgeschaltet zum ersten Wärmetauscher 11 auch ein Teil des vom Verdichter 5 komprimierten heißen Kältemittels durch den vierten Wärmetauscher 13 strömt und diesen dabei abtaut. In Kältemittelströmungsrichtung stromaufwärts des zweiten Wärmetauschers 19 vereinigen sich dann wieder die beiden Teilströme des Kältemittels.

[0072] In Figur 6 ist schematisch ein reiner Kühlbetrieb des Wärmepumpensystems 1 dargestellt. Der Kühlbetrieb wird je nach Kühlbedarf geschaltet. Das vom Verdichter 5 kommende komprimierte heiße Kältemittel strömt bei geöffneten Absperrventilen 9 und 15 durch den dabei als Gaskühler/Kondensator eingesetzten vierten Wärmetauscher 13, in dem das Kältemittel Wärme an Umgebungsluft abgibt. Je nach Bedarf an Erwärmung von Brauchwasser im parallel zum vierten Wärmetauscher 13 schaltbaren ersten Wärmetauscher 11 wird das Absperrventil 7 geöffnet, sodass dann teilweise oder alternativ zum vierten Wärmetauscher 13 das komprimierte heiße Kältemittel durch den ersten Wärmetauscher 11 für die Erwärmung von mit der zweiten Wasserpumpe 37 gepumptes Brauchwasser strömt. Das Absperrventil 33 im ersten Flüssigkeitskreislauf 27 ist geschlossen, sodass keine erste Wärmetransportflüssigkeit durch den ersten Wärmetauscher 11 strömt.

[0073] Im weiteren Verlauf passiert das Kältemittel auf der Hochdruckseite des Kältemittelkreislaufs 3 den zweiten Wärmetauscher 19, der entweder außer Funktion ist oder in dem bei geöffnetem Absperrventil 41 das Kältemittel weiter Wärme an kaltes Brauchwasser abgibt.

[0074] Das nur im zweiten Expansionsorgan 21 entspannte Kältemittel verdampft im Chiller 25, wobei es Wärme nicht vom Wärmespeicher 49, sondern von der ersten Wärmetransportflüssigkeit aufnimmt, die bei geöffnetem Absperrventil 61 mit der ersten Wasserpumpe 29 im ersten Flüssigkeitskreislauf 27 derart zirkuliert, dass die Heizung 31 mit im Chiller 25 gekühlter erster Wärmetransportflüssigkeit versorgt wird, sodass die Heizung 31 als Kühlung also als raumkühlende Klimaanlage fungiert.

[0075] Der Sonnenkollektor 57 belädt den Wärmespeicher 49 mit Wärme. Eine Wärmeabgabe vom Kältemittel an den Wärmespeicher 49 findet jedoch nicht statt. Im zweiten Flüssigkeitskreislauf 45 sind die dritte Wasserpumpe 47 abgeschaltet und die Absperrventile 51 und 55 geschlossen. Ferner sind das erste und dritte Expansionsorgan 17, 23 geschlossen.

[0076] In Figur 7 ist schematisch ein Kühlbetrieb des Wärmepumpensystems 1 mit Ladebetrieb zum Laden des Wärmespeichers 49 dargestellt. Die von der Regelung 63 eingestellte Schaltung des Verdichters 5, der Absperrventile, Expansionsorgane und Pumpen des Wärmepumpensystems 1 entspricht der in Figur 6 bis

auf den Unterschied, dass das Absperrventil 41 für kaltes Brauchwasser geschlossen und im zweiten Flüssigkeitskreislauf 45 die dritte Wasserpumpe 47 eingeschaltet und das Absperrventil 51 geöffnet sind, sodass im zweiten Wärmetauscher 19 Wärme vom Kältemittel nicht an Brauchwasser sondern an die zweite Wärmetransportflüssigkeit abgegeben wird und damit zum Wärmespeicher 49 transportiert wird, in dem die Wärme gespeichert wird.

[0077] In Figur 8 ist schematisch ein reiner Ladebetrieb zum Laden des Wärmespeichers 49 gezeigt.

[0078] Das vom Verdichter 5 komprimierte heiße Kältemittel strömt im Kältemittelkreislauf 3 bei geöffnetem Absperrventil 7 durch den ersten Wärmetauscher 11, in dem keine Wärmeabgabe vom Kältemittel an Brauchwasser oder erste Wärmetransportflüssigkeit stattfindet, zum zweiten Wärmetauscher 19, in dem das Kältemittel Wärme an die zweite Wärmetransportflüssigkeit abgibt. Die zweite Wärmetransportflüssigkeit transportiert im zweiten Flüssigkeitskreislauf 45 mit der dritten Wasserpumpe 47 gepumpt bei geöffnetem Absperrventil 51 die Wärme zum Wärmespeicher 49, in dem die Wärme gespeichert wird.

[0079] Das nur im dritten Expansionsorgan 23 entspannte Kältemittel verdampft im vierten Wärmetauscher 13, wobei es Wärme von der Umgebungsluft aufnimmt.

[0080] Der Chiller 25 wird hingegen nicht vom Kältemittel durchströmt und ist damit außer Funktion.

[0081] Die Absperrventile 9 und 15 sowie das erste und zweite Expansionsorgan 17, 21 sind im Kältemittelkreislauf 3 geschlossen. Ferner sind die erste und zweite Wasserpumpe 29, 37 ausgeschaltet und die Absperrventile 33, 41, 55 und 61 geschlossen.

[0082] Der Sonnenkollektor 57 kann zur zusätzlichen Beladung des Wärmespeichers 49 mit Wärme mit diesem thermisch verbunden sein.

[0083] In Figur 9 ist schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems 1 gezeigt. Dieses entspricht dem in Figur 1 dargestellten Wärmepumpensystem 1 bis auf den Unterschied, dass der erste Wärmetauscher 11 nicht an die Flüssigkeitsleitung 35 für Brauchwasser angeschlossen ist, sondern im Kältemittelkreislauf 3 in Kältemittelströmungsrichtung stromaufwärts des ersten Wärmetauschers 11 ein als Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildeter und als Gaskühler/Kondensator betreibbarer fünfter Wärmetauscher 65 für eine Wärmeabgabe vom Kältemittel zum Brauchwasser angeordnet und an die Flüssigkeitsleitung 35 für Brauchwasser angeschlossen ist. Bei eingeschalteter zweiter Wasserpumpe 37 wird Brauchwasser vom Brauchwassertank 39 durch den fünften Wärmetauscher 65 gepumpt und dort vom auch durch ihn strömenden komprimierten heißen Kältemittel erwärmt. Dass danach durch den ersten Wärmetauscher 11 strömende Kältemittel hat dann eine niedrigere Temperatur als im fünften Wärmetauscher 65, die jedoch im Wärmepumpenbetrieb für die

Erwärmung der ersten Wärmetransportflüssigkeit im ersten Flüssigkeitskreislauf 27 für die Heizung 31 zum Raumheizen noch ausreichend ist. Ansonsten wird auf die Beschreibung des Wärmepumpensystems 1 zu Figur 1 verwiesen, wobei alle Bezugszeichen des in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiels eines Wärmepumpensystems 1 in dem in Figur 9 dargestellten Ausführungsbeispiel eines Wärmepumpensystems 1 die gleichen sind.

[0084] Bei dem in Figur 10 schematisch gezeigten weiteren Ausführungsbeispiel eines Wärmepumpensystems 1 entspricht der Kältemittelkreislauf 3 dem in dem Ausführungsbeispiel in Figur 9 gezeigten, in dem ebenfalls der fünfte Wärmetauscher 65 für eine Wärmeabgabe vom Kältemittel zum Brauchwasser angeordnet und an die Flüssigkeitsleitung 35 für Brauchwasser angeschlossen ist. Der erste Flüssigkeitskreislauf 27 ist zwar weiterhin an den ersten Wärmetauscher 11 für eine Wärmeaufnahme der ersten Wärmetransportflüssigkeit vom Kältemittel angeschlossen, aber nicht mehr an den Chiller 25, sodass der erste Flüssigkeitskreislauf 27 nur noch als Heizkreislauf für den Wärmetransport zur Heizung 31 zum Raumheizen und nicht mehr als Kühlkreislauf einsetzbar ist, wodurch die zwei noch in Figur 9 gezeigten Absperrventile 33 und 61 als entbehrlich geworden weggefallen sind.

[0085] Für den Kühlbetrieb des Wärmepumpensystems 1 ist ein dritter Flüssigkeitskreislauf 67 mit einer darin mit der vierten Wasserpumpe 69 pumpbaren dritten Wärmetransportflüssigkeit an den Chiller 25 für eine Wärmeaufnahme des Kältemittels von der dritten Wärmetransportflüssigkeit angeschlossen. Die dritte Wärmetransportflüssigkeit dient also zum Transport von Wärme von der Heizung 31 zum durch den Chiller 25 strömenden Kältemittel, sodass der dritte Flüssigkeitskreislauf 67 ein Kühlkreislauf für die dabei im Kühlbetrieb als Raumkühlung eingesetzte Heizung 31 ist.

