



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 132 131.2**

(22) Anmeldetag: **05.12.2022**

(43) Offenlegungstag: **06.06.2024**

(51) Int Cl.: **F25B 5/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:
AUDI Aktiengesellschaft, 85057 Ingolstadt, DE

(72) Erfinder:
**Rebinger, Christian, Dr., 80807 München, DE;
Schroeder, Dirk, 85077 Manching, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

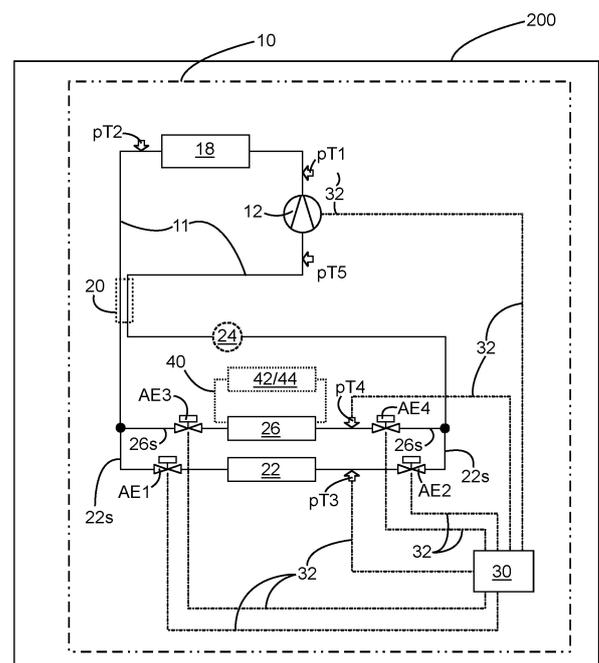
DE	25 48 644	A1
DE	10 2010 042 122	A1
DE	10 2015 224 123	A1
DE	10 2018 129 393	A1
DE	10 2018 209 769	A1
DE	10 2020 127 300	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Kälteanlage mit parallelen Wärmeübertragern auf unterschiedlichen Drucklagen, Betriebsverfahren für die Kälteanlage und Kraftfahrzeug mit Kälteanlage**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird eine Kälteanlage (10) für ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug (200) mit einem Kältemittelverdichter (12), einem ersten Wärmeübertrager (18), einem zweiten Wärmeübertrager (22), einem dritten Wärmeübertrager (26), wobei der zweite Wärmeübertrager (22) und der dritte Wärmeübertrager (26) in einem Kältemittelkreislauf (11) der Kälteanlage (10) strömungstechnisch parallel zueinander in einem jeweiligen Kältemittelstrang (22s, 26s) angeordnet sind, einem ersten Expansionsventil (AE1), das im betreffenden Kältemittelstrang (22s) stromaufwärts von dem zweiten Wärmeübertrager (22) angeordnet ist, einem dritten Expansionsventil (AE3), das im betreffenden Kältemittelstrang (26) stromaufwärts von dem dritten Wärmeübertrager (26) angeordnet ist, einem vierten Expansionsventil (AE4), das im betreffenden Kältemittelstrang (26s) stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager (26) angeordnet ist. Die Kälteanlage weist ein zweites Expansionsventil (AE2) auf, das im betreffenden Kältemittelstrang (22s) stromabwärts von dem zweiten Wärmeübertrager (22) angeordnet ist, und eine Steuereinheit (30), die dazu eingerichtet ist, das erste, zweite, dritte und vierte Expansionsventil (AE1, AE2, AE3, AE4) derart einzustellen, dass der dritte Wärmeübertrager (26) auf einer Kältemittel-Drucklage betrieben wird, die oberhalb der Kältemittel-Drucklage des zweiten Wärmeübertragers (22) liegt. Ferner werden ein Kraftfahrzeug (200) mit einer Kälteanlage (10) und ein Betriebsverfahren für die Kälteanlage beschrieben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kälteanlage gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Kälteanlage und ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Kälteanlage.

