



(10) **DE 20 2009 019 200 U1 2018.11.22**

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2009 019 200.8**

(51) Int Cl.: **C09K 5/04 (2006.01)**

(22) Anmelddatum: **18.11.2009**

(67) aus Patentanmeldung: **EP 09 75 6626.9**

(47) Eintragungstag: **15.10.2018**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **22.11.2018**

(30) Unionspriorität:

<b>61/116,029</b>	<b>19.11.2008</b>	<b>US</b>
<b>61/180,201</b>	<b>21.05.2009</b>	<b>US</b>

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**Abitz & Partner Patentanwälte mbB, 81925  
München, DE**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**The Chemours Company FC, LLC, Wilmington,  
Del., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Tetrafluorpropen-Zusammensetzungen und Ihre Verwendungen**

(57) Hauptanspruch: Nicht-entflammbare Zusammensetzung, die nicht mehr als etwa 60 Gew.% HFO-1234yf und wenigstens etwa 40 Gew.% HFC-134a bei 60 °C umfasst.

**Beschreibung****QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN**

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 61/116,029, eingereicht am 19. November 2008, und der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 61/180,281, eingereicht am 21. Mai 2009.

**HINTERGRUND****Gebiet der Offenbarung.**

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung betrifft Zusammensetzungen zur Verwendung in Kühl-, Klimaanlagen- und Wärmepumpensystemen, wobei die Zusammensetzung ein Tetrafluorpropen und mindestens eine andere Verbindung umfasst. Die Zusammensetzungen der vorliegenden Erfindung sind nützlich in Verfahren zur Erzeugung von Kühlung oder Wärme, als Wärmeübertragungsflüssigkeiten, Schaumtreibmittel, Treibgase und Brandunterdrückungs- und Feuerlöschmittel.

**Beschreibung des verwandten Standes der Technik.**

**[0003]** Die Kühlindustrie hat in den letzten Jahrzehnten daran gearbeitet, Ersatzkältemittel für die ozonabbauenden Chlorfluorkohlenstoffe (CFCs) und Hydrofluorchlorkohlenwasserstoffe (HCFCs) zu finden, die infolge des Montrealer Protokolls auslaufen. Die Lösung für die meisten Kältemittelhersteller war die Kommerzialisierung von Kältemitteln auf der Basis von Hydrofluorkohlenstoff (HFC). Die neuen HFC-Kältemittel, von denen HFC-134a zu diesem Zeitpunkt am weitesten verbreitet ist, weisen kein Ozonabbaupotential auf und sind daher vom derzeitigen regulatorischen Ausstiegsverfahren infolge des Montrealer Protokolls nicht betroffen.

**[0004]** Weitere Umweltbestimmungen können letztlich zu einem globalen Ausstieg aus bestimmten HFC-Kältemitteln führen. Gegenwärtig sieht sich die Automobilindustrie in Bezug auf das Treibhauspotential von Kältemitteln, die in mobilen Klimaanlagen verwendet werden, Regelungen ausgesetzt. Daher besteht derzeit ein großer Bedarf, neue Kältemittel mit reduziertem Treibhauspotential für den Markt für mobile Klimaanlagen zu identifizieren. Sollten die Vorschriften in Zukunft breiter angewendet werden, zum Beispiel für stationäre Klimaanlagen und Kühlsysteme, wird ein noch größerer Bedarf an Kältemitteln zu spüren sein, die in allen Bereichen der Kälte- und Klimabranche eingesetzt werden können.

**[0005]** Gegenwärtig vorgeschlagene Ersatzkältemittel für HFC-134a schließen HFC-152a, reine Kohlenwasserstoffe wie Butan oder Propan, oder „natürliche“ Kältemittel wie CO<sub>2</sub> ein. Viele dieser vorgeschlagenen Ersatzstoffe sind toxisch, entflammbar und/oder weisen eine geringe Energieeffizienz auf. Neue Ersatzstoffe werden unter anderem auch für HCFC-22, R404A, R407C und R410A vorgeschlagen. Daher wird nach neuen alternativen Kältemitteln gesucht.

**KURZE ZUSAMMENFASSUNG**

**[0006]** Die Aufgabe der vorliegenden Offenbarung ist es, neue Kältemittelzusammensetzungen und Wärmeübertragungsflüssigkeitszusammensetzungen bereitzustellen, die einzigartige Eigenschaften bereitstellen, um die Anforderungen eines niedrigen oder Null-Ozonabbaupotentials und eines niedrigeren Treibhauspotentials im Vergleich zu gegenwärtigen Kältemitteln zu erfüllen.

**[0007]** Offenbart sind Zusammensetzungen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Zusammensetzungen, umfassend:

HFO-1234yf, HFC-152a, und HFC-134a;

HFO-1234yf, HFC-125, und HFC-152a;

HFO-1234yf, HFC-125, und HFC-134a;

HFO-1234yf, HFC-32, und HFC-134a;

HFO-1234yf, HFC-32, HFC-125, und HFC-134a;

HFO-1234ze und HFC-32;

HFO-1234ze und HFC-125;

HFO-1234ze, HFC-125, und HFC-152a;  
HFO-1234ze, HFC-125, und HFC-134a;  
HFO-1234ze, HFC-32, und HFC-134a;  
und  
HFO-1234ze, HFC-32, HFC-125, und HFC-134a.

**[0008]** Ebenfalls offenbart sind nicht entflammbare Zusammensetzungen, die nicht mehr als etwa 60 Gewichtsprozent HFO-1234yf und mindestens etwa 40 Gewichtsprozent HFC-134a umfassen.

**[0009]** Ebenfalls offenbart sind Zusammensetzungen, die mindestens etwa 85 Gewichtsprozent HFO-1234yf und bis zu etwa 15 Gewichtsprozent HFC-32 umfassen.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0010]** Bevor Details von im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen zur Sprache kommen, werden einige Begriffe definiert oder geklärt.

##### Definitionen

**[0011]** Wie hier verwendet, bedeutet der Begriff Wärmeübertragungszusammensetzung eine Zusammensetzung, die verwendet wird, um Wärme von einer Wärmequelle zu einer Wärmesenke zu leiten.

**[0012]** Eine Wärmequelle ist definiert als jeder Raum, jede Stelle, jedes Objekt oder jeder Körper, aus dem es wünschenswert ist, Wärme hinzuzufügen, zu übertragen, zu bewegen oder zu entfernen. Beispiele für Wärmequellen sind Räume (offen oder geschlossen), die tiefgekühlt oder gekühlt werden müssen, wie Kühl- oder Gefrierschränke in einem Supermarkt, Gebäuderäume, die eine Klimatisierung erfordern, industrielle Wasserkühler oder der Fahrgastraum eines Automobils, der eine Klimatisierung erfordert. In manchen Ausführungsformen kann die Wärmeübertragungszusammensetzung während des gesamten Übertragungsprozesses in einem konstanten Zustand verbleiben (d. h. nicht verdampfen oder kondensieren). In anderen Ausführungsformen können Verdampfungskühlverfahren auch Wärmeübertragungszusammensetzungen verwenden.

**[0013]** Eine Wärmesenke ist definiert als jeder Raum, jede Stelle, jedes Objekt oder jeder Körper, der Wärme absorbieren kann. Ein Dampfkompressionskühlsystem ist ein Beispiel für eine solche Wärmesenke.

**[0014]** Ein Wärmeübertragungssystem ist das System (oder die Vorrichtung), das verwendet wird, um in einem bestimmten Raum einen Heiz- oder Kühleffekt zu erzeugen. Ein Wärmeübertragungssystem kann ein mobiles System oder ein stationäres System sein.

**[0015]** Beispiele von Wärmeübertragungssystemen umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, Klimaanlagen, Gefrierschränke, Kühlschränke, Wärmepumpen, Wasserkühler, geflutete Verdampferkühler, Direktxpansionskühler, begehbarer Kühler, mobile Kühlschränke, mobile Klimaanlagen, Entfeuchter und Kombinationen davon.

**[0016]** Wie hier verwendet, bezieht sich ein mobiles Wärmeübertragungssystem auf jede Kühl-, Klimaanlagen- oder Heizvorrichtung, die in eine Transporteinheit für die Straße, die Schiene, das Meer oder die Luft eingebaut ist. Zusätzlich beinhalten mobile Kühl- oder Klimaanlageneinheiten jene Vorrichtungen, die unabhängig von irgendeinem sich bewegenden Träger sind und als „intermodale“ Systeme bekannt sind. Solche intermodalen Systeme umfassen „Container“ (kombinierter See-/Landtransport) sowie „Wechselbehälter“ (kombinierter Straßen-/Schienenverkehr).

**[0017]** Wie hier verwendet, sind stationäre Wärmeübertragungssysteme Systeme, die während des Betriebs an Ort und Stelle befestigt sind. Ein stationäres Wärmeübertragungssystem kann innerhalb von Gebäuden beliebiger Art angeordnet sein oder daran befestigt sein oder kann eine frei stehende Einrichtung sein, die sich im Freien befindet, wie zum Beispiel ein Softdrink-Verkaufsautomat. Diese stationären Anwendungen können stationäre Klimaanlagen und Wärmepumpen sein (einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Kühl-, Hochtemperaturwärmepumpen, Haushalts-, kommerzielle oder industrielle Klimaanlagensysteme, und einschließlich Fenster-, kanalloser, kanalisierte, gekapselter Endgeräte, Kühlern und solcher, die außerhalb angeordnet aber mit dem Gebäude verbunden sind, wie Dachsysteme). In stationären Kühlanwendungen können die offensichtlichen Zusammensetzungen in Geräten nützlich sein, einschließlich gewerblicher, industrieller oder Haushalts-

kühl- und -gefriergeräte, Eismaschinen, eigenständiger Kühler und Tiefkühlgeräte, gefluteter Verdampferkühler, Direktexpansionskühler, begehbarer und von außen hineingreifbarer Kühler und Gefriergeräte und Kombinationssysteme. In einigen Ausführungsformen können die offenbarten Zusammensetzungen in Supermarktkühlsystemen verwendet werden. Außerdem können stationäre Anwendungen ein Sekundärkreislaufsystem verwenden, das ein Primärkältemittel verwendet, um an einer Stelle Kühlung zu erzeugen, die über eine sekundäre Wärmeübertragungsflüssigkeit an einen entfernten Ort übertragen wird.

**[0018]** Die Kälteleistung (manchmal als Kühlleistung bezeichnet) ist ein Begriff, um die Enthalpieänderung eines Kältemittels in einem Verdampfer pro Pfund des zirkulierten Kältemittels zu definieren, d. h. die Wärme, die durch das Kältemittel in dem Verdampfer pro gegebener Zeiteinheit entfernt wird. Die Kälteleistung ist ein Maß für die Fähigkeit eines Kältemittels oder einer Wärmeübertragungszusammensetzung, Kühlung zu erzeugen. Daher gilt, je höher die Leistung, desto größer ist die erzeugte Kühlung.

**[0019]** Der Leistungskoeffizient (Coefficient of performance, COP) ist die Menge der entfernten Wärme dividiert durch den erforderlichen Energieeintrag, um den Zyklus zu betreiben. Je höher der COP, desto höher ist die Energieeffizienz. Der COP steht in direktem Zusammenhang mit dem Energieeffizienzverhältnis (Energy Efficiency Ratio, EER), das die Effizienzbewertung für Kühl- oder Klimaanlagen bei einer spezifischen Reihe innerer und äußerer Temperaturen ist.

**[0020]** Der Begriff „Unterkühlung“ bedeutet die Verringerung der Temperatur einer Flüssigkeit unterhalb des Sättigungspunktes der Flüssigkeit für einen gegebenen Druck. Der Sättigungspunkt ist die Temperatur, bei welcher der Dampf vollständig zu einer Flüssigkeit kondensiert wird, aber Unterkühlung kühlst die Flüssigkeit weiter zu einer Flüssigkeit niedrigerer Temperatur bei dem gegebenen Druck ab. Durch Kühlen einer Flüssigkeit unter die Sättigungstemperatur (oder Blasenpunkttemperatur) kann die Nettokühlleistung erhöht werden. Eine Unterkühlung verbessert damit die Kühlleistung und Energieeffizienz eines Systems. Das Unterkühlungsmaß ist das Kühlungsausmaß unterhalb der Sättigungstemperatur (in Grad).

**[0021]** Überhitzung ist ein Begriff, der definiert, wie weit über seiner Sättigungsdampftemperatur (der Temperatur, bei der, wenn die Zusammensetzung abgekühlt wird, der erste Flüssigkeitstropfen gebildet wird, die auch als „Taupunkt“ bezeichnet wird) eine Dampfzusammensetzung erhitzt wird.

**[0022]** Der Temperatur-Glide (manchmal einfach als „Glide“ bezeichnet) ist der Absolutwert der Differenz zwischen den Anfangs- und Endtemperaturen eines Phasenänderungsprozesses durch ein Kältemittel innerhalb einer Komponente eines Kältemittelsystems, ohne irgendeine Unterkühlung oder Überhitzung. Dieser Begriff kann verwendet werden, um die Kondensation oder Verdampfung einer nahe-azeotropen oder nicht-azeotropen Zusammensetzung zu beschreiben.

**[0023]** Unter einer azeotropen Zusammensetzung wird eine konstant siedende Mischung aus zwei oder mehreren Substanzen verstanden, die sich wie eine einzige Substanz verhalten. Eine Möglichkeit zur Charakterisierung einer azeotropen Zusammensetzung besteht darin, dass der durch partielle Verdampfung oder Destillation der Flüssigkeit erzeugte Dampf die gleiche Zusammensetzung wie die Flüssigkeit aufweist, aus der er verdampft oder destilliert wird, d. h. die Mischung destilliert/refluxiert ohne Änderung der Zusammensetzung. Konstant siedende Zusammensetzungen werden als azeotrop charakterisiert, da sie entweder einen maximalen oder minimalen Siedepunkt aufweisen, verglichen mit dem der nicht-azeotropen Mischung derselben Verbindungen. Eine azeotrope Zusammensetzung fraktioniert innerhalb eines Kühl- oder Klimatisierungssystems während des Betriebs nicht. Außerdem fraktioniert eine azeotrope Zusammensetzung bei einer Leckage aus einem Kühl- oder Klimatisierungssystem nicht.

**[0024]** Eine nahe-azeotrope Zusammensetzung (auch allgemein als „azeotropähnliche Zusammensetzung“ bezeichnet) ist eine im Wesentlichen konstant siedende flüssige Beimischung von zwei oder mehreren Substanzen, die sich im Wesentlichen wie eine einzige Substanz verhalten. Eine Möglichkeit zur Charakterisierung einer nahe-azeotropen Zusammensetzung besteht darin, dass der durch partielle Verdampfung oder Destillation der Flüssigkeit erzeugte Dampf im Wesentlichen die gleiche Zusammensetzung wie die Flüssigkeit aufweist, aus der er verdampft oder destilliert wurde, d. h. die Beimischung destilliert/refluxiert ohne wesentliche Änderung der Zusammensetzung. Eine andere Möglichkeit zur Charakterisierung einer nahe-azeotropen Zusammensetzung besteht darin, dass der Blasenpunkt-Dampfdruck und der Taupunkt-Dampfdruck der Zusammensetzung bei einer bestimmten Temperatur im Wesentlichen gleich sind. Hierbei ist eine Zusammensetzung nahe-azeotrop, wenn nach Entfernung von 50 Gewichtsprozent der Zusammensetzung, beispielsweise durch Verdampfen oder Abkochen, der Unterschied im Dampfdruck zwischen der ursprünglichen Zusammensetzung

und der Zusammensetzung, die verbleibt, nachdem 50 Gewichtsprozent der ursprünglichen Zusammensetzung entfernt worden sind, weniger als etwa 10 Prozent beträgt.