[0086] Des Weiteren ist der zweite Flüssigkeitskreislauf 45 mit seiner Wärmetransportflüssigkeit zwar noch an den zweiten Wärmetauscher 19 für einen Wärmetransport vom Kältemittel zum Wärmespeicher 49 angeschlossen, aber nicht mehr an den Chiller 25, sodass der zweite Flüssigkeitskreislauf 45 nicht mehr für einen Wärmetransport vom Wärmespeicher 49 zum Kältemittel im Chiller 25 einsetzbar ist, wodurch die zwei noch in Figur 9 gezeigten Absperrventile 51 und 55 als entbehrlich geworden weggefallen sind. Der Chiller 25 ist zur Wärmeaufnahme des Kältemittels von der zweiten Wärmetransportflüssigkeit an die vom zweiten Flüssigkeitskreislauf 45 getrennte Flüssigkeitsleitung 53 angeschlossen. Mit der fünften Wasserpumpe 71 ist dafür die zweite Wärmetransportflüssigkeit durch die Flüssigkeitsleitung 53 vom Wärmespeicher 49 zum Chiller 25 pumpbar, wodurch Wärme vom Wärmespeicher 49 zum Kältemittel transportierbar ist.

[0087] Bis auf diese beschriebenen Abweichungen entspricht das in Figur 10 gezeigte Wärmepumpensystem 1 mit den gleichen Bezugszeichen dem in Figur 9

dargestellten Wärmepumpensystem.

[0088] In Figur 11 ist schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems 1 gezeigt. Dieses entspricht dem in Figur 10 dargestellten Wärmepumpensystem 1 bis auf den Unterschied, dass im Kältemittelkreislauf 3 die Verzweigung in der Hochdruckseite zum vierten Wärmetauscher 13 nicht stromaufwärts des fünften Wärmetauschers 65, sondern stromabwärts des ersten Wärmetauschers 11 angeordnet ist, und entsprechend die Absperrventile 7 und 9 in den beiden Zweigen nach der Verzweigung angeordnet sind. Durch den zweiten Wärmetauscher 19 ist dann wieder in einer Kältemittelleitung vereint, Kältemittel von beiden Zweigen strömbar. Im Hochdruckbereich des Kältemittelkreislaufs 3 ist der vierte Wärmetauscher 13 in Kältemittelströmungsrichtung in Reihe stromabwärts des fünften und ersten Wärmetauschers 65, 11 zuschaltbar.

[0089] Beim jeweiligen Verfahren zum Betreiben der in Figuren 9, 10 und 11 gezeigten Ausführungsbeispiele ist das jeweilige Wärmepumpensystem 1 in den gleichen Betriebsmodi, wie das in Figur 1 gezeigte Wärmepumpensystem 1 betreibbar. Diesbezüglich wird entsprechend auf die Beschreibung der in den Figuren 2 bis 8 gezeigten Betriebsmodi Bezug genommen.

[0090] Die in den Figuren 1, 9, 10 und 11 gezeigten Ausführungsbeispiele des Wärmepumpensystems 1 können entweder für das Raumheizen, Raumkühlen und die Brauchwassererwärmung eines Gebäudes oder für ein Fahrzeug, wie beispielsweise ein Schienenfahrzeug oder Omnibus, vorgesehen und ausgebildet sein.

[0091] Denkbar sind zu den in Figuren 9, 10 und 11 gezeigten Ausführungsbeispielen alternative Ausführungsbeispiele, bei denen statt des zweiten Wärmetauschers 19 ein weiterer Wärmetauscher des Kältemittelkreislaufs 3 an die Flüssigkeitsleitung 43 des Brauchwasserzulaufs und statt des Chillers 25 ein weiterer Chiller an den zum Kühlen für den Kühlbetrieb der Heizung 31 vorgesehenen Flüssigkeitskreislauf angeschlossen sind.

[0092] In Figur 12 ist als Flussdiagramm ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Betreiben eines Wärmepumpensystems gezeigt. Das Wärmepumpensystem ist beispielsweise eines der in Figuren 1, 9 bis 11 dargestellten Wärmepumpensysteme.

[0093] Im ersten Schritt 100 empfängt die Regelung Daten vom Ladezustand des Wärmespeichers, wie insbesondere der Temperatur des Wärmespeichermediums und/oder Größe der im Wärmespeichermedium gespeicherten latenten Wärme. Außerdem empfängt die Regelung von den entsprechenden Temperatursensoren Daten der Temperatur von Umgebungsluft, Raumluft und des im Brauchwasserspeicher befindlichen Brauchwassers. Des Weiteren empfängt im Schritt 100 die Regelung über das Internet oder über Funkverbindung Daten bezüglich einer Wetterprognose, wie vor allem die Prognose der Umgebungslufttemperatur und des voraussichtlichen Solarertrages. Der voraussichtliche So-

larertrag betrifft insbesondere den des Solarkollektors des Wärmepumpensystems.

[0094] Im nächsten Schritt 110 erstellt die mit einem Prozessor ausgestattete Regelung einer Entladungsprognose für den Wärmespeicher unter Nutzung der empfangenen Daten, wobei infrage kommende Betriebsmodi des Wärmepumpensystems berücksichtigt werden. Diese Betriebsmodi sind die zu den Figuren 2 bis 8 beschrieben. Beim Erstellen der Entladungsprognose für den Wärmespeicher wird auch der voraussichtliche Solarertrag von dem Solarkollektor des Wärmepumpensystems berücksichtigt. Es wird beispielsweise beim Heizen von Raumluft und Brauchwasser im Wärmepumpenbetrieb in der Entladungsprognose berücksichtigt, wie lange und mit welcher Wärmeleistung der in Figur 3 gezeigte Betriebsmodus des gleichzeitigen Ladens des Wärmespeichers mit Wärme vom durch den zweiten Wärmetauscher strömenden Kältemittel erfolgen könnte, ohne dass die Effizienz des Wärmepumpensystems zum Raumheizen und Brauchwassererwärmen zu gering wird. So könnte zum Beispiel bei voraussichtlich sehr kalter Nacht noch in den Abendstunden der Wärmespeicher mit Wärme geladen werden, um diese dann nachts zum Heizen im in Figur 2 dargestellten Betriebsmodus einzusetzen. Ein solches Szenario würde in der Entladungsprognose berücksichtigt.

[0095] Im folgenden Schritt 120 wählt die Regelung einen Betriebsmodus des Wärmepumpensystems unter Berücksichtigung der im Schritt 110 erstellten Entladungsprognose für den Wärmespeicher aus. Zum Beispiel wird dann für beispielsweise die nächsten zwei Stunden der in Figur 3 gezeigte Betriebsmodus des Wärmepumpenbetriebs mit Beladung des Wärmespeichers gewählt und danach beispielsweise für die darauffolgenden vier Stunden der in Figur 2 dargestellte Betriebsmodus des reinen Wärmepumpenbetriebs.

[0096] Schließlich wird im Schritt 130 der im Schritt 120 ausgewählte Betriebsmodus durch entsprechendes von der Regelung gesteuertes Regeln des Verdichters, der Absperrventile, der Expansionsorgane und der Pumpen des Wärmepumpensystems eingestellt.

[0097] Nach einer vorgegebenen Zeitspanne von beispielsweise zehn Minuten beginnt das Verfahren erneut durchzulaufen.

Patentansprüche

1. Wärmepumpensystem (1) mit einem Kältemittelkreislauf (3) umfassend einen Verdichter (5), wenigstens einen ersten Wärmetauscher (11) und einen zweiten Wärmetauscher (19), die jeweils als Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildet und als Gaskühler/Kondensator betreibbar sind, wenigstens ein Expansionsorgan (17, 21, 23), wenigstens einen als Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildeten Chiller (25) und wenigstens einen in Parallelschaltungsanordnung zum Chiller