[0002] Eine Kälteanlage mit einem in einem Kältemittelstrang angeordneten Wärmeübertrager (Chiller), bei dem in dem Kältemittelstrang stromaufwärts und stromabwärts ein jeweiliges Expansionsventil vorgesehen ist, ist beispielsweise aus der DE 10 2010 042 122 A1 bekannt. Ferner wird ergänzend auf die DE 10 2018 129 393 A1 und die DE 10 2020 127 300 A1 hingewiesen.

[0003] Bei den bekannten Kälteanlagen wird der Verdampfer (zweiter Wärmeübertrager) in der Regel auf einem höheren Druckniveau betrieben als der Chiller (Dritter Wärmeübertrager). Dies führt dazu, dass nach dem dritten Wärmeübertrager (Chiller) bei niedrigen Leistungsanforderungen und niedrigen Verdampfungstemperaturen, was insbesondere durch den zweiten Wärmeübertrager (Verdampfer) vorgegeben wird, je nach Leistungsanforderung an den Chiller (dritter Wärmeübertrager) stark überhitztes Kältemittel zur Verfügung steht. Entsprechend kann die Ölmitnahme insbesondere durch den hohen Gasanteil im Kältemittelstrang mit dem Chiller (dritter Wärmeübertrager) beeinträchtigt sein. Ferner ist es nachteilig, wenn stark überhitztes Kältemittel zu einem optionalen inneren Wärmeübertrager der Kälteanlage gelangt.

[0004] Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe wird darin gesehen, eine Kälteanlage anzugeben, mit der die obigen Nachteile vermieden werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Kälteanlage, ein Verfahren zum Betrieb der Kälteanlage und ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Kälteanlage mit den Merkmalen der jeweiligen unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0006] Vorgesprochen wird also eine Kälteanlage für ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug mit

einem Kältemittelverdichter,

einem ersten Wärmeübertrager, insbesondere Kondensator bzw. Gaskühler, einem zweiten Wärmeübertrager, insbesondere einem Verdampfer,

einen dritten Wärmeübertrager, insbesondere Chiller,

wobei der zweite Wärmeübertrager und der dritte Wärmeübertrager in einem Kältemittelkreislauf der Kälteanlage strömungstechnisch parallel zueinander in einem jeweiligen Kältemittelstrang, insbesondere Verdampfer-Strang und Chiller-Strang, angeordnet sind,

einem ersten Expansionsventil, das im betreffenden Kältemittelstrang, insbesondere Verdampfer-Strang, stromaufwärts von dem zweiten Wärmeübertrager angeordnet ist,

einem dritten Expansionsventil, das im betreffenden Kältemittelstrang, insbesondere Chiller-Strang, stromaufwärts von dem dritten Wärmeübertrager angeordnet ist,

einem vierten Expansionsventil, das im betreffenden Kältemittelstrang, insbesondere Chiller-Strang, stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager angeordnet ist.

[0007] Dabei ist vorgesehen, dass die Kälteanlage ferner aufweist: ein zweites Expansionsventil, das im betreffenden Kältemittelstrang, insbesondere Verdampfer-Strang, stromabwärts von dem zweiten Wärmeübertrager angeordnet ist, und eine Steuereinheit, die dazu eingerichtet ist, das erste, zweite, dritte und vierte Expansionsventil derart einzustellen, dass der dritte Wärmeübertrager auf einer Kältemittel-Drucklage betrieben wird, die oberhalb der Kältemittel-Drucklage des zweiten Wärmeübertragers liegt.

[0008] Mittels einer solchen Struktur der Kälteanlage ist es möglich, die Drucklage und den Kältemittelzustand in dem Chillerstrang so zu beeinflussen, dass keine oder lediglich eine geringe Überhitzung des Kältemittels auftritt. Somit kann auch im Chillerstrang das Ölmitnahmevermögen optimiert werden durch eine bessere Löslichkeit bzw. Vermischbarkeit.

[0009] Bei der Kälteanlage kann stromabwärts von dem zweiten Wärmeübertrager und stromaufwärts von dem zweiten Expansionsventil eine Sensoreinrichtung, insbesondere ein Druck-/Temperatursensor, angeordnet sein.