**[0025]** Eine nicht-azeotrope Zusammensetzung ist eine Mischung aus zwei oder mehreren Substanzen, die sich eher wie eine einfache Mischung als wie eine einzige Substanz verhält. Eine Möglichkeit zur Charakterisierung einer nicht-azeotropen Zusammensetzung besteht darin, dass der durch partielle Verdampfung oder Destillation der Flüssigkeit erzeugte Dampf eine im Wesentlichen andere Zusammensetzung als die Flüssigkeit aufweist, aus der er verdampft oder destilliert wurde, d. h. die Beimischung destilliert/refluxiert mit einer wesentlichen Änderung der Zusammensetzung. Eine andere Möglichkeit zur Charakterisierung einer nicht-azeotropen Zusammensetzung besteht darin, dass der Blasenpunkt-Dampfdruck und der Taupunkt-Dampfdruck der Zusammensetzung sich bei einer bestimmten Temperatur wesentlich voneinander unterscheiden. Hierbei ist eine Zusammensetzung nicht-azeotrop, wenn nach Entfernung von 50 Gewichtsprozent der Zusammensetzung, beispielsweise durch Verdampfen oder Abkochen, der Unterschied im Dampfdruck zwischen der ursprünglichen Zusammensetzung und der Zusammensetzung, die verbleibt, nachdem 50 Gewichtsprozent der ursprünglichen Zusammensetzung entfernt worden sind, größer als etwa 10 Prozent beträgt.

**[0026]** Wie hier verwendet, bedeutet der Ausdruck „Schmiermittel“ jedes Material, das zu einer Zusammensetzung oder einem Kompressor hinzugefügt wird (und in Kontakt mit irgendeiner Wärmeübertragungszusammensetzung bei Verwendung in irgendeinem Wärmeübertragungssystem steht), das eine Schmierung des Kompressors bereitstellt, um das Festfressen von Teilen zu verhindern.

**[0027]** Wie hier verwendet, sind Kompatibilisatoren Verbindungen, welche die Löslichkeit des Hydrofluorkohlenstoffs der offensichtlichen Zusammensetzungen in Schmiermitteln des Wärmeübertragungssystems verbessern. In einigen Ausführungsformen verbessern die Kompatibilisatoren die Ölrückführung zum Kompressor. In einigen Ausführungsformen wird die Zusammensetzung mit einem Systemschmiermittel verwendet, um die Viskosität der ölfreien Phase zu reduzieren.

**[0028]** Wie hier verwendet, bezieht sich Ölrückführung auf die Fähigkeit einer Wärmeübertragungszusammensetzung, Schmiermittel durch ein Wärmeübertragungssystem zu transportieren und es zum Kompressor zurückzuführen. Das heißt, bei der Verwendung ist es nicht ungewöhnlich, dass ein Teil des Kompressorschmiermittels durch die Wärmeübertragungszusammensetzung von dem Kompressor in die anderen Teile des Systems abgeführt wird. In solchen Systemen wird, wenn das Schmiermittel nicht effizient zu dem Kompressor zurückgeführt wird, der Kompressor schließlich aufgrund fehlender Schmierung versagen.

**[0029]** Wie hier verwendet, ist „ultraviolet“ Farbstoff als eine UV-fluoreszierende oder phosphoreszierende Zusammensetzung definiert, die Licht im ultravioletten oder „nahe“ dem Ultraviolettbereich des elektromagnetischen Spektrums absorbiert. Die Fluoreszenz, die durch den UV-fluoreszierenden Farbstoff unter Beleuchtung durch ein UV-Licht erzeugt wird, das zumindest etwas Strahlung mit einer Wellenlänge im Bereich von 10 Nanometer bis etwa 775 Nanometer emittiert, kann detektiert werden.

**[0030]** Entflammbarkeit ist ein Begriff, der die Fähigkeit einer Zusammensetzung bezeichnet, eine Flamme zu entzünden und/oder auszubreiten. Für Kältemittel und andere Wärmeübertragungszusammensetzungen ist die untere Entflammbarkeitsgrenze (lower flammability limit, „LFL“) die minimale Konzentration der Wärmeübertragungszusammensetzung in Luft, die in der Lage ist, eine Flamme durch eine homogene Mischung aus der Zusammensetzung und Luft unter Testbedingungen auszubreiten, die in ASTM (American Society of Testing and Materials) E681 spezifiziert sind. Die obere Entflammbarkeitsgrenze (upper flammability limit, „UFL“) ist die maximale Konzentration der Wärmeübertragungszusammensetzung in Luft, die in der Lage ist, eine Flamme durch eine homogene Mischung aus der Zusammensetzung und Luft unter den gleichen Testbedingungen auszubreiten. Der Entflammbarkeitstest ASTM E681 wird mit der flüssigen Phase und der Dampfphase durchgeführt, die in einem geschlossenen Behälter über der Flüssigkeit bei spezifizierten Temperaturen vorhanden ist, wie von ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers) im ASHRAE-Standard 34 angegeben. Um durch ASHRAE als nicht entflammbar klassifiziert zu werden, muss ein Kältemittel unter den Bedingungen von ASTM E681 nicht entflammbar sein, wie es sowohl in der flüssigen als auch in der Dampfphase sowie während Leckageszenarien formuliert ist.

**[0031]** Das Treibhauspotential (Global Warming Potential, GWP) ist ein Index für die Schätzung des relativen Beitrags zur globalen Erwärmung aufgrund der atmosphärischen Emission eines Kilogramms eines bestimmten Treibhausgases im Vergleich zur Emission eines Kilogramms Kohlendioxid. Das GWP kann für verschiedene Zeithorizonte berechnet werden, die den Effekt der atmosphärischen Lebensdauer für ein bestimmtes Gas

zeigen. Das GWP für den Zeithorizont von 100 Jahren ist üblicherweise der referenzierte Wert. Für Mischungen kann ein gewichteter Mittelwert basierend auf den individuellen GWPs für jede Komponente berechnet werden.

**[0032]** Das Ozonabbaupotential (Ozone Depletion Potential, ODP) ist eine Zahl, die sich auf das durch eine Substanz verursachte Ausmaß des Ozonabbaus bezieht. Das ODP ist das Verhältnis der Auswirkung einer Chemikalie auf Ozon im Vergleich zur Auswirkung der gleichen Masse an CFC-11 (Fluortrichlormethan). Somit ist das ODP von CFC-11 als 1,0 definiert. Andere CFCs und HCFCs weisen ODPS im Bereich von 0,01 bis 1,0 auf. HFCs weisen ein ODP von Null auf, da sie kein Chlor enthalten.

**[0033]** Wie hier verwendet, sollen die Begriffe „umfassen“, „umfassend“, „einschließen“, „einschließlich“, „aufweisen“, „aufweisend“ oder jede andere Variation davon einen nicht ausschließlichen Einschluss abdecken. Zum Beispiel ist eine Zusammensetzung, ein Prozess, ein Verfahren, ein Artikel oder eine Vorrichtung, die/der/ das eine Liste von Elementen umfasst, nicht notwendigerweise auf nur diese Elemente beschränkt, sondern kann andere Elemente enthalten, die nicht ausdrücklich aufgeführt sind oder einer solchen Zusammensetzung, Prozess, Verfahren, Artikel oder Vorrichtung inhärent sind. Ferner bezieht sich „oder“, sofern nicht ausdrücklich gegenteilig angegeben, auf ein einschließendes Oder und nicht auf ein ausschließliches Oder. Zum Beispiel wird eine Bedingung A oder B durch eines der folgenden erfüllt: A ist wahr (oder vorhanden) und B ist falsch (oder nicht vorhanden), A ist falsch (oder nicht vorhanden) und B ist wahr (oder vorhanden), und sowohl A als auch B sind wahr (oder vorhanden).

**[0034]** Der Übergangsausdruck „bestehend aus“ schließt jedes/jeden nicht spezifizierte(n) Element, Schritt, oder Bestandteil aus. Wenn dies in einem Anspruch der Fall wäre, würde der Anspruch auf den Einschluss von anderen als den genannten Materialien mit Ausnahme der normalerweise damit verbundenen Verunreinigungen beschränkt. Wenn der Ausdruck „besteht aus“ in einem Abschnitt des Hauptteils des Anspruchs auftritt, anstatt unmittelbar auf die Präambel zu folgen, beschränkt er nur das in diesem Abschnitt festgelegte Element; andere Elemente sind nicht aus dem Anspruch als Ganzes ausgeschlossen.

**[0035]** Der Übergangsausdruck „besteht im Wesentlichen aus“ wird verwendet, um eine Zusammensetzung, ein Verfahren oder eine Vorrichtung zu definieren, die/das Materialien, Schritte, Merkmale, Komponenten oder Elemente zusätzlich zu den wörtlich offenbarten enthält, vorausgesetzt, dass diese zusätzlichen eingeschlossenen Materialien, Schritte, Merkmale, Komponenten oder Elemente das/die grundlegende(n) und neue(n) Merkmal(e) der beanspruchten Erfindung wesentlich beeinflussen. Der Begriff „im Wesentlichen bestehend aus“ beschreitet einen Mittelweg zwischen „umfassend“ und „bestehend aus“.

**[0036]** Wo die Anmelder eine Erfindung oder einen Teil davon mit einem offenen Begriff wie „umfassend“ definiert haben, sollte es ohne weiteres verständlich sein, dass die Beschreibung so interpretiert werden sollte (falls nicht anders angegeben), dass eine solche Erfindung auch unter Verwendung der Begriffe „im Wesentlichen bestehend aus“ oder „bestehend aus“ beschrieben werden kann.

**[0037]** Außerdem wird die Verwendung von „ein“ oder „eines“ verwendet, um die hier beschriebenen Elemente und Komponenten zu beschreiben. Dies geschieht lediglich aus Gründen der Zweckmäßigkeit und um einen allgemeinen Eindruck des Umfangs der Erfindung zu geben. Diese Beschreibung sollte so gelesen werden, dass sie eines (1) oder mindestens eines (1) enthält, und der Singular schließt auch den Plural ein, es sei denn, es ist offensichtlich, dass es anders gemeint ist.

**[0038]** Sofern nicht anders definiert, haben alle technischen und wissenschaftlichen Begriffe, die hier verwendet werden, die gleiche Bedeutung, wie sie allgemein von einem Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet verstanden wird, zu dem diese Erfindung gehört. Obwohl Verfahren und Materialien, die den hier beschriebenen ähnlich oder äquivalent sind, bei der Durchführung oder dem Testen von Ausführungsformen der offenbarten Zusammensetzungen verwendet werden können, werden geeignete Verfahren und Materialien nachstehend beschrieben. Alle Veröffentlichungen, Patentanmeldungen, Patente und andere hier erwähnten Quellen sind in ihrer Gesamtheit durch Bezugnahme aufgenommen, es sei denn, eine bestimmte Passage wird zitiert. Im Konfliktfall hat die vorliegende Anmeldung einschließlich der Definitionen den Vorrang. Außerdem dienen die Materialien, Verfahren und Beispiele nur der Veranschaulichung und sollen nicht einschränkend sein.

### Zusammensetzungen

**[0039]** Offenbart sind Zusammensetzungen, die Tetrafluorpropen und mindestens eine andere Verbindung umfassen. Tetrafluorpropen kann entweder 1,3,3,3-Tetrafluorpropen (HFO-1234ze) oder 2,3,3,3-Tetrafluorpropen (HFO-1234yf) sein. HFO-1234ze kann in Form von verschiedenen Konfigurationsisomeren, E- (trans-

) oder Z- (cis-), oder Stereoisomeren existieren. Die vorliegende Erfindung soll alle einzelnen Konfigurationsisomere, einzelnen Stereoisomere oder jede Kombination oder Mischung davon einschließen.

**[0040]** Sowohl HFO-1234ze als auch HFO-1234yf können durch im Stand der Technik bekannte Verfahren hergestellt werden.

**[0041]** Die offensichtlichen Zusammensetzungen enthalten auch andere fluorierte Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Difluormethan (HFC-32), Tetrafluorethan, Pentafluorethan (HFC-125) und Difluorethan (1,1-Difluorethan oder HFC-152a). Tetrafluorethan kann 1,1,1,2-Tetrafluorethan (HFC-134a) oder 1,1,2,2-Tetrafluorethan (HFC-134) sein. Diese fluorierten Verbindungen sind im Handel erhältlich oder können durch im Stand der Technik bekannte Verfahren hergestellt werden.

**[0042]** In einer Ausführungsform werden Zusammensetzungen offenbart, umfassend:

- HFO-1234yf und HFC-32;
- HFO-1234yf und HFC-134a;
- HFO-1234yf, HFC-152a, und HFC-134a;
- HFO-1234yf, HFC-125, und HFC-152a;
- HFO-1234yf, HFC-125, und HFC-134a;
- HFO-1234yf, HFC-32, und HFC-134a;
- HFO-1234yf, HFC-32, und HFC-125;
- HFO-1234yf, HFC-32, HFC-125, und HFC-134a;
- HFO-1234ze und HFC-32;
- HFO-1234ze und HFC-125;
- HFO-1234ze, HFC-125, und HFC-152a;
- HFO-1234ze, HFC-125, und HFC-134a;
- HFO-1234ze, HFC-32, und HFC-134a;
- HFO-1234ze, HFC-32, und HFC-125; und
- HFO-1234ze, HFC-32, HFC-125, und HFC-134a.

**[0043]** In einer weiteren Ausführungsform werden Zusammensetzungen offenbart, im Wesentlichen bestehend aus:

- HFO-1234yf und HFC-32;
- HFO-1234yf und HFC-134a;
- HFO-1234yf, HFC-152a, und HFC-134a;
- HFO-1234yf, HFC-125, und HFC-152a;
- HFO-1234yf, HFC-125, und HFC-134a;
- HFO-1234yf, HFC-32, und HFC-134a;
- HFO-1234yf, HFC-32, und HFC-125;
- HFO-1234yf, HFC-32, HFC-125, und HFC-134a;
- HFO-1234ze und HFC-32;
- HFO-1234ze und HFC-125;
- HFO-1234ze, HFC-125, und HFC-152a;
- HFO-1234ze, HFC-125, und HFC-134a;

HFO-1234ze, HFC-32, und HFC-134a;  
 HFO-1234ze, HFC-32, und HFC-125; und  
 HFO-1234ze, HFC-32, HFC-125, und HFC-134a.

**[0044]** In einer Ausführungsform kann jede der offenbarten Zusammensetzungen im Allgemeinen nützlich sein, wenn das Tetrafluorpropen mit etwa 1 Gewichtsprozent bis etwa 99 Gewichtsprozent der Gesamtzusammensetzung vorliegt. In einer anderen Ausführungsform umfassen die nützlichen Zusammensetzungen etwa 20 Gewichtsprozent bis etwa 99 Gewichtsprozent Tetrafluorpropen. In einer anderen Ausführungsform umfassen die nützlichen Zusammensetzungen etwa 40 Gewichtsprozent bis etwa 99 Gewichtsprozent Tetrafluorpropen. Und in noch einer anderen Ausführungsform umfassen die nützlichen Zusammensetzungen etwa 50 Gewichtsprozent bis etwa 99 Gewichtsprozent Tetrafluorpropen.