- (25) als Verdampfer betreibbaren vierten Wärmetauscher (13), wobei im Wärmepumpenbetrieb der erste Wärmetauscher (11) in Kältemittelströmungsrichtung stromaufwärts des zweiten Wärmetauschers (19) angeordnet ist und zur Wärmeübertragung von einem Kältemittel des Kältemittelkreislaufs (3) an eine erste Wärmetransportflüssigkeit eines ersten Flüssigkeitskreislaufs (27) auch an den ersten Flüssigkeitskreislauf (27), der vorzugsweise ein Heizkreislauf ist, angeschlossen ist, und der Chiller (25) zur Wärmeaufnahme des Kältemittels von einer zweiten Wärmetransportflüssigkeit auch an eine Flüssigkeitsleitung (53) für einen Wärmetransport von einer Wärmequelle und/oder einem Wärmespeicher (49) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Wärmetauscher (19) zur schaltbaren Wärmeabgabe vom Kältemittel zu dem Wärmespeicher (49) an einen zweiten Flüssigkeitskreislauf (45) angeschlossen ist, und der Kältemittelkreislauf (3) derart schaltbar ausgebildet ist, dass im Wärmepumpenbetrieb bei eingeschalteter solcher Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher (19) statt des Chillers (25) der vierte Wärmetauscher (13) als Verdampfer vom Kältemittel durchströmbar ist.
2. Wärmepumpensystem (1) nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Flüssigkeitskreislauf (45) mit wenigstens einem Absperrventil (51, 55) schaltbar die Flüssigkeitsleitung (53) für die zweite Wärmetransportflüssigkeit zum Chiller (25) umfasst und der zweite Flüssigkeitskreislauf (45) derart schaltbar ist, dass die zweite Wärmetransportflüssigkeit entweder durch den Chiller (25) oder durch den zweiten Wärmetauscher (19) strömbar ist.
3. Wärmepumpensystem (1) nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Wärmetauscher (11) auch für eine Wärmeabgabe vom Kältemittel zu Brauchwasser an eine weitere Flüssigkeitsleitung (35) angeschlossen ist, oder im Kältemittelkreislauf (3) in Kältemittelströmungsrichtung stromaufwärts des ersten Wärmetauschers (11) ein als Flüssigkeits-Kältemittel-Wärmetauscher ausgebildeter und als Gaskühler/Kondensator betreibbarer fünfter Wärmetauscher (65) für eine Wärmeabgabe vom Kältemittel zum Brauchwasser angeordnet und an die weitere Flüssigkeitsleitung (35) angeschlossen ist.
4. Wärmepumpensystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine Wärmeabgabe vom Kältemittel zu Brauchwasser eine weitere Flüssigkeitsleitung (43) an den zweiten Wärmetauscher (19) oder an einen gegebenenfalls weiteren Wärmetauscher des Kältemittelkreislaufs (3) angeschlossen ist.
5. Wärmepumpensystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** es derart ausgebildet ist, dass es auch im Kühlbetrieb betreibbar ist, wobei der Chiller (25) oder ein gegebenenfalls weiterer Chiller zur Wärmeaufnahme des Kältemittels des Kältemittelkreislaufs (3) von entweder der ersten Wärmetransportflüssigkeit an den ersten Flüssigkeitskreislauf (27), oder einer gegebenenfalls dritten Wärmetransportflüssigkeit an einen gegebenenfalls dritten Flüssigkeitskreislauf (67), der vorzugsweise ein Kühlkreislauf ist, angeschlossen ist, und das Wärmepumpensystem (1) für den Kühlbetrieb derart schaltbar ist, dass die Wärmeabgabe im ersten Wärmetauscher (11) vom Kältemittel an die erste Wärmetransportflüssigkeit und die Wärmeabgabe im Chiller (25) von der zweiten Wärmetransportflüssigkeit an das Kältemittel abgeschaltet sind.
6. Wärmepumpensystem (1) nach Anspruch 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** der vierte Wärmetauscher (13) als Luft-Kältemittel-Wärmetauscher derart ausgebildet ist, dass er im Wärmepumpenbetrieb als Verdampfer und im Kühlbetrieb als Gaskühler/Kondensator betreibbar ist und zum Wärmetausch des Kältemittels mit Umgebungsluft oder Abluft vorgesehen ist.
7. Wärmepumpensystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens einen Solarkollektor (57) umfasst, der zur Wärmeübertragung über einen Flüssigkeitskreislauf mit dem Wärmespeicher (49) thermisch verbindbar ist.
8. Wärmepumpensystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmespeicher (49) wenigstens eine Bodenschleife mit Wärmetransportflüssigkeit für Erdwärme umfasst, und/oder ein Netzwerk mit Wärmetransportflüssigkeit, wie beispielsweise ein Fernwärmenetzwerk oder ein Teil davon, umfasst.
9. Wärmepumpensystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine derart ausgebildete Regelung (63) zum Steuern des Wärmepumpensystems (1) umfasst, mit der Absperrventile (7, 9, 15) und Expansionsorgane (17, 21, 23) des Kältemittelkreislaufs (3) und Pumpen (29, 47) und/oder Absperrventile (33, 51, 55, 61) des ersten und zweiten Flüssigkeitskreislaufs (27, 45) zumindest derart steuerbar sind, dass die beiden Betriebsmodi
- des Betriebes des Wärmepumpensystems (1) im reinen Wärmepumpenbetrieb mit Wärmeabgabe des Kältemittels für Brauchwasser und/oder für Raumheizen und Wärmeaufnahme

des Kältemittels von der zweiten Wärmetransportflüssigkeit im Chiller (25), oder

- des Betriebes des Wärmepumpensystems (1) in einem derartigen Wärmepumpenbetrieb mit Wärmeabgabe des Kältemittels für Brauchwasser und/oder für Raumheizen, bei dem die Wärmeaufnahme des Kältemittels im vierten Wärmetauscher (13) und gleichzeitig auch Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher (19) vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf (45) zu dem Wärmespeicher (49) erfolgt,

einstellbar sind.

10. Wärmepumpensystem (1) nach Anspruch 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelung (63) derart ausgebildet ist,

- dass von ihr gesteuert die Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher (19) oder im gegebenenfalls weiteren Wärmetauscher vom Kältemittel zu Brauchwasser ein- und abschaltbar und die Wärmeabgabe im ersten Wärmetauscher (11) oder gegebenenfalls fünften Wärmetauscher (65) vom Kältemittel zu Brauchwasser ein- und abschaltbar sind, und/oder

- dass von der Regelung (63) gesteuert das Wärmepumpensystem (1) im Kühlbetrieb mit abgeschalteter Wärmeabgabe vom Kältemittel an die erste Wärmetransportflüssigkeit im ersten Wärmetauscher (11) und eingeschalteter Wärmeaufnahme des Kältemittels von der ersten oder gegebenenfalls dritten Wärmetransportflüssigkeit im Chiller (25) oder im gegebenenfalls weiteren Chiller betreibbar ist, und/oder

- dass von der Regelung (63) gesteuert die weiteren zwei Betriebsmodi

des Betriebes im reinen Ladebetrieb mit nur Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher (19) vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf (45) zu dem Wärmespeicher (49) und gleichzeitig Wärmeaufnahme des Kältemittels im vierten Wärmetauscher (13), oder

im Ladebetrieb mit Kühlbetrieb mit Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher (19) vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf (45) zu dem Wärmespeicher (49) und gleichzeitig Wärmeaufnahme des Kältemittels im Chiller (25) oder im gegebenenfalls weiteren Chiller von der ersten oder gegebenenfalls dritten Wärmetransportflüssigkeit,

einstellbar sind, und/oder

- dass die Regelung (63) für die Auswahl des Betriebsmodus des Wärmepumpensystems (1)

Daten von Temperatursensoren (40, 50) für Temperaturen von Brauchwasser, von Umgebungsluft, von Raumluft und vom Wärmespeichermedium des Wärmespeichers (49) sowie bezüglich einer Wetterprognose empfängt.

11. Wärmepumpensystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens für ein Raumheizen eines Gebäudes vorgesehen und ausgebildet ist.

12. Wärmepumpensystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und 9 bis 10 **dadurch gekennzeichnet, dass** es für ein Fahrzeug vorgesehen und ausgebildet ist.

13. Verfahren zum Betreiben eines Wärmepumpensystems (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kältemittelkreislauf (3) und der erste und zweite Flüssigkeitskreislauf (27, 45) derart gesteuert werden können, dass zumindest mitabhängig vom Ladezustand des Wärmespeichers (49) das Wärmepumpensystem (1) in einem der zumindest drei ansteuerbaren Betriebsmodi

- des reinen Wärmepumpenbetriebs mit Wärmeabgabe des Kältemittels für Brauchwasser und/oder für Raumheizen und bei Wärmeaufnahme des Kältemittels von der zweiten Wärmetransportflüssigkeit im Chiller (25), oder

- des Wärmepumpenbetriebs mit Wärmeabgabe des Kältemittels für Brauchwasser und/oder für Raumheizen bei Wärmeaufnahme des Kältemittels im vierten Wärmetauscher (13) und gleichzeitig auch Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher (19) vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf (45) zu dem Wärmespeicher (49), oder

- des reinen Wärmepumpenbetriebs mit Wärmeabgabe des Kältemittels für Brauchwasser und/oder für Raumheizen und mit Wärmeaufnahme des Kältemittels im vierten Wärmetauscher (13),

betrieben wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13 **dadurch gekennzeichnet, dass** je nach Bedarf Wärme für Brauchwasser vom Kältemittel im ersten Wärmetauscher (11) oder gegebenenfalls fünften Wärmetauscher (65) abgegeben wird, und, sofern im zweiten Wärmetauscher (19) vom Kältemittel eine Wärmeabgabe zu dem Wärmespeicher (49) nicht erfolgt, je nach Bedarf Wärme für Brauchwasser vom Kältemittel im zweiten Wärmetauscher (19) oder im gegebenenfalls weiteren Wärmetauscher des Kältemittelkreislaufs (3) abgegeben wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmepumpensystem (1) gemäß Anspruch 10 je nach Kühlbedarf im Kühlbetrieb mit abgeschalteter Wärmeabgabe vom Kältemittel an die erste Wärmetransportflüssigkeit im ersten Wärmetauscher (11) und eingeschalteter Wärmeaufnahme des Kältemittels von der ersten oder gegebenenfalls dritten Wärmetransportflüssigkeit im Chiller (25) oder im gegebenenfalls weiteren Chiller betrieben wird. 5 10
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kältemittelkreislauf (3) und der erste sowie zweite Flüssigkeitskreislauf (27, 45) und gegebenenfalls der dritte Flüssigkeitskreislauf (67) derart gesteuert werden können, dass das Wärmepumpensystem (1) in den wählbaren weiteren Betriebsmodi des Ladebetriebs mit Kühlbetrieb oder des reinen Ladebetriebs mit nur Wärmeabgabe im zweiten Wärmetauscher (19) vom Kältemittel durch den zweiten Flüssigkeitskreislauf (45) zu dem Wärmespeicher (49) und gleichzeitig Wärmeaufnahme des Kältemittels im vierten Wärmetauscher (13) oder bei Kühlbetrieb im Chiller (25) oder im gegebenenfalls weiteren Chiller von der ersten oder gegebenenfalls dritten Wärmetransportflüssigkeit betrieben wird. 15 20 25
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16 **gekennzeichnet durch** die Schritte 30
- a) des Empfangens (100) von Daten von Temperatursensoren (40, 50) für Temperaturen von Brauchwasser, von Umgebungsluft, von Raumluft und vom Wärmespeichermedium des Wärmespeichers (49) sowie des Empfangens (100) von Daten vom Ladezustand des Wärmespeichers (49), wie insbesondere der Größe der im Wärmespeichermedium gespeicherten latenten Wärme, und bezüglich einer Wetterprognose, 35 40
- b) des Auswertens der empfangenen Daten für eine Auswahl eines Betriebsmodus nach einem der Ansprüche 13 bis 16 unter Berücksichtigung von Effizienzanforderungen, wobei eine Entladungsprognose für den Wärmespeicher (49) unter Nutzung der empfangenen Daten unter Berücksichtigung infrage kommender Betriebsmodi des Wärmepumpensystems (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 16, und, sofern das Wärmepumpensystem (1) die Merkmale des Anspruchs 7 umfasst, auch unter Berücksichtigung des aus empfangenen Daten bezüglich der Wetterprognose voraussichtlichen Solarertrags von dem Solarkollektor (57), erstellt wird, 45 50 55
- c) des Auswählens eines Betriebsmodus des Wärmepumpensystems (1) anhand des Ergebnisses der Auswertung in Schritt b) unter Be-