[0010] Ferner kann stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager und stromaufwärts von dem vierten Expansionsventil eine Sensoreinrichtung, insbesondere ein Druck-/Temperatursensor, angeordnet sein.

[0011] Mittels der Sensoreinrichtungen ist es möglich, die Drucklagen des Kältemittels in den jeweiligen Kältemittelsträngen zu erfassen. Dies ermöglicht eine passende Einstellung der Expansionsventile, um die gewünschten unterschiedlichen Drucklagen im zweiten bzw. dritten Wärmeübertrager zu erreichen. Gleichzeitig kann über einen Temperatursen-

sor die Kältemittelgüte bestimmt und im Bedarfsfall nachjustiert werden.

[0012] Bei der Kälteanlage kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, das zweite Expansionsventil und das vierte Expansionsventil derart einzustellen, dass stromabwärts von diesen und stromaufwärts von dem Kältemittelverdichter im Wesentlichen der gleiche Kältemitteldruck vorliegt. Mit anderen Worten, wird stromabwärts der beiden Expansionsventile trotz der zuvor in den betreffenden einzelnen Kältemittelsträngen unterschiedlichen Drucklagen, ein im Wesentlichen gleiches Druckniveau für den Gesamtvolumenstrom erreicht, bevor das Kältemittel vom Kältemittelverdichter wieder angesaugt wird.

[0013] Bei der Kälteanlage kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, das vierte Expansionsventil derart einzustellen, dass eine Überhitzung des Kältemittels stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager auf einen Überhitzungswert von bis zu 5°K, insbesondere 2°K bis 5°K, eingestellt wird. Mittels einer derartigen Steuerung bzw. Regelung der Überhitzung ist es insbesondere möglich, den Kältemittelzustand stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager (Chiller) im Wesentlichen auf die Taulinie einzustellen.

[0014] Die Kälteanlage kann einen inneren Wärmeübertrager aufweisen, durch den niederdruckseitig ein nach dem zweiten und dritten Wärmeübertrager vereinigt Kältemittelvolumenstrom geleitet wird. Mit anderen Worten kann auch Kältemittel, das von dem dritten Wärmeübertrager stammt, dem inneren Wärmeübertrager zugeführt werden, wobei es seinerseits zwar nicht oder nur geringfügig überhitzt ist jedoch auf höherem Verdampfungstemperaturniveau arbeiten kann, so dass im inneren Wärmeübertrager ein gewünschter Temperaturunterschied zwischen Niederdruckseite und Hochdruckseite erreicht werden kann.

[0015] Bei der Kälteanlage kann der dritte Wärmeübertrager mit einem insbesondere zu kühlenden Medium eines Kühlmittelkreislaufs verbunden sein, wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, das dritte Expansionsventil so einzustellen, dass im dritten Wärmeübertrager eine vorbestimmte Kühlleistung erreicht wird, um dem Medium (Kühlmittel) Wärme zu entziehen, die von dem Kältemittel aufgenommen wird.

[0016] In diesem Zusammenhang kann die die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, den Kältemitteldruck im zweiten Wärmeübertrager und den Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager miteinander zu vergleichen, und das zweite Expansionsventil oder/und das vierte Expansionsventil so einzustellen, dass bei steigendem Kühlleistungsbedarf und damit sinkendem Kältemitteldruck im dritten Wärme-

übertrager, der Kältemitteldruck im zweiten Wärmeübertrager verringert wird, so dass er kleiner als der Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager ist.

[0017] Vorgeschlagen wird auch ein Verfahren zum Betreiben einer oben beschriebenen Kälteanlage, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Feststellen einer erforderlichen Kühlleistung des dritten Wärmeübertragers; Erfassen des Kältemitteldrucks im zweiten Wärmeübertrager; Erfassen des Kältemitteldrucks im dritten Wärmeübertrager; Vergleichen des Kältemitteldrucks im zweiten Wärmeübertrager mit dem Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager; Einstellen des Kältemitteldrucks im dritten Wärmeübertrager auf eine Drucklage, mit der die erforderliche Kühlleistung erreicht wird, insbesondere durch Ansteuern des dritten und vierten Expansionsventils und/oder des Kältemittelverdichters; Einstellen des Kältemitteldrucks im zweiten Wärmeübertrager auf eine Drucklage, die tiefer ist als im dritten Wärmeübertrager, insbesondere durch Ansteuern des ersten und zweiten Expansionsventils; vorzugsweise mehrfaches Wiederholen der vorgenannten Schritte.