**[0045]** Für ternäre Zusammensetzungen, wie hier beschrieben, können die Zusammensetzungen in einer Ausführungsform etwa 1 Gewichtsprozent bis etwa 98 Gewichtsprozent Tetrafluorpropen umfassen. In einer anderen Ausführungsform umfassen die Zusammensetzungen etwa 20 Gewichtsprozent bis etwa 98 Gewichtsprozent Tetrafluorpropen. In einer anderen Ausführungsform umfassen die Zusammensetzungen etwa 40 Gewichtsprozent bis etwa 98 Gewichtsprozent Tetrafluorpropen. Und in noch einer anderen Ausführungsform umfassen die Zusammensetzungen etwa 50 Gewichtsprozent bis etwa 98 Gewichtsprozent Tetrafluorpropen. In bestimmten Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen, die trans-HFO-1234ze und HFC-125 umfassen, etwa 80 Gewichtsprozent bis etwa 99 Gewichtsprozent trans-HFO-1234ze und etwa 20 Gewichtsprozent bis etwa 1 Gewichtsprozent HFC-125. In anderen Ausführungsformen umfassen die Zusammensetzungen etwa 85 Gewichtsprozent bis etwa 95 Gewichtsprozent HFO-1234ze und etwa 15 Gewichtsprozent bis etwa 5 Gewichtsprozent HFC-125.

**[0046]** In einigen Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen, die trans-HFO-1234ze und HFC-32 umfassen, etwa 20 Gewichtsprozent bis etwa 90 Gewichtsprozent trans-HFO-1234ze und etwa 80 Gewichtsprozent bis etwa 10 Gewichtsprozent HFC-32.

**[0047]** In einer Ausführungsform wird allgemein erwartet, dass die offenbarten Zusammensetzungen die gewünschten Eigenschaften und Funktionalität beibehalten, wenn die Komponenten in den angegebenen Konzentrationen +/- 2 Gewichtsprozent vorliegen.

**[0048]** In einigen Ausführungsformen erweisen sich die offenbarten Zusammensetzungen als nahe-azeotrop. Nahe-azeotrope Zusammensetzungen, die Tetrafluorpropen umfassen, wurden bei der spezifizierten Temperatur, wie in Tabelle 1 aufgelistet, identifiziert.

Tabelle 1

Komponenten	Nahe-azeotroper Bereich (Gewichtsprozent)	Temp (°C)
HFO-1234yf/HFC-152a/HFC-134a	1-98/1-98/1-98	23
HFO-1234yf/152a/125	1-98/1-98/1-98	23
HFO-1234yf/HFC-125/HFC-134a	1-98/1-98/1-98	23
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a	1-98/1-4/1-98 und 1-55/45-98/1-55	23
HFO-1234yf/HFC-134a/HFC-125/HFC-32	1-97/1-97/1-97/1-5, 1-35/1-40/30-78/6-39, und 1-50/1-40/1-50/40-97	23

**[0049]** Bestimmte der Zusammensetzungen der vorliegenden Erfindung sind nicht-azeotrope Zusammensetzungen. Eine nicht-azeotrope Zusammensetzung kann bestimmte Vorteile gegenüber azeotropen oder nahe-azeotropen Mischungen aufweisen. Der Temperatur-Glide einer nicht-azeotropen Zusammensetzung bietet einen Vorteil bei Gegenstrom-Wärmetauscheranordnungen.

**[0050]** In einigen Ausführungsformen sind die offenbarten Zusammensetzungen nicht entflammbar, wie unter Verwendung von ASTM (American Society of Testing und Materials) E681-2004, dem Standardtest zur Messung der Entflammbarkeit von Kältemitteln, bestimmt.

**[0051]** In einer Ausführungsform ist die Zusammensetzung eine nicht entflammbare Zusammensetzung, die nicht mehr als etwa 60 Gewichtsprozent HFO-1234yf und mindestens etwa 40 Gewichtsprozent HFC-134a bei etwa 60 °C umfasst.

**[0052]** In einer anderen Ausführungsform ist die Zusammensetzung eine nicht entflammbare Zusammensetzung, die nicht mehr als etwa 53 Gewichtsprozent HFO-1234yf und mindestens etwa 47 Gewichtsprozent HFC-134a bei etwa 100 °C umfasst.

**[0053]** In einer Ausführungsform kann eine Kältemittelmischung mit einem gewissen Temperatur-Glide in der Industrie akzeptabel sein oder sogar Vorteile haben, wie vorstehend erwähnt. R407C ist ein Beispiel eines kommerziellen Kältemittelprodukts mit Glide. Es wurde gezeigt, dass bestimmte Zusammensetzungen, wie hier offenbart, eine Kältemittelzusammensetzung mit Temperatur-Glide bereitstellen, der sich dem Temperatur-Glide von R407C nähert.

**[0054]** In einer Ausführungsform umfassen die Zusammensetzungen mindestens etwa 85 Gewichtsprozent HFO-1234yf und bis zu etwa 15 Gewichtsprozent HFC-32. Es wurde gezeigt, dass solche Zusammensetzungen einen minimalen Temperatur-Glide aufweisen und Kühlleistung und Energieeffizienz auf einem ähnlichen Niveau wie R407C aufrechterhalten. In einer anderen Ausführungsform umfassen die Zusammensetzungen mindestens etwa 90 Gewichtsprozent HFO-1234yf und bis zu etwa 10 Gewichtsprozent HFC-32. In einer anderen Ausführungsform umfassen die Zusammensetzungen mindestens etwa 95 Gewichtsprozent HFO-1234yf und bis zu etwa 5 Gewichtsprozent HFC-32.

**[0055]** In einigen Ausführungsformen können die offenbarten Zusammensetzungen zusätzlich zu den Tetrafluorpropen- und fluorierten Verbindungen optionale andere Komponenten umfassen.

**[0056]** In einigen Ausführungsformen können die optionalen anderen Komponenten (hier auch als Additive bezeichnet) in den hier offenbarten Zusammensetzungen eine oder mehrere Komponenten umfassen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Schmiermitteln, Farbstoffen, Lösungsvermittlern, Kompatibilisatoren, Stabilisatoren, Tracer, Perfluorpolyether, Antiverschleißmittel, Hochdruckmittel, Korrosions- und Oxidationsinhibitoren, Metallocerflächen-Energiereduzierer, Metallocerflächen-Deaktivatoren, Radikalfänger, Schaumregulierungsmittel, Viskositätsindexverbesserer, Stockpunksenkungsmittel, Detergentien, Viskositätsregulatoren und Mischungen davon. Tatsächlich passen viele dieser optionalen anderen Komponenten in eine oder mehrere dieser Kategorien und können Qualitäten aufweisen, die sich zur Erzielung einer oder mehrerer Leistungscharakteristiken anbieten.

**[0057]** In einigen Ausführungsformen sind ein oder mehrere Additive in den offenbarten Zusammensetzungen in geringen Mengen bezogen auf die Gesamtzusammensetzung vorhanden. In einigen Ausführungsformen beträgt die Konzentration des Additivs/der Additive in den offenbarten Zusammensetzungen weniger als etwa 0,1 Gewichtsprozent bis etwa 5 Gewichtsprozent des gesamten Additivs. In einigen Fällen sind die Additive in den offenbarten Zusammensetzungen in einer Menge zwischen etwa 0,1 Gewichtsprozent bis etwa 3,5 Gewichtsprozent vorhanden. Die für die erfundungsgemäße Zusammensetzung gewählte(n) Additivkomponente(n) wird/werden auf der Basis der Brauchbarkeit und/oder der individuellen Gerätekomponenten oder der Systemanforderungen ausgewählt.

**[0058]** In einigen Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen mindestens ein Schmiermittel, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen (Ölen mineralischen Ursprungs), synthetischen Schmiermitteln und Mischungen davon.

**[0059]** In einigen Ausführungsformen umfassen die offenbarten Zusammensetzungen ferner mindestens ein Schmiermittel, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen, Alkylbenzolen, synthetischen Paraffinen, synthetischen Naphthenen, Poly-alpha-olefinen, Polyalkylenglykolen, Estern zweibasiger Säuren, Polylestern, Neopentylestern, Polyvinylethern, Silikonen, Silikatestern, fluorierten Verbindungen, Phosphatestern und Mischungen davon.

**[0060]** In einigen Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen mindestens ein Schmiermittel, das aus jenen ausgewählt ist, die zur Verwendung mit Kühl- oder Klimaanlagen geeignet sind. In einigen Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen wenigstens ein synthetisches Öl, das aus jenen ausgewählt ist, die auf dem Gebiet der Schmierung von Kompressionskälteanlagen gut bekannt sind.

**[0061]** In einigen Ausführungsformen ist mindestens eine optionale Komponente ein Mineralölschmiermittel. In einigen Ausführungsformen ist das Mineralölschmiermittel ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Paraffinen (einschließlich gesättigter Kohlenwasserstoffe mit gerader Kohlenstoffkette, gesättigter Kohlenwasserstoffe mit verzweigter Kohlenstoffkette und Mischungen davon), Naphthenen (einschließlich gesättigter zyklischer und Ringstrukturen), Aromaten (solche mit ungesättigten Kohlenwasserstoffen, die einen oder mehrere Ringe enthalten, wobei ein oder mehrere Ringe durch alternierende Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindungen gekennzeichnet sind) und Nicht-Kohlenwasserstoffe (solche Moleküle, die Atome wie Schwefel, Stickstoff, Sauerstoff und Mischungen davon enthalten) und Mischungen und Kombinationen davon.

**[0062]** Einige Ausführungsformen können ein oder mehrere synthetische Schmiermittel enthalten. In einigen Ausführungsformen ist das synthetische Schmiermittel ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus alkylsubstituierten Aromaten (wie Benzol oder Naphthalin, substituiert mit linearen, verzweigten oder Mischungen aus linearen und verzweigten Alkylgruppen, häufig allgemein als Alkylbenzole bezeichnet), synthetischen Paraffinen und Naphthenen, Poly- (alpha-Olefinen), Polyglykolen (einschließlich Polyalkylenglykolen), Estern zweibasiger Säuren, Polyester, Neopentylestern, Polyvinylethern (PVEs), Silikonen, Silikatestern, fluorierten Verbindungen, Phosphatestern und Mischungen und Kombinationen davon.

**[0063]** In einigen Ausführungsformen enthalten die hier offenbarten Zusammensetzungen mindestens ein im Handel erhältliches Schmiermittel. In einigen Ausführungsformen enthalten die hier offenbarten Zusammensetzungen mindestens ein Schmiermittel ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus BVM 100 N (paraffinisches Mineralöl, vertrieben von BVA Oils), Suniso® 1GS, Suniso® 3GS und Suniso® 5GS (naphthenische Mineralöle, vertrieben von Crompton Co.), Sontex® 372LT (naphthenisches Mineralöl, vertrieben von Pennzoil), Calumet® RO-30 (naphthenisches Mineralöl, vertrieben von Calumet Lubricants), Zerol® 75, Zerol® 150 und Zerol® 500 (lineare Alkylbenzole, vertrieben von Shrieve Chemicals) und HAB 22 (verzweigtes Alkylbenzol, vertrieben von Nippon Oil), Polyolester (POEs) wie Castrol® 100 (Castrol, Vereinigtes Königreich), Polyalkylenglycole (PAGs) wie RL-488A von Dow (Dow Chemical, Midland, Michigan) und Mischungen davon.

**[0064]** In anderen Ausführungsformen enthält mindestens eines der Schmiermittel ferner solche Schmiermittel, die auf die Verwendung mit Hydrofluorkohlenstoff-Kältemitteln ausgelegt sind und mit den hier offenbarten Zusammensetzungen unter Betriebsbedingungen von Kompressionskälte- und Klimaanlagenvorrichtungen mischbar sind. In einigen Ausführungsformen werden die Schmiermittel unter Berücksichtigung der Anforderungen eines gegebenen Kompressors und der Umgebung, welcher das Schmiermittel ausgesetzt sein wird, ausgewählt.

**[0065]** In einigen Ausführungsformen liegt das Schmiermittel in einer Menge von weniger als 5,0 Gewichtsprozent der Gesamtzusammensetzung vor. In anderen Ausführungsformen liegt die Menge an Schmiermittel zwischen etwa 0,1 und 3,5 Gewichtsprozent der Gesamtzusammensetzung.

**[0066]** Ungeachtet der vorstehenden Gewichtsverhältnisse für hier offenbarte Zusammensetzungen versteht es sich, dass in einigen Wärmeübertragungssystemen die Zusammensetzung während der Verwendung zusätzliches Schmiermittel von einer oder mehreren Ausrüstungskomponenten eines solchen Wärmeübertragungssystems aufnehmen kann. Beispielsweise können in einigen Kühl-, Klima- und Wärmepumpensystemen Schmiermittel in den Kompressor und/oder den Kompressorschmiermittelbehälter geladen werden. Solch ein Schmiermittel wäre zusätzlich zu jedem Schmiermittelzusatz vorhanden, der in dem Kältemittel in einem solchen System vorhanden ist. Bei Verwendung kann die Kältemittelzusammensetzung, wenn sie sich in dem Kompressor befindet, eine Menge des Ausrüstungsschmiermittels aufnehmen, und somit die Kältemittel-Schmiermittelzusammensetzung vom Startverhältnis ändern.

**[0067]** In solchen Wärmeübertragungssystemen kann, selbst wenn der Großteil des Schmiermittels in dem Kompressorabschnitt des Systems verbleibt, das Gesamtsystem eine Gesamtzusammensetzung enthalten, in der so viel wie etwa 75 Gewichtsprozent bis zu so wenig wie etwa 1,0 Gewichtsprozent der Zusammensetzung Schmiermittel sind. In einer Ausführungsform kann das System in einigen Systemen, zum Beispiel in Supermarktkühlvitrinen, etwa 3 Gewichtsprozent Schmiermittel (über jedes in der Kältemittelzusammensetzung vor dem Laden des Systems vorhandene Schmiermittel hinaus) und 97 Gewichtsprozent Kältemittel enthalten. In einer anderen Ausführungsform kann das System in einigen Systemen, beispielsweise in mobilen Klimaanlagen, etwa 20 Gewichtsprozent Schmiermittel (über jedes in der Kältemittelzusammensetzung vor dem Laden des Systems vorhandene Schmiermittel hinaus) und etwa 80 Gewichtsprozent Kältemittel enthalten.

**[0068]** In einigen Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen mindestens einen Farbstoff. In einigen Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen mindestens einen Ultra-violett-Farbstoff (UV).

**[0069]** In einigen Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen mindestens einen UV-Farbstoff, der ein Fluoreszenzfarbstoff ist. In einigen Ausführungsformen umfassen die beschriebenen Zusammensetzungen mindestens einen UV-Farbstoff, der ein Fluoreszenzfarbstoff ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Naphthalimiden, Perylenen, Cumarienen, Anthracenen, Phenanthracenen, Xanthenen, Thioxanthenen, Naphthoxanthen, Fluoresceinen und Kombinationen davon.

**[0070]** In einigen Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen etwa 0,001 Gewichtsprozent bis etwa 1,0 Gewichtsprozent UV-Farbstoff. In anderen Ausführungsformen ist der UV-Farbstoff in einer Menge von 0,005 Gewichtsprozent bis etwa 0,5 Gewichtsprozent vorhanden; und in anderen Ausführungsformen liegt der UV-Farbstoff in einer Menge von 0,01 Gewichtsprozent bis etwa 0,25 Gewichtsprozent der Gesamtzusammensetzung vor.