rücksichtigung der erstellten Entladungsprognose für den Wärmespeicher (49), und d) des Einstellens (130) des in Schritt c) ausgewählten Betriebsmodus des Wärmepumpensystems (1) .

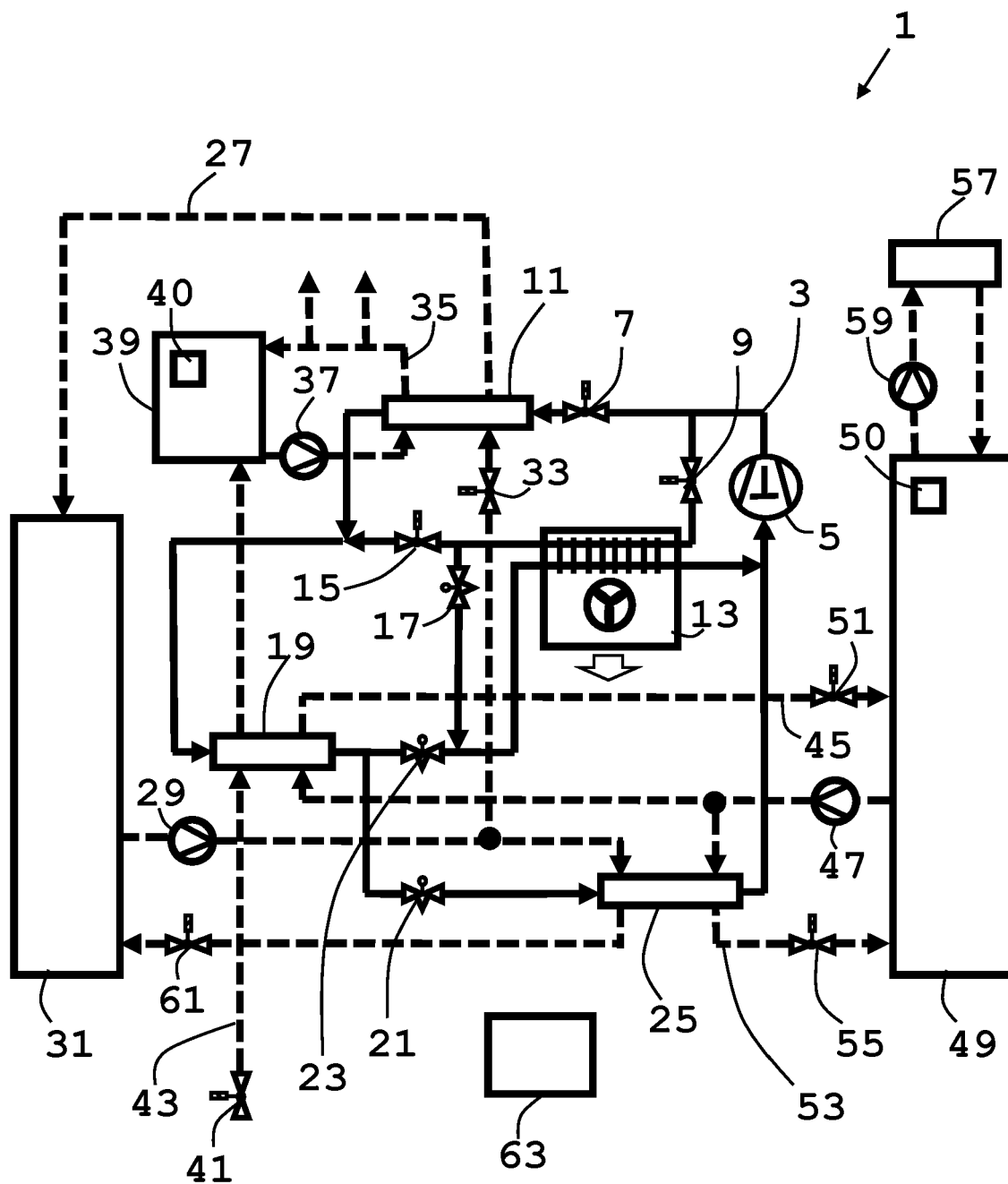


Fig. 1

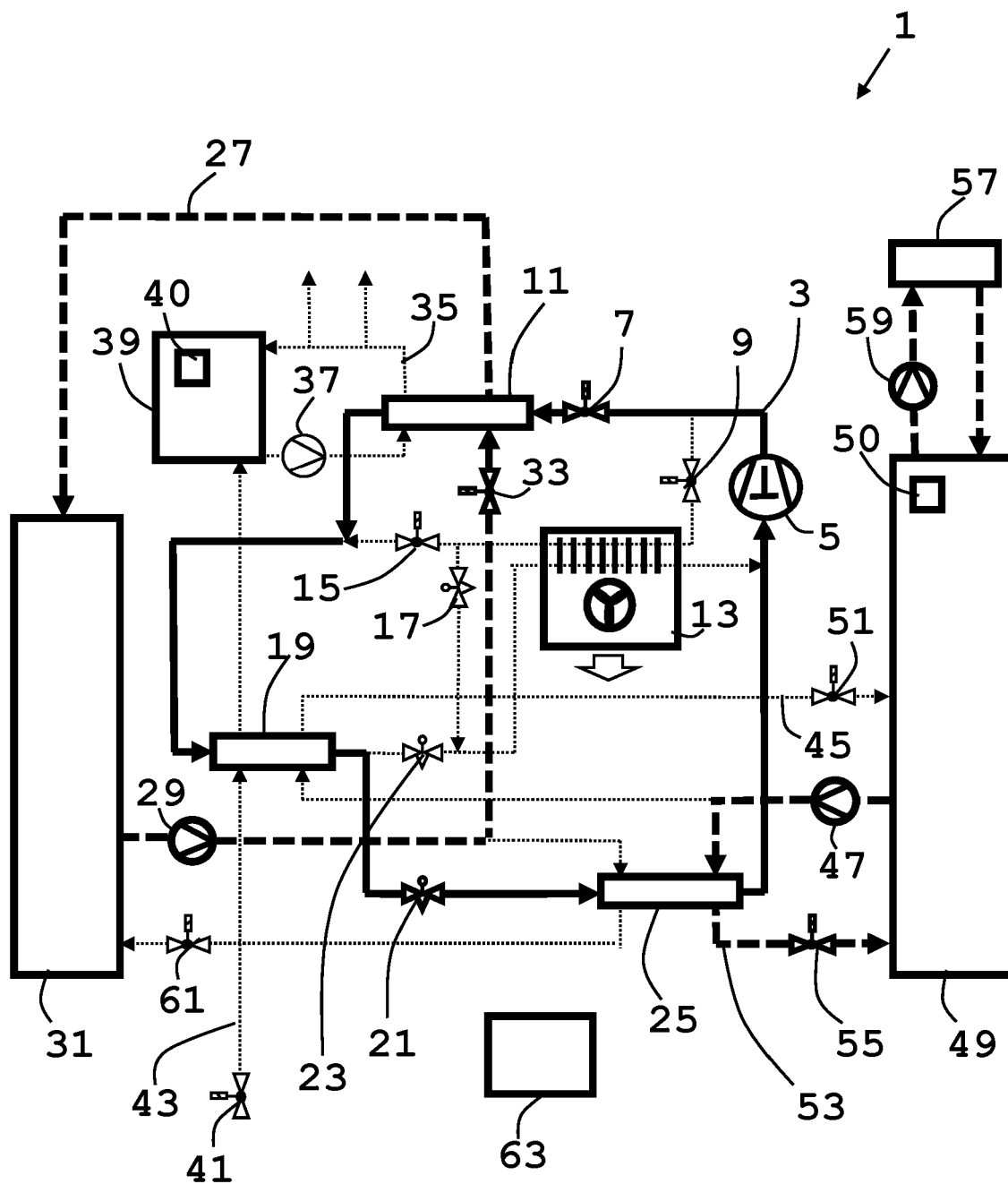


Fig. 2

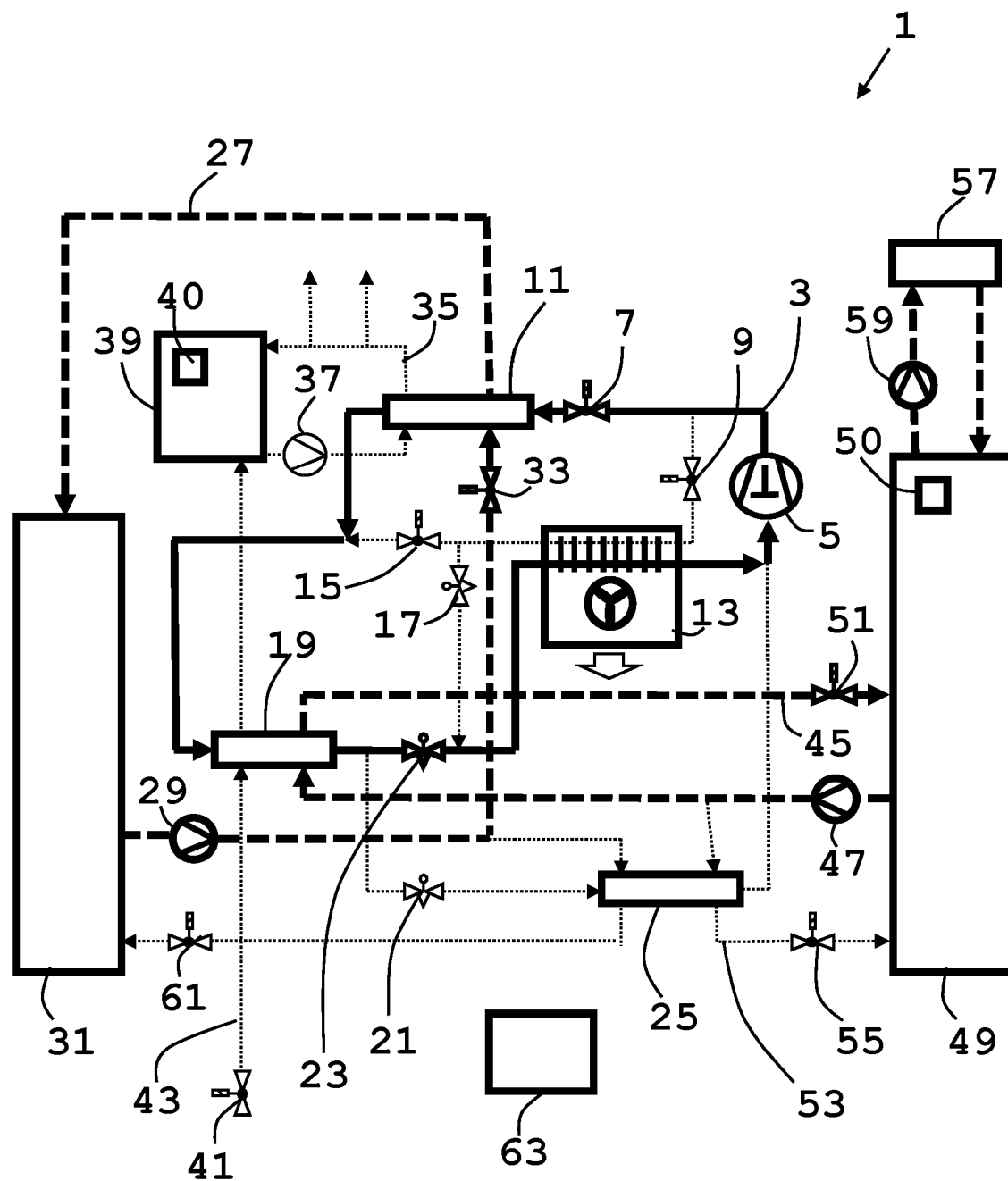


Fig. 3

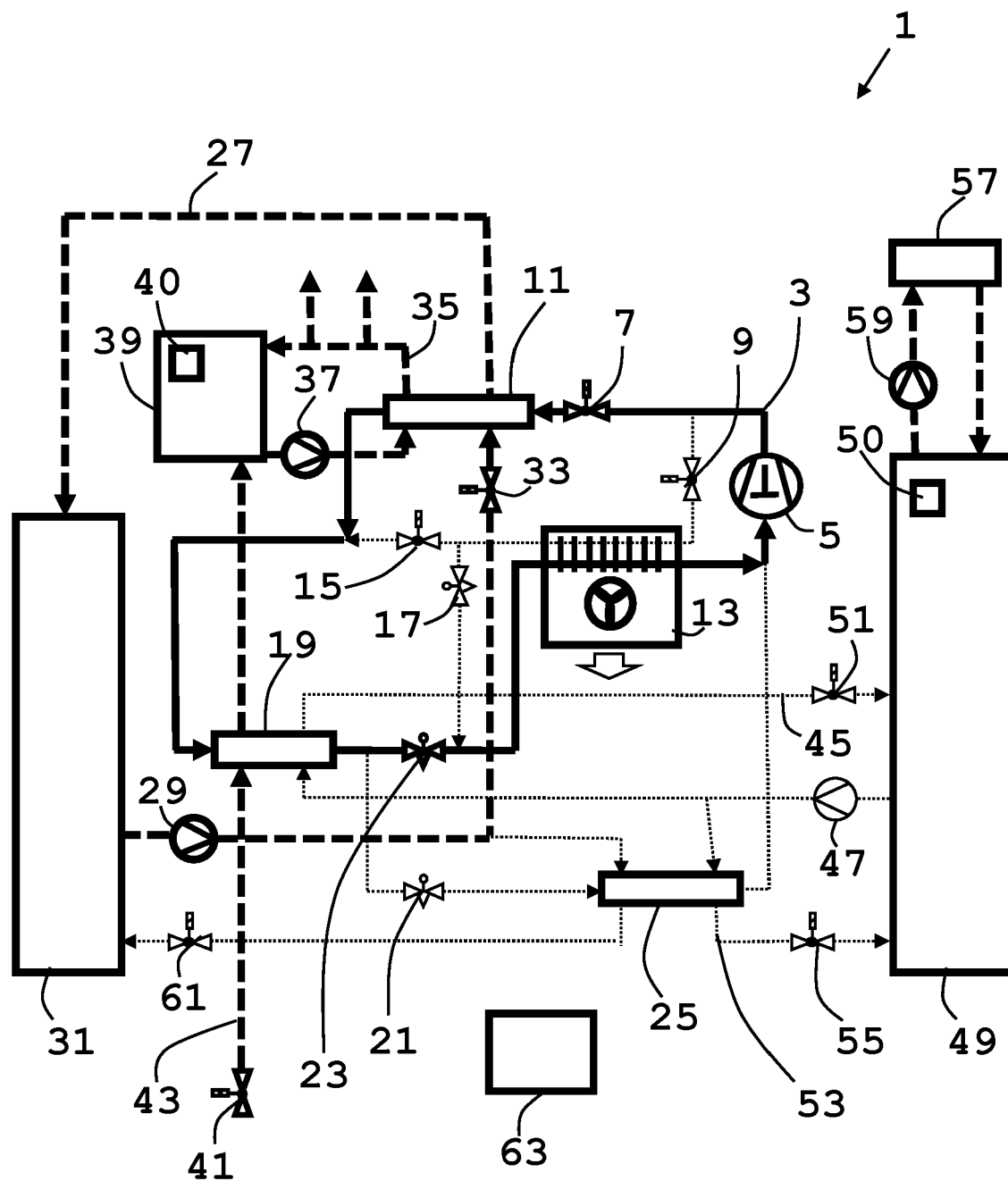


Fig. 4

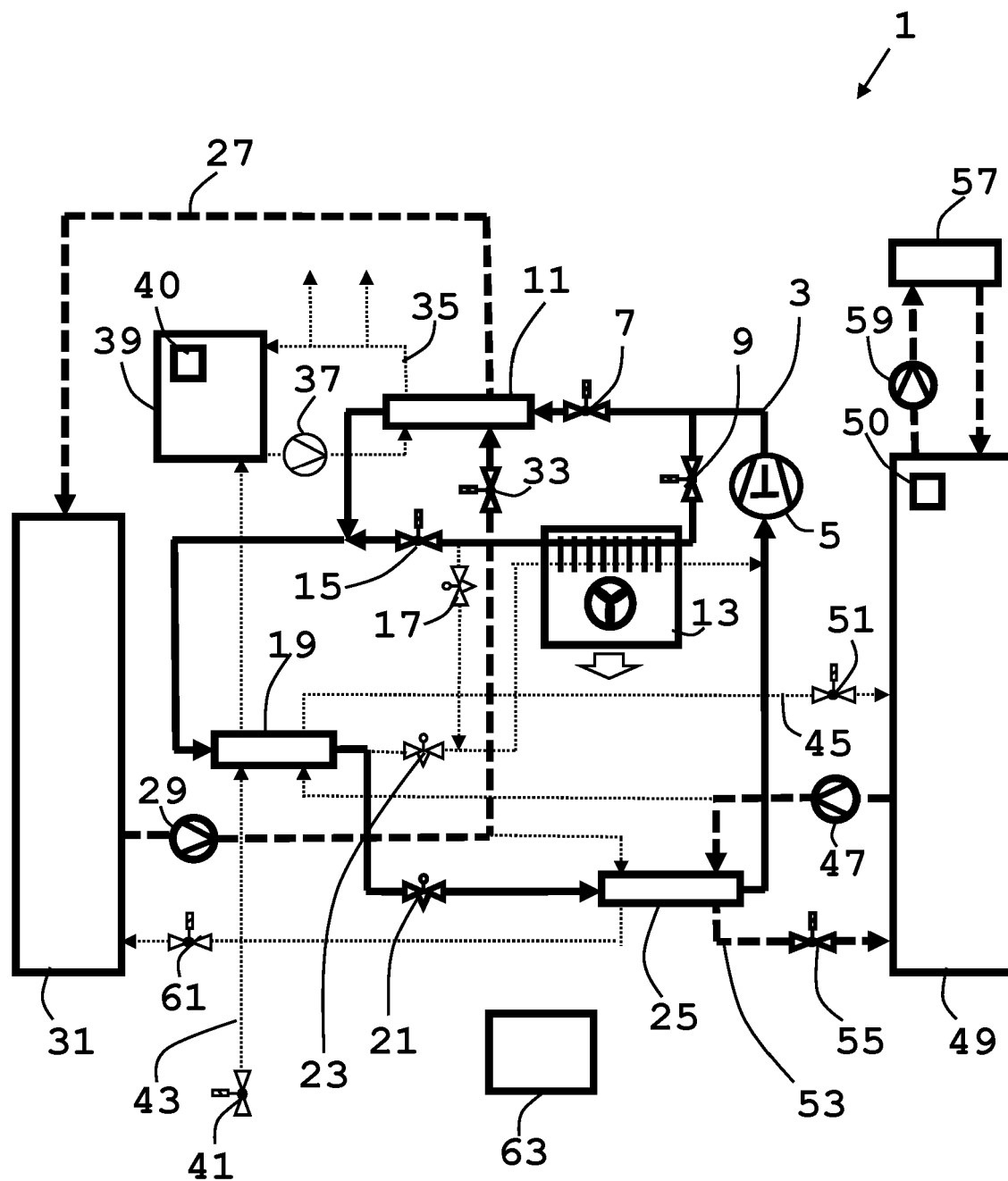


Fig. 5