[0018] Ein solches Verfahren kann im Rahmen eines Gesamtbetriebs einer Kälteanlage zumindest zeitweise durchgeführt werden, wenn entsprechende Betriebsparameter der Kälteanlage die Veranlassung dazu geben, das Verfahren zu starten bzw. zu beenden.

[0019] Ein Kraftfahrzeug mit zumindest teilweise elektrischem Antrieb kann eine oben beschriebene Kälteanlage aufweisen, wobei der dritte Wärmeübertrager der Kälteanlage mit einem Kühlmittelkreislauf in thermischer Wirkverbindung steht, der mit wenigstens einer elektrischen Speichereinheit oder/und wenigstens einem elektrischen Verbraucher zu dessen bzw. deren Kühlung verbunden ist.

[0020] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Figuren. Dabei zeigt:

Fig. 1 in einer vereinfachten und schematischen Darstellung ein Prinzipschaltbild einer Kälteanlage für ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug;

Fig. 2 ein schematisches Diagramm eines Verfahrens zum Bertreiben der Kälteanlage.

[0021] In **Fig. 1** ist vereinfacht und schematisch ein Prinzipschaltbild einer Kälteanlage 10 gezeigt. Die Kälteanlage 10 kann Teil eines hier nur als Rechteck illustrierten Kraftfahrzeugs 200 sein, das zumindest teilweise elektrisch oder das vollelektrisch angetrieben ist.

[0022] Die Kälteanlage 10, die in der **Fig. 1** lediglich in einer Art minimalen Konfiguration dargestellt ist, umfasst einen Kältemittelverdichter 12, einen ersten Wärmeübertrager 18, insbesondere Kondensator oder Gaskühler, einen zweiten Wärmeübertrager 22, insbesondere Verdampfer, und einen dritten Wärmeübertrager 26, insbesondere Chiller.

[0023] Die dargestellte minimale Konfiguration der Kälteanlage 10 kann um weitere Komponenten erweitert werden, ohne dass dies am Konzept des hier vorgestellten Fluidsystems 100 prinzipiell etwas ändert. Beispielsweise kann die Kälteanlage mit weiteren Wärmeübertragern und Ventileinrichtungen auch als Kälteanlage mit Wärmepumpenfunktion ausgestaltet sein.

[0024] Wie aus der **Fig. 1** ersichtlich, sind der zweite Wärmeübertrager 22 und der dritte Wärmeübertrager 26 in dem Kältemittelkreislauf 11 der Kälteanlage 10 strömungstechnisch parallel zueinander in einem jeweiligen Kältemittelstrang, insbesondere Verdampfer-Strang 22s und Chiller-Strang 26s, angeordnet.

[0025] Die Kälteanlage 10 umfasst ein erstes Expansionsventil AE1, das im betreffenden Kältemittelstrang, insbesondere Verdampfer-Strang 22s, stromaufwärts von dem zweiten Wärmeübertrager 22 angeordnet ist. Ein zweites Expansionsventil AE2 ist im gleichen Kältemittelstrang, insbesondere Verdampfer-Strang 22s, stromabwärts von dem zweiten Wärmeübertrager 22 angeordnet.

[0026] Die Kälteanlage 10 umfasst ein drittes Expansionsventil AE3, das im betreffenden Kältemittelstrang, insbesondere Chiller-Strang 26s, stromaufwärts von dem dritten Wärmeübertrager 26 angeordnet ist. Ein viertes Expansionsventil AE4 ist im gleichen Kältemittelstrang, insbesondere Chiller-Strang 26s, stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager 26 angeordnet.