**[0071]** In einigen Ausführungsformen ist der UV-Farbstoff eine nützliche Komponente zur Detektion von Lecks der Zusammensetzung, indem die Fluoreszenz des Farbstoffs an oder in der Nähe einer Leckstelle in einer Vorrichtung (z. B. Küleinheit, Klimaanlage oder Wärmepumpe) beobachtet werden kann. Die UV-Emission kann beobachtet werden, z. B. durch die Fluoreszenz von dem Farbstoff unter ultraviolettem Licht. Daher kann, wenn eine Zusammensetzung, die einen solchen UV-Farbstoff enthält, von einem bestimmten Punkt in einer Vorrichtung austritt, die Fluoreszenz an der Leckstelle oder in der Nähe der Leckstelle detektiert werden.

**[0072]** In einigen Ausführungsformen enthalten die beschriebenen Zusammensetzungen ferner mindestens einen Lösungsvermittler, der ausgewählt ist, um die Löslichkeit eines oder mehrerer Farbstoffe in den offenbarten Zusammensetzungen zu verbessern. In einigen Ausführungsformen liegt das Gewichtsverhältnis von Farbstoff zu Lösungsvermittler im Bereich von etwa 99:1 bis etwa 1:1.

**[0073]** In einigen Ausführungsformen enthalten Lösungsvermittler in den offenbarten Zusammensetzungen mindestens eine Verbindung, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Kohlenwasserstoffen, Kohlenwasserstoffethern, Polyoxyalkylenglykolethern (wie Dipropylenglykoldimethylether), Amiden, Nitrilen, Ketonen, Chlorkohlenwasserstoffen (wie Methylchlorid, Trichlorethylen, Chloroform oder Mischungen davon), Estern, Lactonen, aromatischen Ethern, Fluorethern und 1,1,1-Trifluoralkanen und Mischungen davon.

**[0074]** In einigen Ausführungsformen wird mindestens ein Kompatibilisator ausgewählt, um die Kompatibilität eines oder mehrerer Schmiermittel mit den offenbarten Zusammensetzungen zu verbessern. In einigen Ausführungsformen ist der Kompatibilisator ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Kohlenwasserstoffen, Kohlenwasserstoffethern, Polyoxyalkylenglykolethern (wie Dipropylenglykoldimethylether), Amiden, Nitrilen, Ketonen, Chlorkohlenwasserstoffen (wie Methylchlorid, Trichlorethylen, Chloroform oder Mischungen davon), Estern, Lactonen, aromatischen Ethern, Fluorethern, 1,1,1-Trifluoralkanen und Mischungen davon.

**[0075]** In einigen Ausführungsformen werden ein oder mehrere Lösungsvermittler und/oder Kompatibilisatoren ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Kohlenwasserstoffethern, bestehend aus den Ethern, die nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, wie Dimethylether (DME) und Mischungen davon.

**[0076]** In einigen Ausführungsformen schließt die offenbarte Zusammensetzung mindestens einen linearen oder zyklischen aliphatischen oder aromatischen Kohlenwasserstoffkompatibilisator ein, der 5 bis 15 Kohlenstoffatome enthält. In einigen Ausführungsformen ist der Kompatibilisator ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus mindestens einem Kohlenwasserstoff; in anderen Ausführungsformen ist der Kompatibilisator ein Kohlenwasserstoff, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus mindestens Pentan, Hexan, Oktan, Nonan, Decan, im Handel erhältlich von Exxon Chemical (USA) unter den Marken Isopar® H (ein hochreines C<sub>11</sub> bis C<sub>12</sub> Iso-Paraffin), Aromatic 150 (ein C<sub>9</sub> bis C<sub>11</sub> Aromat), Aromatic 200 (ein C<sub>9</sub> bis C<sub>15</sub> Aromat) und Naptha 140 und Mischungen davon.

**[0077]** In einigen Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen mindestens einen polymeren Kompatibilisator. In einigen Ausführungsformen umfassen die offenbarten Zusammensetzungen mindestens einen polymeren Kompatibilisator, ausgewählt aus solchen, die statistische Copolymeren von fluorierten und nicht-fluorierten Acrylaten sind, wobei das Polymer sich wiederholende Einheiten von mindestens einem Monomer umfasst, das durch die Formeln CH<sub>2</sub>=C(R<sup>1</sup>)CO<sub>2</sub>R<sup>2</sup>, CH<sub>2</sub>=C(R<sup>3</sup>)C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>R<sup>4</sup>, und CH<sub>2</sub>=C(R<sup>5</sup>)C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>XR<sup>6</sup> dargestellt wird, wobei X Sauerstoff oder Schwefel ist; R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup>, und R<sup>5</sup> unabhängig voneinander ausgewählt sind

aus der Gruppe bestehend aus H und C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylresten; und R<sup>2</sup>, R<sup>4</sup> und R<sup>6</sup> unabhängig ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus auf Kohlenstoffketten basierenden Resten, enthaltend C und F, und können ferner H, Cl, Ethersauerstoff oder Schwefel in Form von Thioether-, Sulfoxid- oder Sulfongruppen und Mischungen davon enthalten. Beispiele solcher polymeren Kompatibilisatoren enthalten solche, die von E. I. du Pont de Nemours & Co. (Wilmington, DE, 19898, USA) unter der Marke Zonyl® PHS im Handel erhältlich sind. Zonyl® PHS ist ein statistisches Copolymer, hergestellt durch Polymerisieren von 40 Gewichtsprozent CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CO<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>(CF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>)<sub>m</sub>F (auch als Zonyl® Fluormethacrylat oder ZFM bezeichnet), wobei m eine Zahl von 1 bis 12, vorwiegend 2 bis 8 ist, und 60 Gewichtsprozent Laurylmethacrylat (CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CO<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>11</sub>CH<sub>3</sub>, auch als LMA bezeichnet).

**[0078]** In einigen Ausführungsformen enthält die Kompatibilisatorkomponente etwa 0,01 bis 30 Gewichtsprozent (bezogen auf die Gesamtmenge des Kompatibilisators) eines Additivs, das die Oberflächenenergie von metallischem Kupfer, Aluminium, Stahl oder anderen Metallen und Metalllegierungen davon, die sich in Wärmetauschern befinden, auf eine Weise verringert, die die Haftung von Schmiermitteln an dem Metall verringert. Beispiele für Additive, welche die Oberflächenenergie von Metall reduzieren, sind u.a. die im Handel erhältlichen und von DuPont unter den Marken Zonyl® FSA, Zonyl® FSP, und Zonyl® FSJ vertriebenen Additive.

**[0079]** In einigen Ausführungsformen umfassen die offenbarten Zusammensetzungen ferner Metalloberflächen-Deaktivatoren. In einigen Ausführungsformen ist mindestens ein Metalloberflächen-Deaktivator ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Areoxaryl-bis-(benzyliden)-hydrazid (CAS Reg. Nr. 6629-10-3), N,N'-Bis(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyhydrocinnamoylhydrazin (CAS Reg. Nr. 32687-78-8), 2,2,-Oxamidobis-ethyl-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyhydrocinnamat (CAS Reg. Nr. 70331-94-1), N,N'-(Disalicycliden)-1,2-diaminopropan (CAS Reg. Nr. 94-91-7) und Ethyldiamintetra-Essigsäure (CAS Reg. Nr. 60-00-4) und deren Salze und Gemische davon.

**[0080]** In einigen Ausführungsformen umfassen die hier offenbarten Zusammensetzungen ferner mindestens einen Stabilisator, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus gehinderten Phenolen, Thiophosphaten, butyierte Triphenylphosphorthionaten, Organophosphaten oder Phosphiten, Arylalkylethern, Terpenen, Terpenoiden, Epoxiden, fluorierten Epoxiden, Oxetanen, Ascorbinsäure, Thiolen, Lactonen, Thioethern, Aminen, Nitromethan, Alkylsilanen, Benzophenonderivaten, Arylsulfiden, Divinylterephthalsäure, Diphenylterephthalsäure, ionischen Flüssigkeiten und Mischungen davon.

**[0081]** In einigen Ausführungsformen ist der mindestens eine Stabilisator ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Tocopherol; Hydrochinon; t-Butyl-Hydrochinon; Monothiophosphaten; und Dithiophosphaten, im Handel erhältlich von Ciba Specialty Chemicals, Basel, Schweiz, nachstehend als „Ciba“ bezeichnet, unter der Marke Irgalube® 63; Dialkylthiophosphatester, im Handel erhältlich von Ciba unter den Marken Irgalube® 353 bzw. Irgalube® 350; butyierte Triphenylphosphorthionate, im Handel erhältlich von Ciba unter der Marke Irgalube® 232; Aminphosphaten, im Handel erhältlich von Ciba unter der Marke Irgalube® 349 (Ciba); gehinderten Phosphiten, im Handel erhältlich von Ciba als Irgafos® 168 und Tris-(di-tert-butylphenyl)phosphit, im Handel erhältlich von Ciba unter der Marke Irgafos® OPH; (Di-n-octylphosphit); und Isodecyldiphenylphosphit, im Handel erhältlich von Ciba unter der Marke Irgafos® DDPP; Trialkylphosphaten, wie Trimethylphosphat, Triethylphosphat, Tributylphosphat, Trioctylphosphat und Tri(2-ethylhexyl)phosphat; Triarylphosphaten, einschließlich Triphenylphosphat, Tricresylphosphat und Trixylenylphosphat; und gemischten Alkylarylphosphaten einschließlich Isopropylphenylphosphat (IPPP) und Bis(t-butylphenyl)phenylphosphat (TBPP); butylierten Triphenylphosphaten, wie sie im Handel unter der Marke Syn-O-Ad®, einschließlich Syn-O-Ad® 8784, erhältlich sind; tert-butylierten Triphenylphosphaten, wie jenen, die kommerziell erhältlich sind unter der Marke Durad®620; isopropylierten Triphenylphosphaten, wie sie im Handel unter den Marken Durad® 220 und Durad® 110 erhältlich sind; Anisol; 1,4-Dimethoxybenzol; 1,4-Dieethoxybenzol; 1,3,5-Trimethoxybenzol; Myrcen, Alloocimen, Limonen (insbesondere D-Limonen); Retinal; Pinen; Menthol; Geraniol; Farnesol; Phytol; Vitamin A; Terpinen; Delta-3-Caren; Terpinolen; Phellandren; Fenchen; Dipenten; Carotinoiden, wie Lycopin, Beta-Carotin und Xanthophyllen, wie Zeaxanthin; Retinoiden, wie Hepaxanthin und Isotretinoin; Bornan; 1,2-Propylenoxid; 1,2-Butylenoxid; n-Butylglycidylether; Trifluormethyloxiran; 1,1-Bis(trifluormethyl)oxiran; 3-Ethyl-3-hydroxymethyloxetan, wie OXT-101 (Toagosei Co., Ltd); 3-Ethyl-3-((phenoxy)methyl)-oxetan, wie OXT-211 (Toagosei co., Ltd); 3-Ethyl-3-((2-ethylhexyloxy)methyl)-oxetan, wie OXT-212 (Toagosei co., Ltd); Ascorbinsäure; Methanthsol (Methylmercaptopan); Ethanthsol (Ethylmercaptopan); Coenzym A; Dimercaptobernsteinsäure (DMSA); Grapefruitmercaptopan ((R)-2-(4-Methylcyclohex-3-enyl)propan-2-thiol); Cystein ((R)-2-Amino-3-sulfanyl-propanäsäure); Lipoamid (1,2-Dithiolan-3-pantanamid); 5,7-Bis(1,1-dimethylethyl)-3-[2,3(oder 3,4)-dimethylphenyl]-2(3H)-benzofuranon, im Handel erhältlich von Ciba unter der Marke Irganox® HP-136; Benzylphenylsulfid; Diphenylsulfid; Diisopropylamin; Dioctadecyl-3,3'-thiodipropionat, im Handel erhältlich von Ciba unter der Marke Irganox® PS 802 (Ciba); Didodecyl-3,3'-thiopropionat, im Handel erhältlich von Ciba unter der Marke Irganox®

PS 800; Di-(2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidyl)sebacat, im Handel erhältlich von Ciba unter der Marke Tinuvin® 770; Poly-(N-hydroxyethyl-2,2,6,6-tetramethyl-4-hydroxy-piperidyl-succinat, im Handel erhältlich von Ciba unter der Marke Tinuvin® 622LD (Ciba); Methyl-Bis-Talgamin; Bis-Talgamin; Phenol-alpha-Naphthylamin; Bis(dimethylamino)methylsilan (DMAMS); Tris(trimethylsilyl)silan (TTMSS); Vinyltriethoxysilan; Vinyltrimethoxysilan; 2,5-Difluorbenzophenon; 2',5'-Dihydroxyacetophenon; 2-Aminobenzophenon; 2-Chlorbenzophenon; Benzylphenylsulfid; Diphenylsulfid; Dibenzylsulfid; ionische Flüssigkeiten; sowie Mischungen und Kombinationen davon.

**[0082]** In einigen Ausführungsformen enthält die offenbare Zusammensetzung als Stabilisator mindestens eine Ionenflüssigkeit, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus organischen Salzen, die bei Raumtemperatur (etwa 25 °C) flüssig sind, wobei diese Salze Kationen ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Pyridinium, Pyridazinium, Pyrimidinium, Pyrazinium, Imidazolium, Pyrazolium, Thiazolium, Oxazolium und Triazolium und Mischungen davon enthalten; und Anionen ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $[BF_4]^-$ ,  $[PF_6]^-$ ,  $[SbF_6]^-$ ,  $[CF_3SO_3]^-$ ,  $[HCF_2CF_2SO_3]^-$ ,  $[CF_3HFCCF_2SO_3]^-$ ,  $[HCCIFCF_2SO_3]^-$ ,  $[((CF_3SO_2)_2N]^-$ ,  $[(CF_3CF_2SO_2)_2N]^-$ ,  $[(CF_3SO_2)_3C]^-$ ,  $[CF_3CO_2]^-$ , und F- und Mischungen davon. In einigen Ausführungsformen sind Stabilisatoren aus ionischen Flüssigkeiten ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus emim  $BF_4$  (1-Ethyl-3-methylimidazolium-tetrafluorborat); bmim  $BF_4$ (1-Butyl-3-methylimidazoliumtetraborat); emim  $PF_6$ (1-Ethyl-3-methylimidazoliumhexafluorophosphat); und bmim  $PF_6$ (1-Butyl-3-methylimidazoliumhexafluorophosphat), die alle von Fluka (Sigma Aldrich) erhältlich sind.