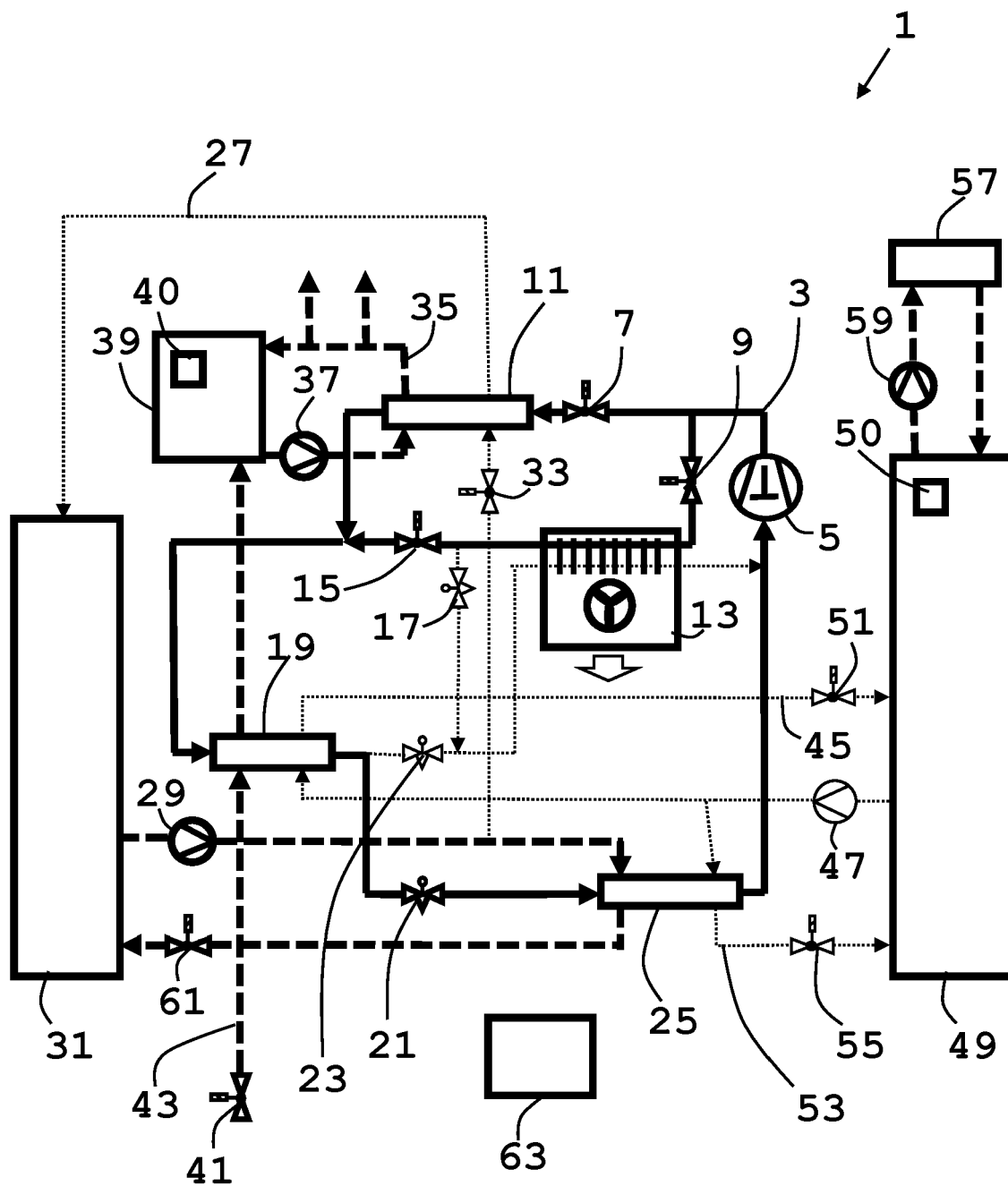


Fig. 6

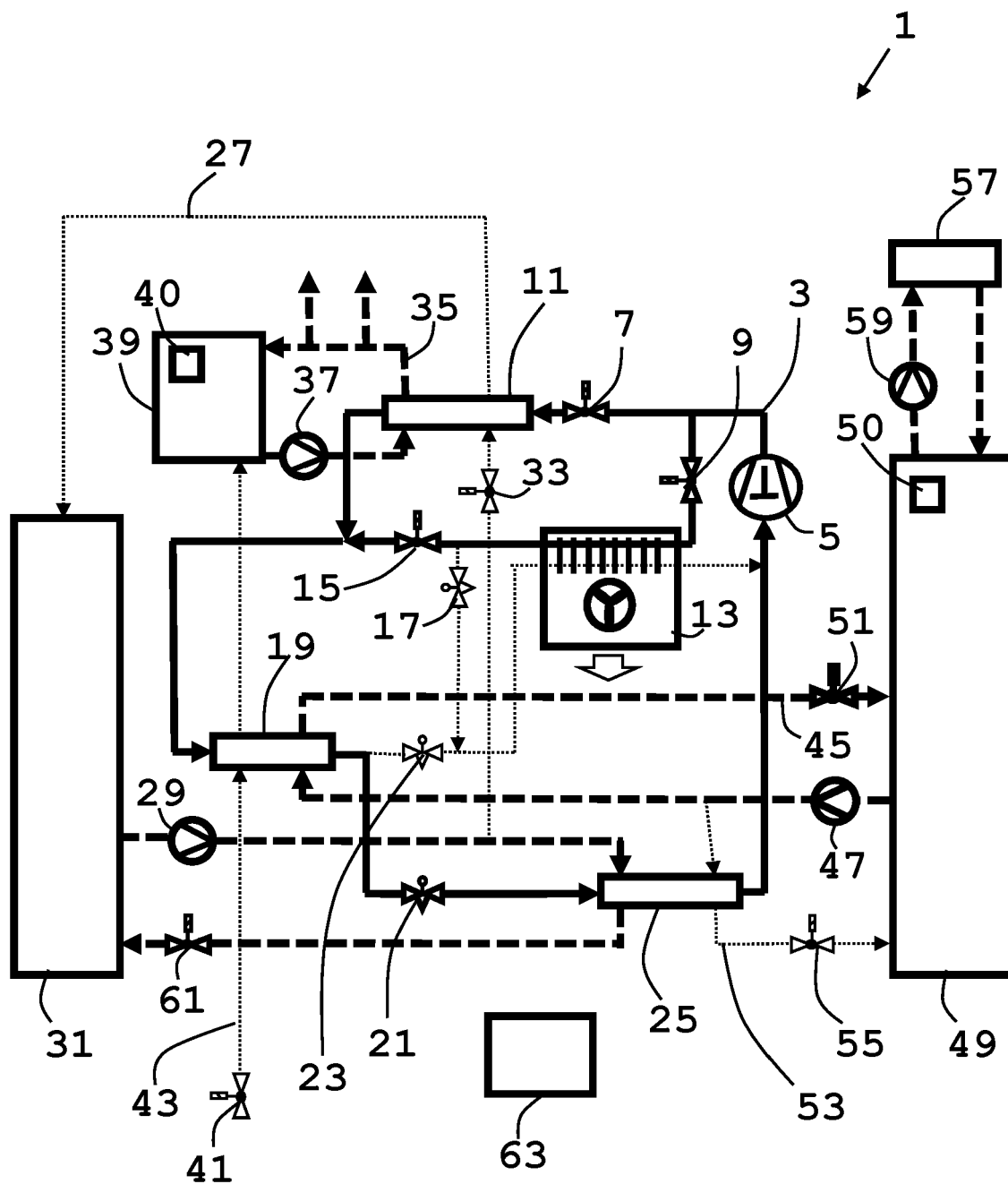


Fig. 7

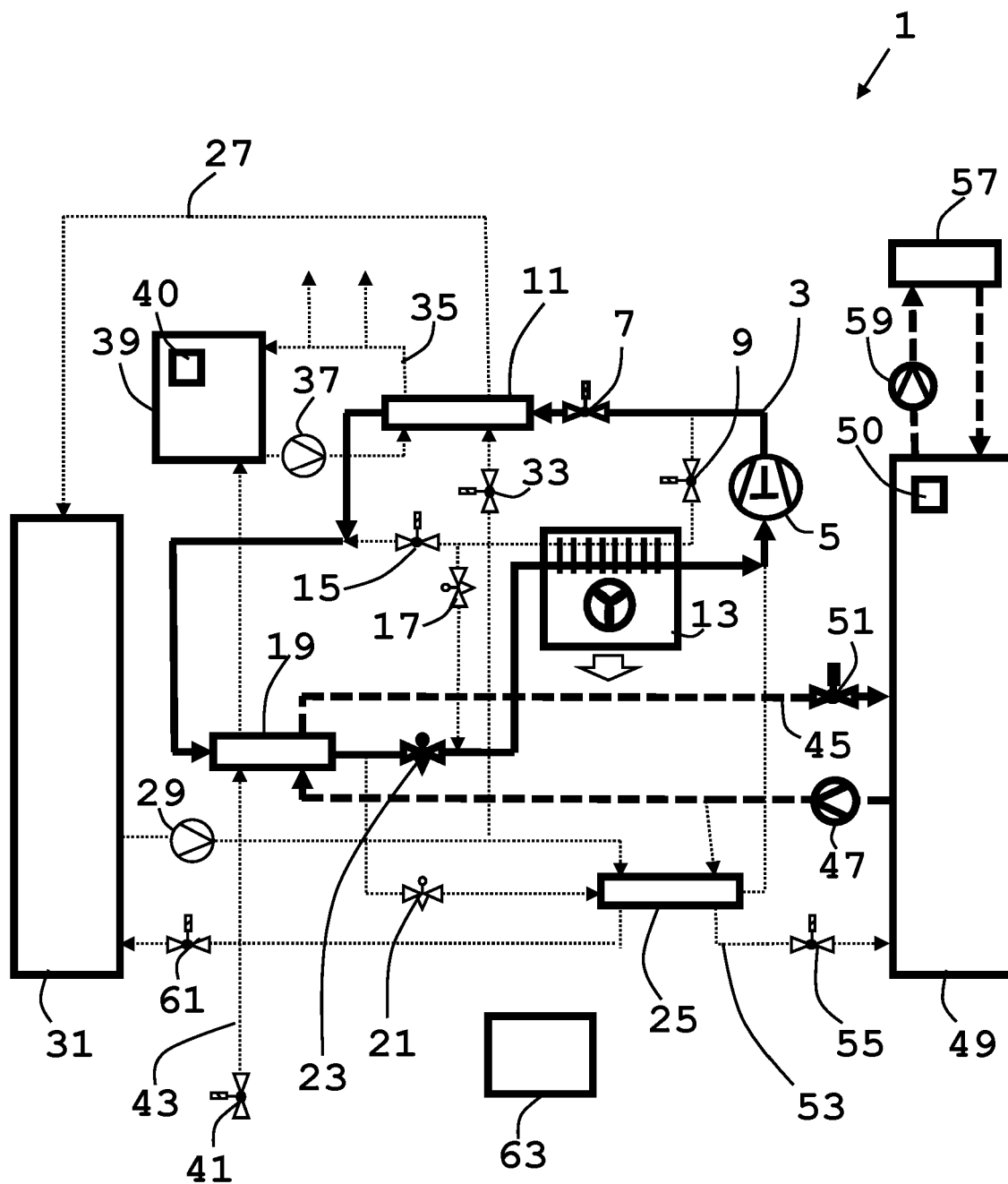


Fig. 8

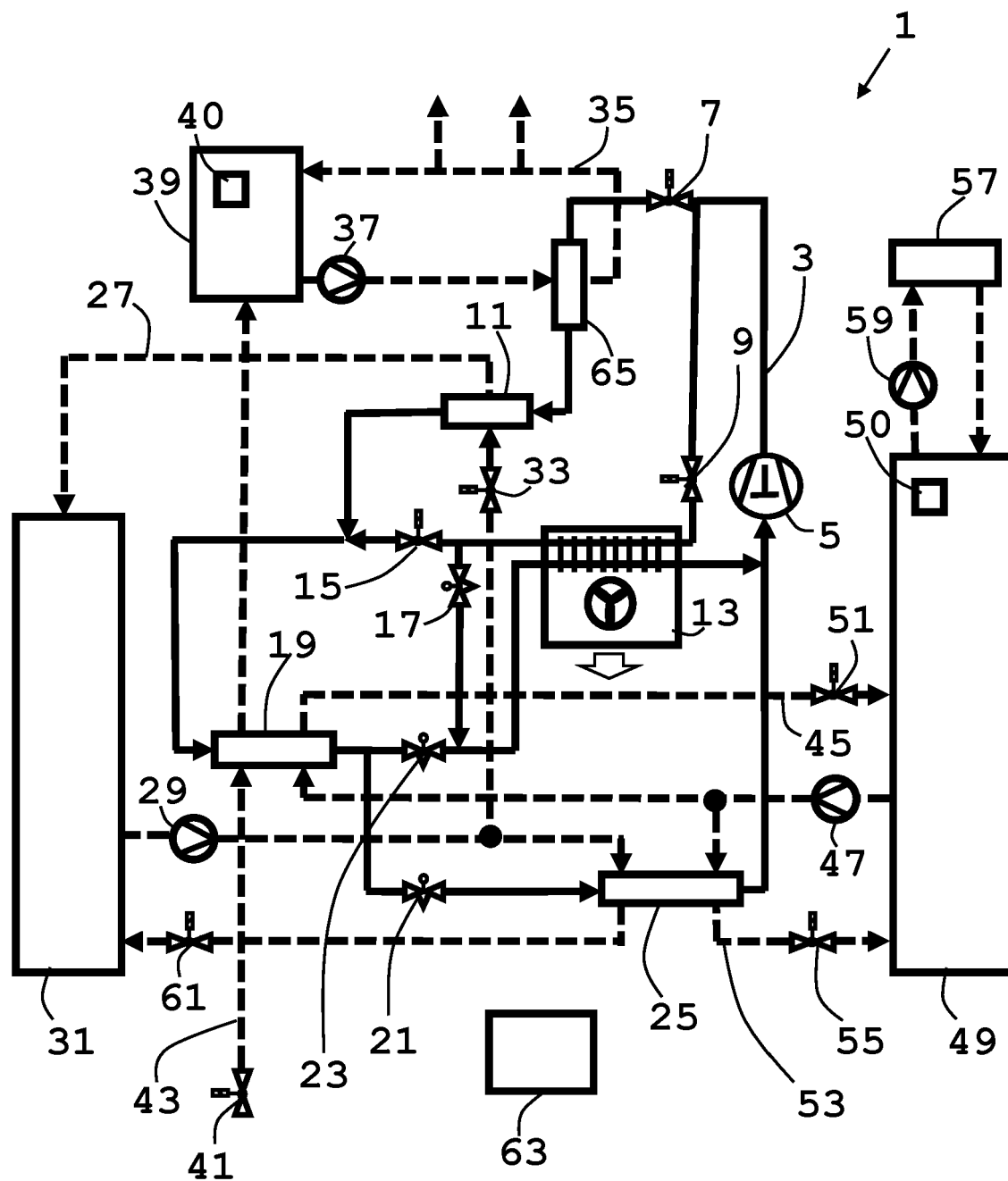


Fig. 9

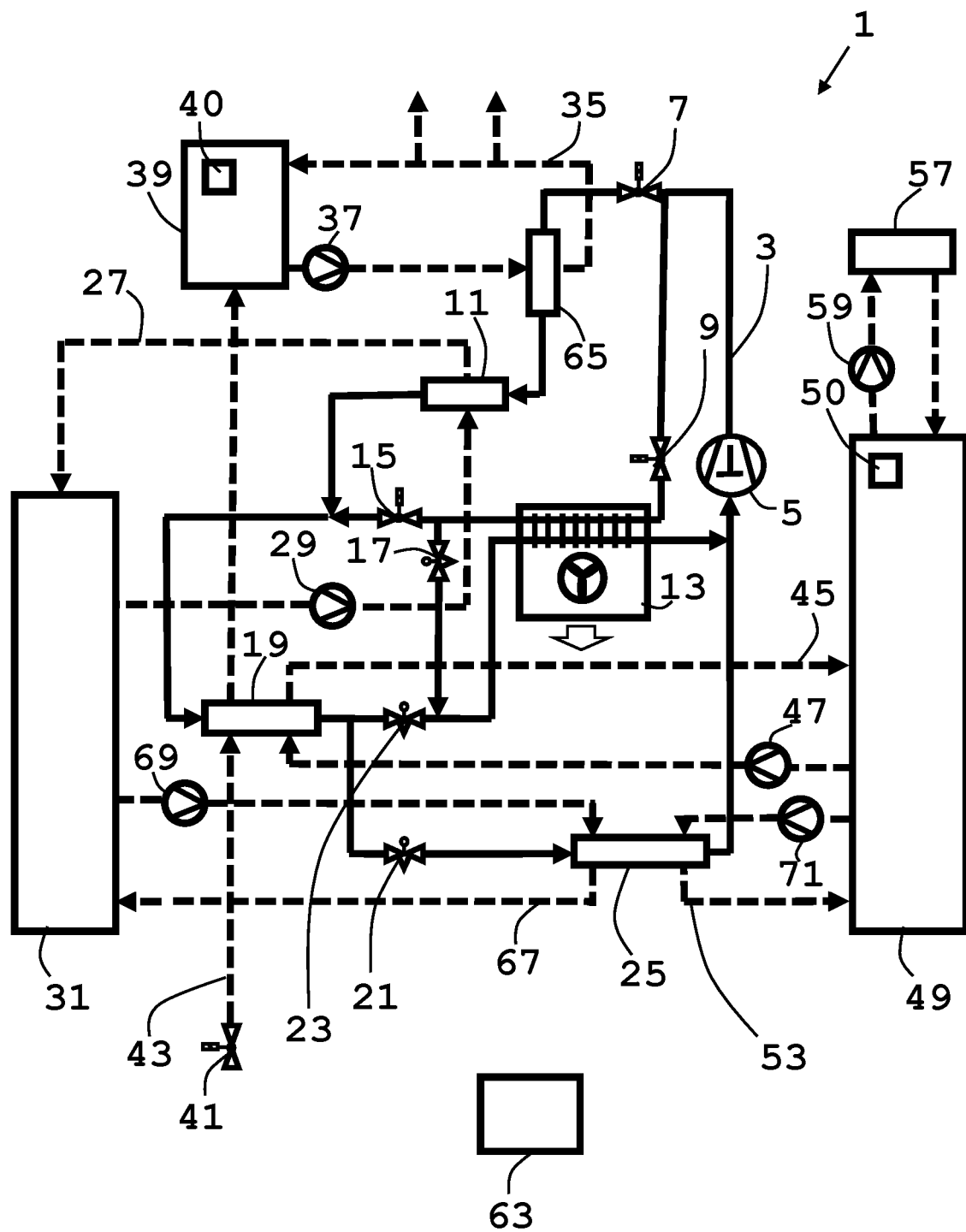


Fig. 10

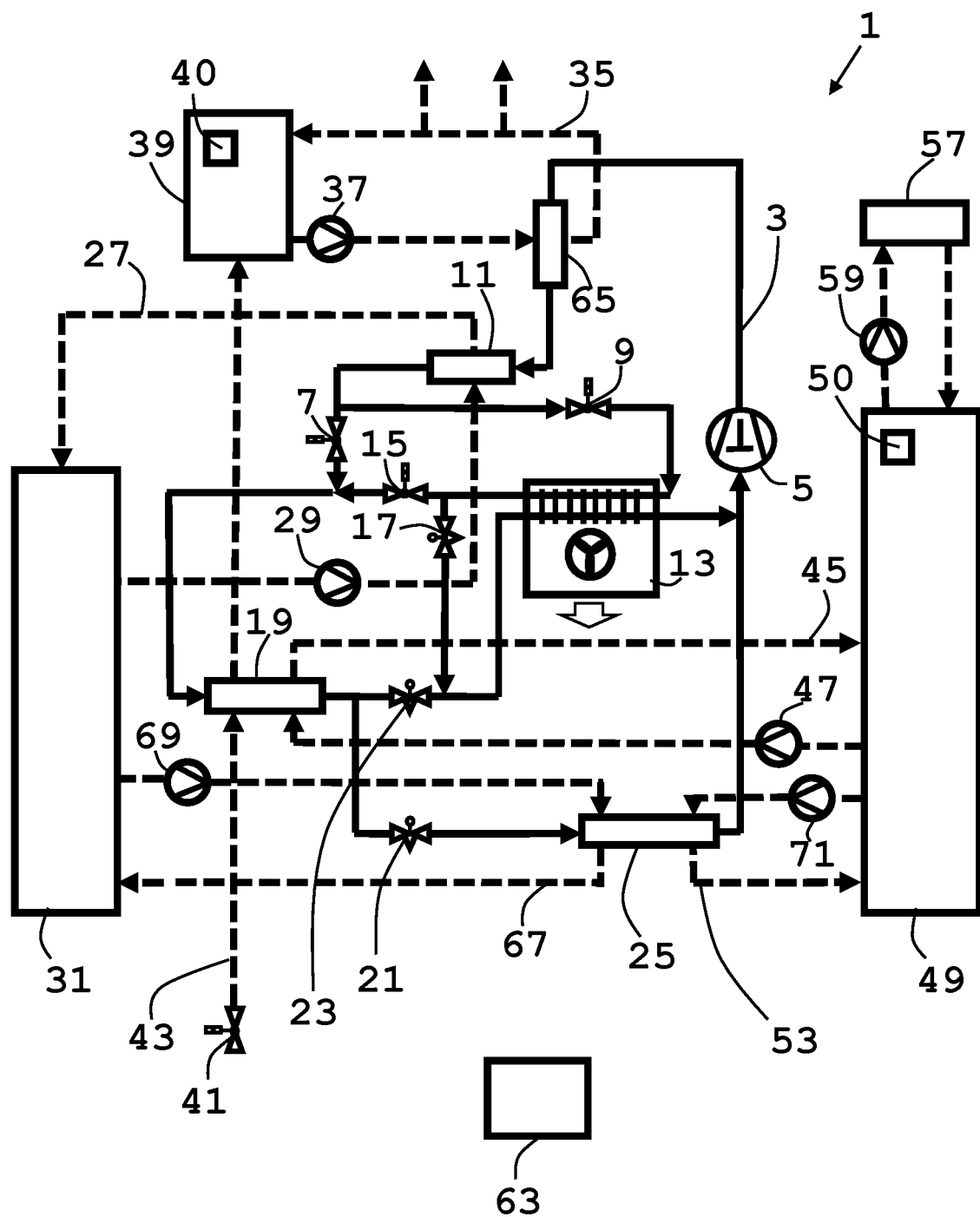


Fig. 11

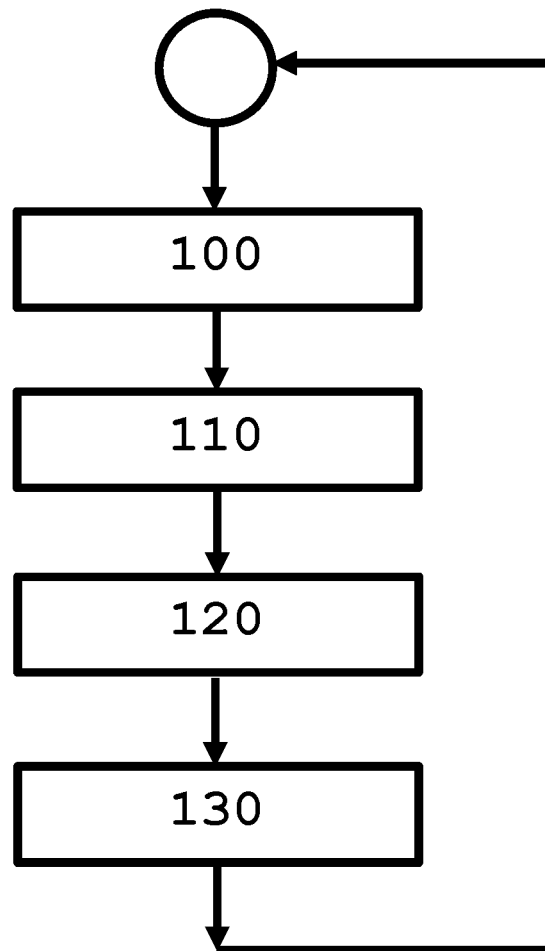


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 20 6498