[0027] Die Kälteanlage 10 umfasst ferner eine Steuereinheit 30. Die Steuereinheit 30 ist dazu eingerichtet, den Betrieb der Kälteanlage 10 zu steuern bzw. zu regeln und wenigstens einen Betriebsparameter der Kälteanlage 10 zu erfassen. Rein beispielhaft sind in der **Fig. 1** strichpunktiert einige Signalleitungen 32 dargestellt, die mit unterschiedlichen Komponenten der Kälteanlage 10 verbunden sind.

[0028] Die Steuereinheit ist insbesondere die dazu eingerichtet, das erste, zweite, dritte und vierte Expansionsventil AE1, AE2, AE3, AE4 derart einzustellen, dass der dritte Wärmeübertrager 26 auf einer Kältemittel-Drucklage betrieben wird, die oberhalb der Kältemittel-Drucklage des zweiten Wärmeübertragers 22 liegt. Darüber hinaus kann sie mit weiteren nicht dargestellten Aktoren (Ventilen), Sensoren und aber auch dem Kältemittelverdichter 12 in Verbind-

ung stehen und entsprechende Signale aufnehmen bzw. Anforderungen aussenden.

[0029] Bei der Kälteanlage 10 kann stromabwärts von dem zweiten Wärmeübertrager 22 und stromaufwärts von dem zweiten Expansionsventil AE2 eine Sensoreinrichtung pT3, insbesondere ein Druck-/Temperatursensor, angeordnet. Die Sensoreinrichtung pT3 ist über eine entsprechende Signalleitung 32 ebenfalls mit der Steuereinheit 30 verbunden.

[0030] Stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager 26 und stromaufwärts von dem vierten Expansionsventil AE4 kann eine weitere Sensoreinrichtung pT4, insbesondere ein Druck-/Temperatursensor, angeordnet sein. Auch die Sensoreinrichtung pT4 ist über eine entsprechende Signalleitung 32 mit der Steuereinheit 30 verbunden.

[0031] Wie aus der **Fig. 1** ersichtlich, sind auch die Expansionsventile AE1, AE2, AE3, AE4 mittels jeweiliger Signalleitungen 32 mit der Steuereinheit verbunden.

[0032] Die Steuereinheit 30 kann mit weiteren Sensoren pT1, pT2, pT5 verbunden sein, die dazu eingerichtet sind, an unterschiedlichen Stellen des Kältemittelkreislaufs 11 den Druck oder/und die Temperatur des Kältemittels zu erfassen. Ferner kann die Steuereinheit 30 mit dem Kältemittelverdichter 12 verbunden sein, um diesen anzusteuern. Die Sensorik kann als kombiniertes oder als separates Bauteil für die Erfassung von Druck oder/und Temperatursignalen ausgeführt werden.

[0033] Der dritte Wärmeübertrager 26 ist mit einem insbesondere zu kühlenden Kühlmittelkreislauf 40 verbunden. Der Kühlmittelkreislauf 40 ist mit wenigstens einer elektrischen Speichereinheit 42 oder/und wenigstens einem elektrischen Verbraucher 44 zu dessen bzw. deren Kühlung verbunden.

[0034] Die Steuereinheit 30 ist dazu eingerichtet ist, das dritte Expansionsventil AE3 so einzustellen, dass im dritten Wärmeübertrager 26 eine vorbestimmte Kühlleistung erreicht wird, um dem im Kühlmittelkreislauf 40 zirkulierenden Kühlmittel Wärme zu entziehen, die von dem Kältemittel im Kältemittelkreislauf 11 aufgenommen wird. Bei Bedarf kann mittels der Steuereinheit 30 auch der Kältemittelverdichter 12 nachjustiert werden und der seinerseits geförderte und umgesetzte Kältemittelmassenstrom angepasst werden

[0035] Insbesondere ist die Steuereinheit 30 dazu eingerichtet ist, den Kältemitteldruck im zweiten Wärmeübertrager 22 und den Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager 26 miteinander zu vergleichen, und das zweite Expansionsventil AE2 oder/und das vierte Expansionsventil AE4 so einzustellen, dass

bei steigendem Kühlleistungsbedarf (in dem Kühlmittelkreislauf 40) und damit sinkendem Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager 26, der Kältemitteldruck im zweiten Wärmeübertrager 22 verringert wird, so dass er kleiner als der Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager 26 ist.