**[0083]** In einigen Ausführungsformen ist mindestens ein Stabilisator ein gehindertes Phenol, das eine beliebige substituierte Phenolverbindung ist, die Phenole enthält, die eine oder mehrere substituierte oder zyklische, geradkettige oder verzweigte aliphatische Substituentengruppen umfassen, wie alkylierte Mono-phenole, einschließlich 2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; 2,6-Di-tert-butyl-4-ethylphenol; 2,4-Dimethyl-6-tertbutylphenol; Tocopherol; und dergleichen, Hydrochinon und alkylierte Hydrochinone einschließlich t-Butylhydrochinon, andere Derivate von Hydrochinon; und dergleichen, hydroxylierte Thiodiphenylether, einschließlich 4,4'-Thio-bis(2-methyl-6-tert-butylphenol); 4,4'-Thiobis(3-methyl-6-tertbutylphenol); 2,2'-Thiobis(4methyl-6-tert-butylphenol); und dergleichen, Alkyldienbisphenole, einschließlich: 4,4'-Methylenbis(2,6-di-tert-butylphenol); 4,4'-Bis(2,6-di-tert-butylphenol); Derivate von 2,2'- oder 4,4'-Biphenoldiolen; 2,2'-Methylenbis(4-ethyl-6-tertbutylphenol); 2,2'-Methylenbis(4-methyl-6-tertbutylphenol); 4,4-Butyldienbis(3-methyl-6-tert-butylphenol); 4,4-Isopropylidenbis(2,6-di-tert-butylphenol); 2,2'-Methylenbis(4-methyl-6-nonylphenol); 2,2'-Isobutylidenbis(4,6-dimethylphenol); 2,2'-Methylenbis(4-methyl-6-cyclohexylphenol, 2,2- oder 4,4-Biphenyldiole einschließlich 2,2'-Methylenbis(4-ethyl-6-tert-butylphenol); butyliertes Hydroxytoluol (BHT, oder 2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol), Bisphenole mit Heteroatomen einschließlich 2,6-Di-tert-alpha-dimethylamino-p-cresol, 4,4-Thiobis(6-tert-butyl-m-cresol); und dergleichen; Acylaminophenole; 2,6-Di-tert-butyl-4(N,N'-dimethylaminomethylphenol); Sulfide einschließlich Bis(3-methyl-4-hydroxy-5-tert-butylbenzyl)sulfid; Bis(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl)sulfid und Mischungen und Kombinationen davon.

**[0084]** In einigen Ausführungsformen enthalten die offenen Zusammensetzungen mindestens einen Tracer. In einigen Ausführungsformen besteht das Tracer-Additiv in den offenen Zusammensetzungen aus zwei oder mehr Tracer-Verbindungen aus derselben Klasse von Verbindungen oder aus verschiedenen Klassen von Verbindungen.

**[0085]** In einigen Ausführungsformen ist die Tracer-Komponente oder Tracer-Mischung in den Zusammensetzungen in einer Gesamtkonzentration von etwa 50 Gewichtsteilen pro Million (ppm) bis etwa 1000 ppm vorhanden. In anderen Ausführungsformen liegt die Tracer-Verbindung oder Tracer-Mischung in einer Gesamtkonzentration von etwa 50 ppm bis etwa 500 ppm vor. In einer anderen Ausführungsform liegt die Tracer-Verbindung oder Tracer-Mischung in einer Gesamtkonzentration von etwa 100 ppm bis etwa 300 ppm vor.

**[0086]** In einigen Ausführungsformen enthalten die offenen Zusammensetzungen mindestens einen Tracer, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Hydrofluorkohlenstoffen (HFCs), deuterierten Hydrofluorkohlenstoffen, Perfluorkohlenstoffen, Fluorethern, bromierten Verbindungen, iodierte Verbindungen, Alkoholen, Aldehyden und Ketonen, Stickstoffoxid und Kombinationen davon. Einige Ausführungsformen der offenen Zusammensetzungen enthalten mindestens einen Tracer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Fluorethan, 1,1-Difluorethan, 1,1,1-Trifluorethan, 1,1,1,3,3-Hexafluorpropan, 1,1,1,2,3,3-Heptafluorpropan, 1,1,1,3,3-Pentafluorpropan, 1,1,1,3,3-Pentafluorbutan, 1,1,1,2,3,4,4,5,5-Decafluorpentan, 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7-Tridecafluorheptan, Iodtrifluormethan, deuterierten Kohlenwasserstoffen, deuterierten Fluorkohlenwasserstoffen, Perfluorkohlenstoffen, Fluorethern, bromierten Verbindungen, iodierte Verbindungen, Alkoholen, Aldehyden, Ketonen, Stickstoffoxid ( $N_2O$ ) und Mischungen davon. In einigen Ausführungsformen

ist das Tracer-Additiv eine Tracer-Mischung, die zwei oder mehr Hydrofluorkohlenstoffe oder einen Hydrofluorkohlenstoff in Kombination mit einem oder mehreren Perfluorkohlenstoffen enthält.

**[0087]** In einigen Ausführungsformen wird mindestens eine Tracer-Zusammensetzung zu den offenbarten Zusammensetzungen in zuvor bestimmten Mengen zugegeben, um die Detektion jeglicher Verdünnung, Kontamination oder einer anderen Veränderung der Zusammensetzung zu ermöglichen.

**[0088]** In anderen Ausführungsformen können die hier offenbarten Zusammensetzungen ferner einen Perfluorpolyether einschließen. Ein übliches Merkmal von Perfluorpolyethern ist die Gegenwart von Perfluoralkylether-Einheiten. Perfluorpolyether ist synonym zu Perfluorpolyalkylether. Andere häufig verwendete synonyme Ausdrücke sind u.a. „PFPE“, „PFAE“, „PFPE-Öl“, „PFPE-Fluid“ und „PPAE“. In einigen Ausführungsformen weist der Perfluorpolyether die Formel  $\text{CF}_3-(\text{CF}_2)_2-\text{O}[\text{CF}(\text{CF}_3)-\text{CF}_2-\text{O}]^j-\text{R}'$  auf und ist im Handel von DuPont unter der Marke Krytox® erhältlich. In der unmittelbar vorstehenden Formel ist  $j$  2 - 100, einschließlich, und  $\text{R}'$  ist  $\text{CF}_2\text{CF}_3$ , eine C3 bis C6 Perfluoralkylgruppe oder Kombinationen davon.

**[0089]** Andere PFPEs, die von Ausimont von Mailand, Italien, und Montedison S.p.A., von Mailand, Italien, unter den Marken Fomblin® bzw. Galden® im Handel erhältlich sind und durch Fotooxidation von Perfluorolefin hergestellt werden, können ebenfalls verwendet werden.

**[0090]** Das im Handel unter der Marke Fomblin®-Y erhältliche PTFE kann die Formel  $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)-\text{O})_{m'}(\text{CF}_2-\text{O}-)_{n'}-\text{R}_{1f}$  aufweisen. Geeignet ist auch  $\text{CF}_3\text{O}[\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3)\text{O}]_{m'}(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O})_o(\text{CF}_2\text{O})_{n'}-\text{R}_{1f}$ . In den Formeln ist  $\text{R}_{1f}\text{CF}_3$ ,  $\text{C}_2\text{F}_5$ ,  $\text{C}_3\text{F}_7$ , oder Kombinationen von zwei oder mehr davon; ( $m' + n'$ ) ist 8 - 45, einschließlich; und  $m/n$  ist 20 - 1000, einschließlich;  $o'$  ist 1; ( $m'+n'+o'$ ) ist 8 - 45, einschließlich;  $m'/n'$  ist 20 - 1000, einschließlich.

**[0091]** Das im Handel unter der Marke Fomblin®-Z erhältliche PTFE kann die Formel  $\text{CF}_3\text{O}(\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{O})_p(\text{CF}_2-\text{O})_q\text{CF}_3$  aufweisen, wobei ( $p+q'$ ) 40 - 180 ist und  $p/q'$  0,5 - 2, einschließlich, ist.

**[0092]** Eine weitere Familie von PTFE, im Handel unter der Marke Demnum™ von Daikin Industries, Japan, erhältlich, kann ebenfalls verwendet werden. Es kann durch sequentielle Oligomerisierung und Fluorierung von 2,2,3,3-Tetrafluoroxetan hergestellt werden, was die Formel  $\text{F}-[(\text{CF}_2)_3-\text{O}]_t-\text{R}_{2f}$  ergibt, worin  $\text{R}_{2f}\text{CF}_3$ ,  $\text{C}_2\text{F}_5$  oder Kombinationen davon ist und  $t'$  2 - 200, einschließlich, ist.

**[0093]** In einigen Ausführungsformen ist das PFPE nicht funktionalisiert. In einem nicht funktionalisierten Perfluorpolyether kann die Endgruppe eine verzweigte oder geradkettige Perfluoralkyl-Radikalendgruppe sein. Beispiele solcher Perfluorpolyether können die Formel  $\text{C}_r\text{F}_{(2r+1)}-\text{A}-\text{C}_r\text{F}_{(2r+1)}$  aufweisen, in der jedes  $r'$  unabhängig 3 bis 6 ist; A kann  $\text{O}-(\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2)_w$ ,  $\text{O}-(\text{CF}_2-\text{O})_x(\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{O})_y$ ,  $\text{O}-(\text{C}_2\text{F}_4-\text{O})_w$ ,  $\text{O}-(\text{C}_2\text{F}_4-\text{O})_x(\text{C}_3\text{F}_6-\text{O})_y$ ,  $\text{O}-(\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2-\text{O})_x(\text{CF}_2-\text{O})_y$ ,  $\text{O}-(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{O})_w$ ,  $\text{O}-(\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2-\text{O})_x(\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{O})_y-(\text{CF}_2-\text{O})_z$ , oder Kombinationen von zwei oder mehreren davon sein; vorzugsweise ist A  $\text{O}-(\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{O})_w$ ,  $\text{O}-(\text{C}_2\text{F}_4-\text{O})_w$ ,  $\text{O}-(\text{C}_2\text{F}_4-\text{O})_x(\text{C}_3\text{F}_6-\text{O})_y$ ,  $\text{O}-(\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{O})_w$ , oder Kombinationen von zwei oder mehreren davon;  $w'$  ist 4 bis 100;  $x'$  und  $y'$  sind jeweils unabhängig 1 bis 100. Spezielle Beispiele umfassen, sind aber nicht begrenzt auf,  $\text{F}(\text{CF}(\text{CF}_3)-\text{CF}_2-\text{O})_9-\text{CF}_2\text{CF}_3$ ,  $\text{F}(\text{CF}(\text{CF}_3)-\text{CF}_2-\text{O})_9-\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ , und Kombinationen davon. In solchen PFPEs können bis zu 30 % der Halogenatome andere Halogene als Fluor sein, wie beispielsweise Chloratome.

**[0094]** In anderen Ausführungsformen können die beiden Endgruppen des Perfluorpolyethers unabhängig durch die gleichen oder verschiedene Gruppen funktionalisiert sein. Ein funktionalisiertes PFPE ist ein PFPE, worin bei mindestens einer der beiden Endgruppen des Perfluorpolyethers mindestens eines seiner Halogenatome mit einer Gruppe ausgewählt aus Estern, Hydroxylen, Aminen, Amiden, Cyanos, Carbonsäuren, Sulfonsäuren oder Kombinationen davon substituiert ist.

**[0095]** In einigen Ausführungsformen sind repräsentative Ester-Endgruppen u.a.  $-\text{COOCH}_3$ ,  $-\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ,  $-\text{CF}_2\text{COOCH}_3$ ,  $-\text{CF}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ,  $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{COOCH}_3$ ,  $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ,  $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ ,  $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ ,  $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ .

**[0096]** In einigen Ausführungsformen sind repräsentative Hydroxyl-Endgruppen u.a.  $-\text{CF}_2\text{OH}$ ,  $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{OH}$ ,  $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ .

**[0097]** In einigen Ausführungsformen sind repräsentative Amin-Endgruppen u.a.  $-\text{CF}_2\text{NR}^1\text{R}^2$ ,  $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{NR}^1\text{R}^2$ ,  $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{NR}^1\text{R}^2$ ,  $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{NR}^1\text{R}^2$ ,  $-\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NR}^1\text{R}^2$ ,  $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NR}^1\text{R}^2$ , worin  $\text{R}^1$  und  $\text{R}^2$  unabhängig H,  $\text{CH}_3$ , oder  $\text{CH}_2\text{CH}_3$  sind.

**[0098]** In einigen Ausführungsformen sind repräsentative Amid-Endgruppen u.a.  $-CF_2C(O)NR^1R^2$ ,  $-CF_2CF_2C(O)NR^1R^2$ ,  $-CF_2CH_2C(O)NR^1R^2$ ,  $-CF_2CF_2CH_2C(O)NR^1R^2$ ,  $-CF_2CH_2CH_2C(O)NR^1R^2$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CH_2C(O)NR^1R^2$ , worin  $R^1$  und  $R^2$  unabhängig H,  $CH_3$ , oder  $CH_2CH_3$  sind.

**[0099]** In einigen Ausführungsformen sind repräsentative Cyano-Endgruppen u.a.  $-CF_2CN$ ,  $-CF_2CF_2CN$ ,  $-CF_2CH_2CN$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CN$ ,  $-CF_2CH_2CH_2CN$ , und  $-CF_2CF_2CH_2CH_2CN$ .

**[0100]** In einigen Ausführungsformen sind repräsentative Carbonsäure-Endgruppen u.a.  $-CF_2COOH$ ,  $-CF_2CF_2COOH$ ,  $-CF_2CH_2COOH$ ,  $-CF_2CF_2CH_2COOH$ ,  $-CF_2CH_2CH_2COOH$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CH_2COOH$ .

**[0101]** In einigen Ausführungsformen sind die Sulfonsäure-Endgruppen ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus  $-S(O)(O)OR^3$ ,  $-S(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CH_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2CH_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CH_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2CH_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CH_2CH_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CH_2S(O)(O)OR^3$ ,  $-CF_2OS(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2CF_2OS(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2CH_2OS(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2CF_2CH_2OS(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)R^4$ ,  $-CF_2CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)R^4$ , worin  $R^3H$ ,  $CH_3$ ,  $CH_2CH_3$ ,  $CH_2CF_3$ ,  $CF_3$  oder  $CF_2CF_3$  ist und  $R^4CH_3$ ,  $CH_2CH_3$ ,  $CH_2CF_3$ ,  $CF_3$  oder  $CF_2CF_3$  ist.

**[0102]** In einigen Ausführungsformen enthalten die offenbarten Zusammensetzungen Additive, die Mitglieder der Triarylphosphatfamilie von EP- (extreme pressure - extremer Druck) Gleitfähigkeitsadditiven sind, wie butylierte Triphenylphosphate (BTPP), oder andere alkylierte Triarylphosphate, z.B. Syn-0-Ad® 8478 von Akzo Chemicals, Tricresylphosphate und verwandte Verbindungen. Zusätzlich werden Metallalkyldithiophosphate (z. B. Zinkalkyldithiophosphat (oder ZDDP), einschließlich des im Handel erhältlichen Lubrizol 1375 und anderer Mitglieder dieser Chemikalienfamilie, in Zusammensetzungen der offenbarten Zusammensetzungen verwendet. Andere Antiverschleißadditive umfassen natürliche Produktöle und asymmetrische Polyhydroxylschmieradditive, wie das im Handel erhältliche Synergol TMS (International Lubricants).

**[0103]** In einigen Ausführungsformen sind Stabilisatoren wie Antioxidantien, Radikalfänger und Wasserfänger und Mischungen davon enthalten. Solche Additive in dieser Kategorie können, ohne darauf beschränkt zu sein, butyliertes Hydroxytoluol (BHT), Epoxide und Mischungen davon enthalten. Korrosionsinhibitoren umfassen Dodecylbersteinsäure (DDSA), Aminphosphat (AP), Oleoylsarcosin, Imidazonderivate und substituierte Sulfphonate.

**[0104]** In einer Ausführungsform können die hier offenbarten Zusammensetzungen durch jedes geeignete Verfahren hergestellt werden, um die gewünschten Mengen der einzelnen Komponenten zu kombinieren. Ein bevorzugtes Verfahren besteht darin, die gewünschten Komponentenmengen zu wiegen und danach die Komponenten in einem geeigneten Gefäß zu kombinieren. Falls gewünscht, kann Rühren verwendet werden.