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2017 201686 B4 (AUDI AG [DE]) 19. Juni 2019 (2019-06-19)	1, 11-13	INV.
A	* Absätze [0007] - [0051]; Abbildung 1 *	2-10, 14-17	F25B6/04 F25B5/02 F25B29/00 F25B41/20 F25B49/02 F25B25/00
A	DE 11 2018 003911 T5 (DENSO CORP [JP]) 23. April 2020 (2020-04-23) * Absätze [0125] - [0171]; Abbildungen 5, 6 *	1-17	
A	DE 10 2017 006550 A1 (NOLL THOMAS [DE]) 17. Januar 2019 (2019-01-17) * Absätze [0012] - [0188]; Abbildungen 1, 2, 6 *	1-17	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25B
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
München	25. Februar 2025	Amous, Moez	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

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

EP 24 20 6498

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

25 - 02 - 2025

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102017201686 B4	19-06-2019	KEINE	
15	DE 112018003911 T5	23-04-2020	CN 110997369 A	10-04-2020
			DE 112018003911 T5	23-04-2020
			JP 6838518 B2	03-03-2021
			JP 2019026110 A	21-02-2019
20			KR 20200022485 A	03-03-2020
			US 2020166248 A1	28-05-2020
			WO 2019026532 A1	07-02-2019
	DE 102017006550 A1	17-01-2019	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102019135468 [0004]
- EP 3531042 A1 [0004]
- DE 102010051976 A1 [0004]
- DE 102017006550 A1 [0005]
- DE 102021212312 A1 [0005]
- DE 202011003667 U1 [0005]