[0036] Die Steuereinheit ist ferner dazu eingerichtet ist, das zweite Expansionsventil AE2 und das vierte Expansionsventil AE4 derart einzustellen, dass stromabwärts von diesen und stromaufwärts von dem Kältemittelverdichter 12 im Wesentlichen der gleiche Kältemitteldruck vorliegt.

[0037] Der Druck in dem zweiten Wärmeübertrager 22 kann insbesondere verringert werden, so lange sich dieser abseits der Vereisungsgrenze bewegt. Wird diese erreicht und/oder unterschritten, so kann bzw. sollte die Drucklage im zweiten Wärmeübertrager 22 fixiert werden und es kann eine Absenkung der Drucklage im dritten Wärmeübertrager 26 unterhalb der des zweiten Wärmeübertragers 22 erfolgen.

[0038] Bei der Einstellung der unterschiedlichen Kältemitteldrucklagen in dem zweiten Wärmeübertrager 22 und dem dritten Wärmeübertrager 26 kann die Steuereinheit dazu eingerichtet sein, das vierte Expansionsventil AE4 derart einzustellen, dass eine Überhitzung des Kältemittels stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager 26 auf einen Überhitzungswert von bis zu 5°K, insbesondere 2°K bis 5°K, eingestellt wird. Damit ist es insbesondere möglich, den Kältemittelzustand stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager 26 (Chiller) im Wesentlichen auf die Taulinie einzustellen.

[0039] Die Kälteanlage 10 kann einen inneren Wärmeübertrager 20 aufweisen, durch den niederdruckseitig ein nach dem zweiten und dritten Wärmeübertrager 22, 26 vereinigt Kältemittelvolumenstrom geleitet wird. Der innere Wärmeübertrager 20 kann dabei optimiert bzw. effizient betrieben werden, weil mittels der oben beschriebenen Konfiguration der beiden Kältemittelstränge 22s, 26s mit den Expansionsventilen AE1, AE2, AE3, AE4 eine starke Überhitzung des Kältemittels vermieden wird.

[0040] Die dargestellte minimale Konfiguration der Kälteanlage 10 kann um weitere Komponenten erweitert werden, ohne dass dies am Konzept der hier vorgestellten Kälteanlage 10 prinzipiell etwas ändert. Beispielsweise kann die Kälteanlage 10 mit weiteren Wärmeübertragern, Ventilen Sensoren, etc. auch als Kälteanlage mit Wärmepumpenfunktion ausgestaltet sein.

[0041] Das Expansionsorgan AE2 kann bspw. auch mechanisch ausgeführt werden, das heißt es ist so ausgelegt, dass es stets automatisiert bzw. selbstregelnd in einem Druckbereich zwischen der festzule-

genden Vereisungsgrenze des zweiten Wärmeübertragers 22 und darüber wirken kann.

[0042] Fig. 2 zeigt ein schematisches Diagramm eines Verfahrens 500 zum Betreiben der oben beschriebenen Kälteanlage 10.

[0043] Bei dem Verfahren 500 erfolgt in einem Schritt S501 ein Feststellen einer erforderlichen Kühlleistung des dritten Wärmeübertragers 26. Der dritte Wärmeübertrager 26 erbringt dabei seine Kühlleistung für den Kühlmittelkreislauf 40 und die daran angeschlossenen, zu kühlenden Komponenten, wie etwa elektrischer Speicher 42 oder/und elektrischer Verbraucher 44.

[0044] Gemäß Schritt S502 erfolgt ein Erfassen des Kältemitteldrucks im zweiten Wärmeübertrager 22. Schritt S503 illustriert das Erfassen des Kältemitteldrucks im dritten Wärmeübertrager 26.

[0045] Gemäß dem Schritt S504 werden der Kältemitteldruck im zweiten Wärmeübertrager 22 und der Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager 26 miteinander verglichen.