**[0105]** In einer anderen Ausführungsform können die hier offenbarten Zusammensetzungen durch ein Verfahren hergestellt werden, umfassend (i) Wiedergewinnen eines Volumens einer oder mehrerer Komponenten einer Kältemittelzusammensetzung aus mindestens einem Kältemittelbehälter, (ii) Entfernen von Verunreinigungen in einem ausreichenden Ausmaß, um eine Wiederverwendung der einen oder mehreren der wiedergewonnenen Komponenten zu ermöglichen, (iii) und gegebenenfalls Kombinieren des gesamten oder eines Teils des wiedergewonnenen Komponentenvolumens mit mindestens einer zusätzlichen Kältemittelzusammensetzung oder -komponente.

**[0106]** Ein Kältemittelbehälter kann jeder Behälter sein, in dem eine Kältemittelmischungszusammensetzung gelagert ist, die in einer Kältevorrichtung, einer Klimaanlagenvorrichtung oder einer Wärmepumpenvorrichtung verwendet wurde. Der Kältemittelbehälter kann die Kältevorrichtung, Klimaanlagenvorrichtung oder Wärmepumpenvorrichtung sein, in der die Kältemittelmischung verwendet wurde. Außerdem kann der Kältemittelbehälter ein Speicherbehälter zum Sammeln wiedergewonnener Kältemittelmischungskomponenten sein, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Druckgasflaschen.

**[0107]** Restkältemittel bedeutet jede Menge an Kältemittelmischung oder Kältemittelmischungskomponenten, die aus dem Kältemittelbehälter durch irgendein Verfahren, das zum Übertragen von Kältemittelmischungen oder Kältemittelmischungskomponenten bekannt ist, bewegt werden kann.

**[0108]** Verunreinigungen können jede Komponente sein, die sich in der Kältemittelmischung oder der Kältemittelmischungskomponente aufgrund ihrer Verwendung in einer Kältevorrichtung, Klimaanlagenvorrichtung oder Wärmepumpenvorrichtung befindet. Solche Verunreinigungen sind u.a., ohne darauf beschränkt zu sein,

Kühlschmierstoffe, die diejenigen sind, die früher hier beschrieben wurden, Partikel, einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf Metall-, Metallsalz- oder Elastomerpartikel, die aus der Kältevorrichtung, Klimaanlagenvorrichtung oder Wärmepumpenvorrichtung kommen können, und irgendwelche anderen Verunreinigungen, welche die Leistung der Kältemittelmischungszusammensetzung nachteilig beeinflussen können.

**[0109]** Solche Verunreinigungen können ausreichend entfernt werden, um eine Wiederverwendung der Kältemittelmischung oder Kältemittelmischungskomponente zu ermöglichen, ohne die Leistung oder die Ausrüstung, innerhalb derer die Kältemittelmischung oder Kältemittelmischungskomponente verwendet wird, nachteilig zu beeinflussen.

**[0110]** Es kann notwendig sein, der Restkältemittelmischung oder der Restkältemittelmischungskomponente eine zusätzliche Kältemittelmischung oder Kältemittelmischungskomponente bereitzustellen, um eine Zusammensetzung zu erzeugen, welche die für ein bestimmtes Produkt erforderlichen Spezifikationen erfüllt. Wenn beispielsweise eine Kältemittelmischung drei Komponenten in einem bestimmten Gewichtsprozentsatz aufweist, kann es notwendig sein, eine oder mehrere der Komponenten in einer gegebenen Menge zuzugeben, um die Zusammensetzung innerhalb der Spezifikationsgrenzen wiederherzustellen.

**[0111]** Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen weisen ein Ozonabbaupotential von Null und ein niedriges Treibhauspotential (GWP) auf. Außerdem weisen die Zusammensetzungen der vorliegenden Erfindung Treibhauspotentiale auf, die geringer sind als die vieler Hydrofluorkohlenstoffe, die gegenwärtig verwendet werden. Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es, ein Kältemittel mit einem Treibhauspotential von weniger als 1000, weniger als 500, weniger als 150, weniger als 100 oder weniger als 50 bereitzustellen.

#### Verfahren der Verwendung

**[0112]** Die hier offenbarten Zusammensetzungen sind als Wärmeübertragungszusammensetzungen, Treibgase, Schaummittel, Treibmittel, Lösungsmittel, Reinigungsmittel, Trägerflüssigkeiten, Verdrängungstrockenmittel, Polier-Abriebmittel, Polymerisationsmedien, Expansionsmittel für Polyolefine und Polyurethan, gasförmige Dielektrika, Feuerlöschmittel und Brandunterdrückungsmittel nützlich. Zusätzlich dazu können die offenbarten Zusammensetzungen in flüssiger oder gasförmiger Form als Arbeitsfluide wirken, die verwendet werden, um Wärme von einer Wärmequelle zu einer Wärmesenke zu leiten. Solche Wärmeübertragungszusammensetzungen können auch als Kältemittel in einem Zyklus nützlich sein, in dem das Fluid Phasenänderungen unterzogen wird; das heißt, von einer Flüssigkeit zu einem Gas und zurück oder umgekehrt.

**[0113]** Die hier offenbarten Zusammensetzungen können als Ersatzstoffe mit niedrigem GWP (Treibhauspotential) für gegenwärtig verwendete Kältemittel nützlich sein, einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf, R134a (oder HFC-134a, 1,1,1,2-Tetrafluorethan), R22 (oder HCFC-22, Chlordifluormethan), R404A, (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung von 44 Gewichtsprozent R125, 52 Gewichtsprozent R143a (1,1,1-Trifluorethan), und 4,0 Gewichtsprozent R134a), R407A, R407B, R407C, R407D, und R407E (ASHRAE-Bezeichnungen für Mischungen von R134a, R125 (Pentafluorethan), und R32 (Difluormethan) in unterschiedlichen Komponentenkonzentrationen), R408A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung von 7 Gewichtsprozent R125, 46 Gewichtsprozent R143a, und 47 Gewichtsprozent R22); R410A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung aus 50 Gewichtsprozent R125 und 50 Gewichtsprozent R32), R413A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die R218, R134a und Isobutan enthält); R417A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung aus 46,6 Gewichtsprozent R125, 50,0 Gewichtsprozent R134a und 3,4 Gewichtsprozent n-Butan), R419A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die R125, R134a und DME enthält); R422A, R422B, R422C und R422D (ASHRAE-Bezeichnung für Mischungen von R125, R134a, Isobutan in unterschiedlichen Komponentenkonzentrationen), R423A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die R134a und 1,1,1,2,3,3-Heptafluorpropan (R227ea) enthält); R424A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die R125, R134a, Isobutan, n-Butan und Isopentan enthält); R426A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die R125, R134a, n-Butan und Isopentan enthält); R427A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung aus 15 Gewichtsprozent R32, 25 Gewichtsprozent R125, 50 Gewichtsprozent R134a und 10 Gewichtsprozent R143a); R428A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die R125, R143a, Propan und Isobutan enthält); R430A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die R152a und Isobutan enthält); R434A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die R125, R134a, R143a und Isobutan enthält); R437A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die R125, R134a, n-Butan und n-Pantan enthält); R438A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die R32, R125, R134a, n-Butan und Isopentan enthält); R507A und R507B (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung von R125 und R143a in unterschiedlichen Komponentenkonzentrationen); und R508A und R508B (ASHRAE-Bezeichnungen für Mischungen von Trifluormethan (R23) und Hexafluorethan (R116) in unterschiedlichen Komponentenkonzentrationen).

**[0114]** Zusätzlich können die hier offenbarten Zusammensetzungen als Ersatz für R12 (CFC-12, Dichlor-difluormethan) oder R502 (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung aus 51,2 Gewichtsprozent CFC-115 (Chlorpentafluorethan) und 48,8 Gewichtsprozent HCFC-22) nützlich sein.

**[0115]** Oft sind Ersatzkältemittel am nützlichsten, wenn sie in der Original-Kältevorrichtung verwendet werden können, die ursprünglich für ein anderes Kältemittel ausgelegt wurde. Insbesondere können die hier offenbarten Zusammensetzungen als Ersatz für R12, R134a, R22, R404A, R407A, R407C, R408A, R410A, R413A, R417A, R419A, R422A, R422B, R422C, R422D, R423A, R424A, R426A, R428A, R430A, R434A, R437A, R438A, R502, R507A, R507B und R508, unter anderen, in Originalvorrichtungen nützlich sein. Außerdem können die Zusammensetzungen, wie sie hier offenbart sind, als Ersatzstoff für R12, R134a, R22, R404A, R407A, R407C, R408A, R410A, R413A, R417A, R419A, R422A, R422B, R422C, R422D, R423A, R424A, R426A, R428A, R430A, R434A, R437A, R438A, R502, R507A, R507B und R508, unter anderem in Vorrichtungen, die für diese Kältemittel mit einigen Systemmodifikationen entworfen wurden, nützlich sein. Ferner können die hier offenbarten Zusammensetzungen nützlich sein, um irgendeines der oben erwähnten Kältemittel in Vorrichtungen zu ersetzen, die speziell für diese neuen Zusammensetzungen modifiziert oder vollständig für diese hergestellt wurden.

**[0116]** In vielen Anwendungen sind einige Ausführungsformen der offenbarten Zusammensetzungen als Kältemittel nützlich und liefern zumindest eine vergleichbare Kühlleistung (das heißt Kühlleistung und Energieeffizienz) wie das Kältemittel, für das ein Ersatzstoff gesucht wird.

**[0117]** In einigen Ausführungsformen sind die hier offenbarten Zusammensetzungen für jedes Verdrängungskompressorsystem nützlich, das für eine beliebige Anzahl von Wärmeübertragungszusammensetzungen ausgelegt ist. Zusätzlich sind viele der offenbarten Zusammensetzungen in neuen Vorrichtungen nützlich, die Verdrängungskompressoren verwenden, um eine ähnliche Leistung wie die zuvor erwähnten Kältemittel bereitzustellen.

**[0118]** In einer Ausführungsform ist ein Verfahren zur Erzeugung von Kühlung offenbart, welches das Kondensieren einer Zusammensetzung wie hier offenbart und danach das Verdampfen der Zusammensetzung in der Nähe eines zu kühlenden Körpers umfasst.

**[0119]** In einer weiteren Ausführungsform ist hier ein Verfahren zur Erzeugung von Wärme offenbart, umfassend das Kondensieren einer Zusammensetzung wie hier offenbart in der Nähe eines zu erwärmenden Körpers und danach das Verdampfen der Zusammensetzung.

**[0120]** In einigen Ausführungsformen beinhaltet die Verwendung der oben offenbarten Zusammensetzungen die Verwendung der Zusammensetzung als Wärmeübertragungszusammensetzung in einem Verfahren zur Erzeugung von Kühlung, wobei die Zusammensetzung zuerst gekühlt und unter Druck gelagert wird, und wenn sie einer wärmeren Umgebung ausgesetzt wird, absorbiert die Zusammensetzung einen Teil der Umgebungs-wärme, dehnt sich aus und kühlst damit die wärmere Umgebung.

**[0121]** In einigen Ausführungsformen können die hier offenbarten Zusammensetzungen insbesondere in Klimaanlagenanwendungen nützlich sein, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Kühler, Hochtemperaturwärme-pumpen, Klimaanlagensysteme für Wohnungen, Gewerbe und Industrie (einschließlich Wärmepumpen für Wohnräume) und einschließlich Fenster-, kanalloser, kanalisierte, gekapselter Endgeräte, Kühler und solcher, die außerhalb angeordnet aber mit dem Gebäude verbunden sind, wie Dachsysteme.

**[0122]** In einigen Ausführungsformen können die hier offenbarten Zusammensetzungen insbesondere in Kühl-anwendungen, einschließlich Hoch-, Mittel- oder Niedertemperatur-Kühlung und anderen spezifischen Anwendungen, wie in gewerblichen, industriellen oder privaten Kühlschränken und Gefrierschränken, Eismaschinen, geschlossenen Kühl- und Gefriergeräten, Supermarkt-Vitrinen und verteilten Systemen, gefluteten Verdampfer-Kühlern, Direktexpansionskühlern, begehbar und von außen hineingrafbbaren Kühlern und Gefriergeräten sowie Kombinationssystemen nützlich sein.

**[0123]** Zusätzlich können die offenbarten Zusammensetzungen in einigen Ausführungsformen als primäre Kältemittel in Sekundärkreislaufsystemen fungieren, die Kühlung zu entfernten Orten durch Verwendung einer sekundären Wärmeübertragungsflüssigkeit bereitstellen.

**[0124]** In einer anderen Ausführungsform wird ein Verfahren zum Wiederaufladen eines Wärmeübertragungs-systems bereitgestellt, das ein zu ersetzendes Kältemittel und ein Schmiermittel enthält, wobei das Verfahren

das Entfernen des zu ersetzenen Kältemittels von dem Wärmeübertragungssystem umfasst, während ein wesentlicher Teil des Schmiermittels in dem System zurückgehalten und eine der hier offenbarten Zusammensetzungen dem Wärmeübertragungssystem zugeführt wird.

**[0125]** In einer anderen Ausführungsform wird ein Wärmetauschsystem bereitgestellt, das eine hier offenbarte Zusammensetzung umfasst, wobei das System ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Klimaanlagen, Gefrierschränken, Kühlsschränken, Wasserkühlern, gefluteten Verdampferkühlern, Direktexpansionskühlern, begehbarer Kühlern, Wärmepumpen, mobilen Kühlsschränken, mobilen Klimaanlageneinheiten und Systemen mit Kombinationen davon.

**[0126]** In einer weiteren Ausführungsform wird ein Verfahren zum Ersetzen eines Kältemittels mit einem hohen GWP in einer Kälte-, Klimaanlagen- oder Wärmepumpenvorrichtung bereitgestellt, wobei das Kältemittel mit hohem GWP ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus R134a, R22, R12, R404A, R410A, R407A, R407C, R413A, R417A, R422A, R422B, R422C und R422D, R423A, R427A, R507A, R507B, R502, und R437A, umfassend das Bereitstellen einer Zusammensetzung wie hier offenbart für die Kälte-, Klimaanlagen- oder Wärmepumpenvorrichtung, welche das Kältemittel mit hohem GWP verwendet, verwendet hat oder für dessen Verwendung ausgelegt wurde; wobei die Zusammensetzung ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

HFO-1234yf und HFC-32;  
HFO-1234yfund HFC-134a;  
HFO-1234yf, HFC-152a, und HFC-134a;  
HFO-1234yf, HFC-125, und HFC-152a;  
HFO-1234yf, HFC-125, und HFC-134a;  
HFO-1234yf, HFC-32, und HFC-134a;  
HFO-1234yf, HFC-32, und HFC-125;  
HFO-1234yf, HFC-32, HFC-125, und HFC-134a;  
HFO-1234ze und HFC-32;  
HFO-1234ze und HFC-125;  
HFO-1234ze, HFC-125, und HFC-152a;  
HFO-1234ze, HFC-125, und HFC-134a;  
HFO-1234ze, HFC-32, und HFC-134a;  
HFO-1234ze, HFC-32, und HFC-125; und  
HFO-1234ze, HFC-32, HFC-125, und HFC-134a.

**[0127]** In einer anderen Ausführungsform kann das Verfahren zum Ersetzen eines Kältemittels mit hohem GWP ferner das Bereitstellen einer Zusammensetzung für die Kälte-, Klimaanlagen- oder Wärmepumpenvorrichtung, welche das Kältemittel mit hohem GWP verwendet, verwendet hat oder für dessen Verwendung ausgelegt wurde umfassen, wobei die Zusammensetzung ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

HFO-1234yfund HFC-32;  
HFO-1234yfund HFC-134a;  
HFO-1234yf, HFC-152a, und HFC-134a;  
HFO-1234yf, HFC-125, und HFC-152a;  
HFO-1234yf, HFC-125, und HFC-134a;  
HFO-1234yf, HFC-32, und HFC-134a;  
HFO-1234yf, HFC-32, und HFC-125;  
HFO-1234yf, HFC-32, HFC-125, und HFC-134a;  
HFO-1234ze und HFC-32;  
HFO-1234ze und HFC-125;

HFO-1234ze, HFC-125, und HFC-152a;  
 HFO-1234ze, HFC-125, und HFC-134a;  
 HFO-1234ze, HFC-32, und HFC-134a;  
 HFO-1234ze, HFC-32, und HFC-125; und  
 HFO-1234ze, HFC-32, HFC-125, und HFC-134a.

**[0128]** Dampfkompressionskälte-, Klimaanlagen- oder Wärmepumpensysteme enthalten einen Verdampfer, einen Kompressor, einen Kondensator und eine Expansionsvorrichtung. Ein Dampfkompressionszyklus verwendet Kältemittel wiederholt in mehreren Schritten, was eine Kühlwirkung in einem Schritt und eine Heizwirkung in einem anderen Schritt erzeugt. Der Zyklus kann einfach wie folgt beschrieben werden. Flüssiges Kältemittel tritt durch eine Expansionsvorrichtung in einen Verdampfer ein, und das flüssige Kältemittel siedet im Verdampfer, indem es der Umgebung Wärme entzieht, bei einer niedrigen Temperatur, um ein Gas zu bilden und Kühlung zu erzeugen. Das Niederdruckgas tritt in einen Kompressor ein, wo das Gas komprimiert wird, um seinen Druck und seine Temperatur zu erhöhen. Das unter höherem Druck stehende (komprimierte) gasförmige Kältemittel tritt dann in den Kondensator ein, in dem das Kältemittel kondensiert und seine Wärme an die Umgebung abgibt. Das Kältemittel kehrt zu der Expansionsvorrichtung zurück, durch die sich die Flüssigkeit von dem höheren Druckniveau in dem Kondensator zu dem niedrigen Druckniveau in dem Verdampfer ausdehnt, wodurch der Zyklus wiederholt wird.

**[0129]** In einer Ausführungsform wird ein Wärmeübertragungssystem bereitgestellt, das eine hier offenbare Zusammensetzung enthält. In einer anderen Ausführungsform ist eine Kälte-, Klimaanlagen- oder Wärmepumpenvorrichtung offenbart, die eine hier offenbare Zusammensetzung enthält. In einer weiteren Ausführungsform ist eine stationäre Kälte-, Klimaanlagen- oder Wärmepumpenvorrichtung offenbart, die eine hier offenbare Zusammensetzung enthält. In noch einer anderen Ausführungsform ist eine mobile Kälte- oder Klimaanlagenvorrichtung offenbart, die eine hier offenbare Zusammensetzung enthält.

**[0130]** In einer anderen Ausführungsform wird ein Verfahren zur Verwendung der Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung als eine Wärmeübertragungsflüssigkeitszusammensetzung offenbart.

**[0131]** Das Verfahren umfasst das Transportieren der Zusammensetzung von einer Wärmequelle zu einer Wärmesenke.

### Beispiele

**[0132]** Die hier offenbarten Konzepte werden in den folgenden Beispielen weiter beschrieben, die den Schutzumfang der Erfindung, der in den Ansprüchen beschrieben ist, nicht einschränken.

#### Beispiel 1

##### Auswirkung von Dampf-Leckage

**[0133]** Ein Gefäß wird mit einer Anfangszusammensetzung bei einer Temperatur von etwa 23 °C beschickt, und der anfängliche Dampfdruck der Zusammensetzung wird gemessen. Der Zusammensetzung wird ermöglicht, aus dem Gefäß zu entweichen, während die Temperatur konstant gehalten wird, bis 50 Gewichtsprozent der Anfangszusammensetzung entfernt sind, wonach der Dampfdruck der in dem Gefäß verbleibenden Zusammensetzung gemessen wird. Die Ergebnisse werden in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2

Zusammensetzung Gew.%	Anfangs P (Psia)	Anfangs P (kPa)	Nach 50 % Leck (Psia)	Nach 50 % Leck (kPa)	Delta P (%)
1234yf/152a/134a					
40/40/20	91,0	627	90,5	624	0,5 %
20/40/40	88,3	609	87,6	604	0,8 %
40/20/40	93,1	642	92,7	639	0,4 %
98/1/1	93,5	645	93,5	645	0,0 %

Zusammensetzung Gew.%	Anfangs P (Psia)	Anfangs P (kPa)	Nach 50 % Leck (Psia)	Nach 50 % Leck (kPa)	Delta P (%)
1/98/1	81,6	563	81,6	563	0,0 %
1/1/98	90,8	626	90,7	625	0,1 %
80/10/10	95,0	655	95,0	655	0,0 %
10/80/10	84,1	580	83,6	576	0,6 %
10/10/80	90,6	625	90,2	622	0,4 %
60/20/20	94,3	650	94,2	649	0,1 %
20/60/20	86,9	599	86,1	594	0,9 %
20/20/60	90,6	625	90,1	621	0,6 %
45/45/10	91,2	629	90,7	625	0,5 %
10/45/45	86,1	594	85,5	590	0,7 %
45/10/45	94,9	654	94,7	653	0,2 %
40/30/30	91,9	634	91,4	630	0,5 %
30/40/30	89,8	619	89,1	614	0,8 %
30/30/40	90,8	626	90,2	622	0,7 %
86/4/10	95,1	656	95,0	655	0,1 %
86/5/9	95,1	656	95,0	655	0,1 %
65/5/30	96,2	663	96,2	663	0,0 %
65/30/5	93,6	645	93,4	644	0,2 %
5/65/30	84,0	579	83,6	576	0,5 %
5/30/65	86,6	597	86,2	594	0,5 %
30/5/65	94,5	652	94,2	649	0,3 %
30/65/5	88,2	608	87,5	603	0,8 %
90/5/5	94,5	652	94,5	652	0,0 %
70/5/25	96,1	663	96,1	663	0,0 %
1234yf/152a/125					
40/40/20	103,4	713	99,0	683	4,3 %
20/40/40	114,6	790	106,6	735	7,0 %
40/20/40	121,8	840	114,4	789	6,1 %
98/1/1	94,2	649	93,8	647	0,4 %
1/98/1	82,1	566	81,8	564	0,4 %
1/1/98	186,3	1285	185,1	1276	0,6 %
80/10/10	101,8	702	99,0	683	2,8 %
10/80/10	89,3	616	86,6	597	3,0 %
10/10/80	159,8	1102	152,2	1049	4,8 %
60/20/20	107,7	743	103,3	712	4,1 %
20/60/20	98,4	678	93,6	645	4,9 %
20/20/60	136,6	942	127,4	878	6,7 %
45/45/10	97,1	669	94,6	652	2,6 %
10/45/45	115,5	796	106,5	734	7,8 %
45/10/45	129,6	894	121,5	838	6,3 %

Zusammensetzung Gew.%	Anfangs P (Psia)	Anfangs P (kPa)	Nach 50 % Leck (Psia)	Nach 50 % Leck (kPa)	Delta P (%)
40/30/30	111,8	771	105,8	729	5,4 %
30/40/30	108,9	751	102,7	708	5,7 %
30/30/40	118,2	815	110,6	763	6,4 %
86/4/10	102,0	703	98,9	682	3,0 %
86/5/9	101,1	697	98,4	678	2,7 %
65/5/30	118,7	818	111,7	770	5,9 %
65/30/5	96,6	666	95,4	658	1,2 %
5/65/30	101,2	698	94,3	650	6,8 %
5/30/65	134,8	929	124,2	856	7,9 %
30/5/65	149,7	1032	141,6	976	5,4 %
30/65/5	90,9	627	89,2	615	1,9 %
90/5/5	97,9	675	96,3	664	1,6 %
70/5/25	114,5	789	108,2	746	5,5 %
1234yf/125/134a					
40/40/20	130,0	896	122,4	844	5,8 %
20/40/40	128,8	888	121,0	834	6,1 %
40/20/40	112,9	778	107,9	744	4,4 %
98/1/1	94,3	650	93,9	647	0,4 %
1/98/1	187,3	1291	186,6	1287	0,4 %
1/1/98	91,8	633	91,4	630	0,4 %
80/10/10	103,5	714	100,3	692	3,1 %
10/80/10	167,5	1155	162,1	1118	3,2 %
10/10/80	101,2	698	97,7	674	3,5 %
60/20/20	112,9	778	107,7	743	4,6 %
20/60/20	147,7	1018	140,0	965	5,2 %
20/20/60	111,2	767	105,7	729	4,9 %
45/45/10	134,3	926	126,2	870	6,0 %
10/45/45	132,3	912	123,7	853	6,5 %
45/10/45	104,8	723	102,0	703	2,7 %
40/30/30	121,3	836	114,8	792	5,4 %
30/40/30	129,6	894	122,1	842	5,8 %
30/30/40	120,8	833	114,2	787	5,5 %
86/4/10	98,3	678	96,9	668	1,4 %
86/5/9	99,1	683	97,3	671	1,8 %
65/5/30	100,9	696	99,4	685	1,5 %
65/30/5	120,5	831	113,2	780	6,1 %
5/65/30	151,1	1042	143,0	986	5,4 %
5/30/65	117,8	812	109,9	758	6,7 %
30/5/65	99,7	687	98,0	676	1,7 %
30/65/5	153,1	1056	145,5	1003	5,0 %

Zusammensetzung Gew.%	Anfangs P (Psia)	Anfangs P (kPa)	Nach 50 % Leck (Psia)	Nach 50 % Leck (kPa)	Delta P (%)
90/5/5	98,5	679	96,7	667	1,8 %
70/5/25	100,7	694	99,1	683	1,6 %
35/35/30	125,4	865	118,4	816	5,6 %
50/30/20	121,4	837	114,7	791	5,5 %
45/30/25	121,4	837	114,8	792	5,4 %
50/25/25	117,2	808	111,3	767	5,0 %
45/15/40	108,9	751	104,9	723	3,7 %
50/12/38	106,6	735	103,3	712	3,1 %
1234yf/32/134a					
40/40/20	185,3	1278	167,8	1157	9,4 %
20/40/40	176,9	1220	158,6	1094	10,3 %
40/20/40	148,4	1023	128,6	887	13,3 %
98/1/1	97,8	674	94,7	653	3,2 %
1/98/1	231,3	1595	230,9	1592	0,2 %
1/1/98	93,5	645	92,1	635	1,5 %
80/10/10	130,6	900	111,0	765	15,0 %
10/80/10	220,2	1518	215,7	1487	2,0 %
10/10/80	117,3	809	105,3	726	10,2 %
60/20/20	153,8	1060	131,2	905	14,7 %
20/60/20	203,9	1406	193,0	1331	5,3 %
20/20/60	142,0	979	123,4	851	13,1 %
45/45/10	195,0	1344	180,0	1241	7,7 %
10/45/45	179,5	1238	161,6	1114	10,0 %
45/10/45	126,0	869	111,5	769	11,5 %
40/30/30	168,2	1160	148,0	1020	12,0 %
30/40/30	181,2	1249	163,5	1127	9,8 %
30/30/40	164,6	1135	144,6	997	12,2 %
86/4/10	110,7	763	100,6	694	9,1 %
86/5/9	114,3	788	102,0	703	10,8 %
65/5/30	114,0	786	104,0	717	8,8 %
65/30/5	176,6	1218	152,9	1054	13,4 %
5/65/30	202,0	1393	190,1	1311	5,9 %
5/30/65	154,1	1062	134,0	924	13,0 %
30/5/65	109,8	757	102,0	703	7,1 %
30/65/5	214,5	1479	207,8	1433	3,1 %
90/5/5	114,1	787	101,4	699	11,1 %
70/5/25	110,4	761	103,8	716	6,0 %
90/4/6	110,4	761	100,0	689	9,4 %
10/40/50	172,3	1188	153,2	1056	11,1 %
30/45/25	188,7	1301	172,8	1191	8,4 %

Zusammensetzung Gew.%	Anfangs P (Psia)	Anfangs P (kPa)	Nach 50 % Leck (Psia)	Nach 50 % Leck (kPa)	Delta P (%)
20/45/35	184,3	1271	167,5	1155	9,1 %
1234yf/134a/125/32					
1/1/1/97	231,2	1594	230,9	1592	0,1 %
1/1/97/1	188,8	1302	187,8	1295	0,5 %
1/97/1/1	94,3	650	92,5	638	1,9 %
97/1/1/1	98,6	680	95,2	656	3,4 %
50/38/9/3	113,9	785	106,2	732	6,8 %
50/38/8/4	116,1	800	107,2	739	7,7 %
50/38/7/5	118,4	816	108,2	746	8,6 %
20/20/20/40	193,8	1336	180,9	1247	6,7 %
10/10/10/70	218,2	1504	213,1	1469	2,3 %
5/5/5/85	226,2	1560	224,0	1544	1,0 %
5/5/50/40	214,7	1480	210,4	1451	2,0 %
50/5/5/40	193,4	1333	176,7	1218	8,6 %
10/40/10/40	180,7	1246	163,9	1130	9,3 %
37/50/10/3	113,5	783	106,1	732	6,5 %
37/10/50/3	148,2	1022	137,8	950	7,0 %
50/10/37/3	137,1	945	126,0	869	8,1 %
10/50/37/3	132,8	916	122,7	846	7,6 %
70/20/8/2	110,2	760	103,5	714	6,1 %
20/70/8/2	106,6	735	101,0	696	5,3 %
8/20/70/2	162,0	1117	154,3	1064	4,8 %
70/8/20/2	119,4	823	110,1	759	7,8 %
35/25/30/10	149,2	1029	134,7	929	9,7 %
92/1/1/6	118,2	815	102,9	709	12,9 %
1/92/1/6	106,3	733	98,5	679	7,3 %
1/1/92/6	195,5	1348	193,7	1336	0,9 %
74/10/10/6	125,3	864	110,7	763	11,7 %
10/74/10/6	116,4	803	106,1	732	8,8 %
10/10/74/6	177,0	1220	169,8	1171	4,1 %
54/20/20/6	132,6	914	119,0	820	10,3 %
20/54/20/6	127,3	878	115,7	798	9,1 %
20/20/54/6	158,3	1091	147,7	1018	6,7 %
34/30/30/6	138,5	955	126,2	870	8,9 %
30/34/30/6	137,9	951	125,7	867	8,8 %
30/30/34/6	141,4	975	129,3	891	8,6 %
40/27/27/6	136,7	943	124,2	856	9,1 %
27/40/27/6	134,7	929	122,8	847	8,8 %
27/27/40/6	146,3	1009	134,5	927	8,1 %
50/22/22/6	133,6	921	120,5	831	9,8 %