Basierend auf dem Vergleich in Schritt S504 erfolgt in Schritt S505 das Einstellen des Kältemitteldrucks im dritten Wärmeübertrager 26 auf eine Drucklage, mit der die erforderliche Kühlleistung erreicht wird, insbesondere durch Ansteuern des dritten und vierten Expansionsventils AE3, AE4.

[0046] Dabei wird in Schritt S506 der Kältemitteldruck im zweiten Wärmeübertrager 22 auf eine Drucklage eingestellt, die tiefer ist als im dritten Wärmeübertrager, insbesondere durch Ansteuern des ersten und zweiten Expansionsventils AE1, AE2.

[0047] Durch den Pfeil, die die Schritte S506 und S501 verbindet, wird angedeutet, dass die vorgenannten Schritte wiederholt durchgeführt werden können. Das Verfahren 500 kann im Rahmen eines Gesamtbetriebs der Kälteanlage 10 zumindest zeitweise durchgeführt werden, wenn entsprechende Betriebsparameter der Kälteanlage 10 die Veranlassung dazu geben, das Verfahren 500 zu starten bzw. zu beenden.

[0048] Grundsätzlich bietet diese Anordnung der Expansionsorgane AE1, AE2, AE3, AE4 stromauf- bzw. stromabwärts des zweiten Wärmeübertragers 22 und des dritten Wärmeübertragers 26 die Möglichkeiten, das System 10 mit einer Drucklage im Zweiten Wärmeübertrager 22 auf einem gleichen Niveau wie die Drucklage im dritten Wärmeübertrager 26; - Zweiten Wärmeübertrager 22 auf einem höheren Niveau wie die Drucklage im dritten Wärmeübertrager 26;- Zweiten Wärmeübertrager 22 auf einem niedrigeren Niveau wie die Drucklage im dritten Wärmeübertrager 26 zu betreiben. Begrenzend

für das Druckniveau im zweiten Wärmeübertrager 22 ist dabei insbesondere eine Vereisungsgrenze für das bei der Kühlung und Entfeuchtung des Luftstroms entzogene Kondensat, welches sich im zweiten Wärmeübertrager 22 ansammelt, wobei die Vereisungsgrenze nicht bzw. nur kurzzeitig erreicht bzw. unterschritten werden sollte.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102010042122 A1 [0002]
- DE 102018129393 A1 [0002]
- DE 102020127300 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Kälteanlage (10) für ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug (200) mit einem Kältemittelverdichter (12), einem ersten Wärmeübertrager (18), insbesondere Kondensator bzw. Gaskühler, einem zweiten Wärmeübertrager (22), insbesondere einem Verdampfer, einem dritten Wärmeübertrager (26), insbesondere Chiller, wobei der zweite Wärmeübertrager (22) und der dritte Wärmeübertrager (26) in einem Kältemittelkreislauf (11) der Kälteanlage (10) strömungstechnisch parallel zueinander in einem jeweiligen Kältemittelstrang (22s, 26s), insbesondere Verdampfer-Strang und Chiller-Strang, angeordnet sind, einem ersten Expansionsventil (AE1), das im betreffenden Kältemittelstrang (22s), insbesondere Verdampfer-Strang, stromaufwärts von dem zweiten Wärmeübertrager (22) angeordnet ist, einem dritten Expansionsventil (AE3), das im betreffenden Kältemittelstrang (26s), insbesondere Chiller-Strang, stromaufwärts von dem dritten Wärmeübertrager (26) angeordnet ist, einem vierten Expansionsventil (AE4), das im betreffenden Kältemittelstrang (26s), insbesondere Chiller-Strang, stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager (26) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ferner aufweist: ein zweites Expansionsventil (AE2), das im betreffenden Kältemittelstrang (22s), insbesondere Verdampfer-Strang, stromabwärts von dem zweiten Wärmeübertrager (22) angeordnet ist, und eine Steuereinheit (30), die dazu eingerichtet ist, das erste, zweite, dritte und vierte Expansionsventil (AE1, AE2, AE3, AE4) derart einzustellen, dass der dritte Wärmeübertrager (26) auf einer Kältemittel-Drucklage betrieben wird, die oberhalb der Kältemittel-Drucklage des zweiten Wärmeübertragers (22) liegt.

2. Kälteanlage (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromabwärts von dem zweiten Wärmeübertrager (22) und stromaufwärts von dem zweiten Expansionsventil (AE2) eine Sensoreinrichtung (pT3), insbesondere ein Druck-/Temperatursensor, angeordnet ist.

3. Kälteanlage (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager (26) und stromaufwärts von dem vierten Expansionsventil (AE4) eine Sensoreinrichtung (pT4), insbesondere ein Druck-/Temperatursensor, angeordnet ist.

4. Kälteanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (30) dazu eingerichtet ist, das zweite Expansionsventil (AE2) und das vierte

Expansionsventil (AE4) derart einzustellen, dass stromabwärts von diesen und stromaufwärts von dem Kältemittelverdichter (12) im Wesentlichen der gleiche Kältemitteldruck vorliegt.

5. Kälteanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (30) dazu eingerichtet ist, das vierte Expansionsventil (AE4) derart einzustellen, dass eine Überhitzung des Kältemittels stromabwärts von dem dritten Wärmeübertrager (26) auf einen Überhitzungswert von bis zu 5°K, insbesondere 2°K bis 5°K, eingestellt wird.

6. Kälteanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen inneren Wärmeübertrager (20) aufweist, durch den niederdruckseitig ein nach dem zweiten und dritten Wärmeübertrager (22, 26) vereinigt Kältemittelvolumenstrom geleitet wird.

7. Kälteanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Wärmeübertrager (26) mit einem insbesondere zu kühlenden Medium eines Kühlmittelkreislaufs (40) verbunden ist, wobei die Steuereinheit (30) dazu eingerichtet ist, das dritte Expansionsventil (AE3) so einzustellen, dass im dritten Wärmeübertrager (26) eine vorbestimmte Kühlleistung erreicht wird, um dem Medium im Kühlmittelkreislauf (40) Wärme zu entziehen, die von dem Kältemittel aufgenommen wird.

8. Kälteanlage (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (30) dazu eingerichtet ist, den Kältemitteldruck im zweiten Wärmeübertrager (22) und den Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager (26) miteinander zu vergleichen, und das zweite Expansionsventil (AE2) oder/und das vierte Expansionsventil (AE4) so einzustellen, dass bei steigendem Kühlleistungsbedarf und damit sinkendem Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager (26), der Kältemitteldruck im zweiten Wärmeübertrager (22) verringert wird, so dass er kleiner als der Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager (26) ist.

9. Verfahren (500) zum Betreiben einer Kälteanlage (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
Feststellen (S501) einer erforderlichen Kühlleistung des dritten Wärmeübertragers (26);
Erfassen (S502) des Kältemitteldrucks im zweiten Wärmeübertrager (22);
Erfassen (S503) des Kältemitteldrucks im dritten Wärmeübertrager (26);
Vergleichen (S504) des Kältemitteldrucks im zweiten Wärmeübertrager (22) mit dem Kältemitteldruck im dritten Wärmeübertrager (26);

Einstellen (S505) des Kältemitteldrucks im dritten Wärmeübertrager (26) auf eine Drucklage, mit der die erforderliche Kühlleistung erreicht wird, insbesondere durch Ansteuern des dritten und vierten Expansionsventils (AE3, AE4) und/oder des Kältemittelverdichters (12);

Einstellen (S506) des Kältemitteldrucks im zweiten Wärmeübertrager (22) auf eine Drucklage, die tiefer ist als im dritten Wärmeübertrager (26), insbesondere durch Ansteuern des ersten und zweiten Expansionsventils (AE1, AE2);

vorzugsweise mehrfaches Wiederholen der vorgenannten Schritte.

10. Kraftfahrzeug (200) mit zumindest teilweise elektrischem Antrieb und einer Kälteanlage (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der dritte Wärmeübertrager (26) der Kälteanlage (10) mit einem Kühlmittelkreislauf (40) in thermischer Wirkverbindung steht, der mit wenigstens einer elektrischen Speichereinheit (42) oder/und wenigstens einem elektrischen Verbraucher (44) zu dessen bzw. deren Kühlung verbunden ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