Zusammensetzung Gew.%	Anfangs P (Psia)	Anfangs P (kPa)	Nach 50 % Leck (Psia)	Nach 50 % Leck (kPa)	Delta P (%)
22/50/22/6	129,5	893	117,7	812	9,1 %
22/22/50/6	154,8	1067	143,7	991	7,2 %
88/1/1/10	131,7	908	110,2	760	16,3 %
1/88/1/10	115,2	794	103,6	714	10,1 %
1/1/88/10	200,1	1380	198,0	1365	1,0 %
70/10/10/10	137,5	948	118,6	818	13,7 %
10/70/10/10	125,8	867	112,2	774	10,8 %
10/10/70/10	182,3	1257	174,5	1203	4,3 %
50/20/20/10	143,2	987	127,0	876	11,3 %
20/50/20/10	137,1	945	122,9	847	10,4 %
20/20/50/10	164,5	1134	152,5	1051	7,3 %
40/25/25/10	145,7	1005	130,7	901	10,3 %
25/40/40/10	142,7	984	128,4	885	10,0 %
25/25/40/10	156,1	1076	142,8	985	8,5 %
78/1/1/20	158,6	1094	131,4	906	17,2 %
1/78/1/20	135,4	934	117,7	812	13,1 %
1/1/78/20	209,3	1443	206,9	1427	1,1 %
60/10/10/20	161,9	1116	139,8	964	13,7 %
10/60/10/20	146,7	1011	128,7	887	12,3 %
10/10/60/20	193,2	1332	184,8	1274	4,3 %
40/20/20/20	165,1	1138	147,2	1015	10,8 %
20/40/20/40	158,9	1096	141,9	978	10,7 %
20/20/40/20	177,0	1220	163,5	1127	7,6 %
30/25/25/20	166,5	1148	150,0	1034	9,9 %
25/30/25/20	164,9	1137	148,6	1025	9,9 %
25/25/30/20	169,4	1168	153,9	1061	9,1 %
68/1/1/30	178,4	1230	154,0	1062	13,7 %
1/68/1/30	153,1	1056	133,0	917	13,1 %
1/1/68/30	215,9	1489	213,8	1474	1,0 %
50/10/10/30	179,9	1240	160,6	1107	10,7 %
10/50/10/30	164,9	1137	146,2	1008	11,3 %
10/10/50/30	201,3	1388	193,3	1333	4,0 %
40/15/15/30	180,7	1246	163,4	1127	9,6 %
15/40/15/30	171,3	1181	153,8	1060	10,2 %
15/15/40/30	193,7	1336	182,2	1256	5,9 %
30/20/20/30	181,4	1251	165,6	1142	8,7 %
20/30/20/30	177,6	1225	161,5	1114	9,1 %
20/20/30/30	186,5	1286	173,0	1193	7,2 %
59/1/1/39	191,9	1323	172,8	1191	10,0 %
1/59/1/39	167,2	1153	147,4	1016	11,8 %

Zusammensetzung Gew.%	Anfangs P (Psia)	Anfangs P (kPa)	Nach 50 % Leck (Psia)	Nach 50 % Leck (kPa)	Delta P (%)
1/1/59/39	220,3	1519	218,6	1507	0,8 %
40/10/11/39	192,8	1329	177,80	1226	7,8 %
10/40/11/39	180,1	1242	163,20	1125	9,4 %
11/10/40/39	206,4	1423	198,70	1370	3,7 %
30/15/16/39	193,0	1331	179,30	1236	7,1 %
15/30/16/39	186,6	1287	171,70	1184	8,0 %
16/15/30/39	199,4	1375	188,90	1302	5,3 %

**[0134]** Die Zusammensetzungen, wie in Tabelle 2 aufgeführt, sind nahe-azeotrop, wenn die nach dem Entfernen von 50 Gewichtsprozent verbleibende Zusammensetzung weniger als etwa 10 Prozent beträgt.

### Beispiel 2

#### Glide-Reduktion

**[0135]** Die Temperatur-Glide-Parameter und andere Kühlleistungsparameter für eine HFO-1234yf und HFC-32 enthaltende Zusammensetzung werden in Tabelle 3 im Vergleich zu R407C (ASHRAE-Bezeichnung für eine Kältemittel-mischung, die 23 Gew. % HFC-32, 25 Gew. % HFC 125 und 52 Gew. % HFC-134a enthält) bestimmt und angezeigt. Die Glide-Werte, Drücke, Auslasstemperaturen, COP (Energieeffizienz) und Kühlleistung werden für folgende Bedingungen bestimmt:

Verdampfertemperatur	41 °F (5 °C)
Kondensatortemperatur	104 °F (40 °C)
Unterkühlungsausmaß	41 °F (5 °C)
Rücklaufgastemperatur	59 °F (15 °C)
Kompressorwirkungsgrad	70%

Tabelle 3

Zusammensetzung	Druck Verd, kPa	Druck Kond, kPa	Ausl Temp, °C	COP	Leistung (kJ/m³)	Glide, °C (Kond/Verd)
R407C	584	1627	71,3	4,53	3978	5/4,8
HFO-1234yf	371	1016	54,6	4,722	2516	0
HFO-1234yBHFC-32 (95/5 Gew. %)	421	1159	57,5	4,598	2799	3,7/2,6
HFO-1234yi/HFC-32 (90/10 Gew. %)	469	1291	60,1	4,5	3067	5,8/4,4
HFO-1234yf/HFC-32 (85/15 Gew. %)	515	1412	62,5	4,45	3325	6,9/5,5
HFO-1234y6HFC- 32 (80/20 Gew. %)	559	1523	64,6	4,416	3575	7,3/6
HFO-1234yfHFC-32 (78,5/21,5 Gew. %)	572	1556	65,3	4,408	3648	7,3/6,1

**[0136]** R407C ist derzeit ein handelsübliches Kältemittelprodukt selbst mit dem Glide, wie in der obigen Tabelle berichtet. Diese Daten zeigen an, dass HFC-32-Konzentrationen von 15 Gewichtsprozent oder darunter näher an den Temperatur-Glide für R407C heran reichen, was ein Ausmaß ist, das in bestimmten Anwendungen akzeptabel gewesen ist.

## Beispiel 3

## Entflammbarkeit

**[0137]** Entflammbare Verbindungen können durch Testen unter ASTM (American Society of Testing und Materials) E681-2004 mit einer elektronischen Zündquelle identifiziert werden. Solche Tests der Entflammbarkeit wurden an Zusammensetzungen der vorliegenden Offenbarung bei 101 kPa (14,7 psia), 50 % relativer Luftfeuchtigkeit und 60 °C oder 100 °C bei verschiedenen Konzentrationen in Luft durchgeführt, um zu bestimmen, ob sie entflammbar sind und wenn ja, die untere Entflammbarkeitsgrenze (LFL) und die obere Entflammbarkeitsgrenze (UFL) zu finden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4

Zusammensetzung	Temperatur, °C			
	60 °C		100 °C	
	LFL (Vol.-% in Luft)	UFL (Vol.-% in Luft)	LFL (Vol.-% in Luft)	UFL (Vol.-% in Luft)
HFO-1234 yf/HFC-134a (50/50 Gew. %)	nicht entflammbar	nicht entflammbar	nicht entflammbar	nicht entflammbar
HFO-1 234yf/HFC-1 34a (52,5/47,5 Gew. %)	nicht entflammbar	nicht entflammbar	nicht entflammbar	nicht entflammbar
HFO-1234yf/HFC-134a (53,75/46,25 Gew. %)	nicht entflammbar	nicht entflammbar	10	10
HFO-1234yf/HFC-134a (55/45 Gew. %)	nicht entflammbar	nicht entflammbar	9,0	10,5
HFO-1234yf/HFC-134a (57,5/42,5 Gew. %)	nicht entflammbar	nicht entflammbar	8,0	12
HFO-1234yf/HFC-134a (60/40 Gew. %)	nicht entflammbar	nicht entflammbar	nicht geprüft	nicht geprüft
HFO-1234yfHFC-134a (60,6/39,4 Gew. %)	10	11	nicht geprüft	nicht geprüft
HFO-1234yf/HFC-134a (62,5/37,5 Gew. %)	8,8	10,8	nicht geprüft	nicht geprüft
HFO-1 234yf/HFC-1 34a (65/35 Gew. %)	8,0	12	nicht geprüft	nicht geprüft

**[0138]** Die Ergebnisse zeigen, dass Zusammensetzungen, die nicht mehr als etwa 60 Gewichtsprozent HFO-1234yf und der Rest HFC-134a umfassen, bei 60 °C nicht entflammbar sind. Außerdem sind Zusammensetzungen, die nicht mehr als etwa 53 Gewichtsprozent HFC-1234yf und der Rest HFC-134a umfassen, bei 100 °C nicht entflammbar. Die Zusammensetzungen, die Fluorolefine umfassen, die nicht entflammbar sind, sind akzeptablere Kandidaten als Kältemittel- oder Wärmeübertragungsflüssigkeitszusammensetzungen.

Beispiel 4

## Treibhauspotentiale

**[0139]** Werte für das Treibhauspotential (GWP) für einige der offenbarten Zusammensetzungen sind in Tabelle 5 aufgeführt, im Vergleich zu GWP-Werten für HCFC-22, HFC-134a, R404A, R407C, R410A und anderen derzeit verwendeten Kältemitteln. Das GWP für die reinen Komponenten sind als Referenz aufgeführt. Die GWP-Werte für mehr als eine Komponente enthaltende Zusammensetzungen werden als gewichtete Mittelwerte der GWP-Werte der Einzelkomponenten berechnet. Die Werte für die HFCs stammen aus „Climate Change 2007 - IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Fourth Assessment Report on Climate Change“ aus dem Abschnitt „Working Group 1 Report: „The Physical Science Basis“, Kapitel 2, S. 212-213, Tabelle 2.14. Der Wert für HFO-1234yf wurde in Papadimitriou et al., Physical Chemistry Chemical Physics, 2007, Vol. 9, S. 1-13 veröffentlicht. Insbesondere werden die GWP-Werte für den 100-jährigen Zeithorizont verwendet.

Tabelle 5

Komponente oder Zusammensetzung	GWP
HCFC-22	1810
HFC-134a	1430
HFC-152a	124
HFC-125	3500
HFC-32	675
HFC-143a	4470
HFO-1234ze	6
HFO-1234yf	4
R404A	3922
R407C	1802
R410A	2088
HFO-1234yf/HFC-134a (60/40 Gew. %)	860
HFO-1234yf/HFC-134a (50/50 Gew. %)	717
HFO-1234yf/HFC-32 (78,5/21,5 Gew. %)	148
HFO-1234yf/HFC-32 (85/15 Gew. %)	105
HFO-1234yf/HFC-32 (90/10 Gew. %)	71
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (35/10/30/25 Gew. %)	1476
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (97/1/1/1 Gew. %)	57
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (1/97/1/1 Gew. %)	704
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (1/1/97/1 Gew. %)	3415
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (1/1/1/97 Gew. %)	1490
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (92/5/1/1 Gew. %)	87
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (50/40/5/5 Gew. %)	519
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (34/6/30/30 Gew. %)	1520
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (1/20/78/1 Gew. %)	2879
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (74/6/10/10 Gew. %)	254
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a (27/6/27/40 Gew. %)	1559
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125 (40/10/50 Gew. %)	1819
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125 (8/50/42 Gew. %)	1808
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125 (60/30/10 Gew. %)	555
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125 (20/20/60 Gew. %)	2236
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125 (44/20/36 Gew. %)	1397
HFO-1234yf/UFC-32/HFC-125 (70/15/15 Gew. %)	629
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125 (70/20/10 Gew. %)	488
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125 (60/10/30 Gew. %)	1120
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a (1/1/98 Gew. %)	1409
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a (1/4/95 Gew. %)	1386
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a (95/4/1 Gew. %)	45
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a (1/98/1 Gew. %)	676

Komponente oder Zusammensetzung	GWP
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a (98/1/1 Gew.%)	25
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a (54/45/1 Gew.%)	320
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a (1/45/54 Gew.%)	1076
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a (45/45/10 Gew.%)	320
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a (30/45/25 Gew.%)	662
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-134a (30/65/5 Gew.%)	511
HFO-1234yf/HFC-152a/HFC-134a (1/1/98 Gew.%)	1401
HFO-1234yf/HFC-152a/HFC-134a (1/98/1 Gew.%)	136
HFO-1234yf/HFC-152a/HFC-134a (98/1/1 Gew.%)	19
HFO-1234yf/HFC-125/HFC-152a (1/1/98 Gew.%)	157
HFO-1234yf/HFC-125/HFC-152a (98/1/1 Gew.%)	40
HFO-1234yf/HFC-125/HFC-152a (1/98/1 Gew.%)	3431
HFO-1234yf/HFC-125/HFC-134a (1/1/98 Gew.%)	1436
HFO-1234yf/HFC-125/HFC-134a (1/98/1 Gew.%)	3444
HFO-1234yf/HFC-125/HFC-134a (98/1/1 Gew.%)	53
HFO-1234ze/HFC-134a (50/50 Gew.%)	718
HFO-1234ze/HFC-134a (80/20 Gew.%)	293
HFO-1234ze/HFC-125 (95/5 Gew.%)	184
HFO-1234ze/HFC-125 (80/20 Gew.%)	705
HFO-1234ze/HFC-32 (30/70 Gew.%)	474
HFO-1234ze/HFC-32 (60/40 Gew.%)	274
HFO-1234ze/HFC-32 (80/20 Gew.%)	140

**[0140]** Viele hier offenbare Zusammensetzungen, wie jene, die in Tabelle 5 aufgelistet sind, liefern Alternativen mit niedrigerem GWP zu HCFC-22, HFC-134a, R404A, R407C, und/oder R410A usw.

#### Beispiel 5

##### Kühlleistung

**[0141]** Tabelle 6 zeigt die Leistung einiger beispielhafter Zusammensetzungen im Vergleich zu HCFC-22, HFC-134a, HFO-1234yf, R410A und R407C. In Tabelle 6 steht Verd Druck für Verdampferdruck, Kond Druck für Kondensatordruck, Komp Ausl T für Kompressorauslasstemperatur, COP für Leistungskoeffizient (analog zur Energieeffizienz) und CAP für Leistung (capacity). Die Daten basieren auf den folgenden Bedingungen.

Verdampfertemperatur	45 °F (7,2 °C)
Kondensatortemperatur:	110 °F (43,3 °C)
Unterkühlungsausmaß:	(2,8 °F (5°C))
Rücklaufgastemperatur	65 °F (18 °C)
Kompressorwirkungsgrad	70%

**[0142]** Es ist zu beachten, dass die Verdampferüberhitzungsenthalpie in Kühlleistungs- und Energieeffizienzbestimmungen eingeschlossen ist.

Tabelle 6

Zusammensetzung	Verd Druck (kPa)	Kond Druck (kPa)	Komp Ausl T (°C)	CAP (kJ/m³)	CAP bezogen auf R407C (%)	COP	COP bezogen auf R407C (%)	Temp Gliede, °C (Kond/Verd)
R22	624	1660	85	4112	99,1	4,49	103	0
HFC-134a	377	1110	67	2709	65,3	4,58	105	0
HFO-1234yf	399	1104	59	2564	61,8	4,44	102	0
R410A	991	2589	83	5830	141	4,12	94,7	0,14/0,14
R407C	6,25	1767	76	4151	100	4,36	100	4,8/4,8
HFO-1234yf/HFC-134a(60/40 Gew. %)	411	1164	62	2763	66,6	4,50	103	0,01
HFO-1234yf/HFC-32 (78,5/21,5 Gew. %)	6101	1685	70	3835	92,4	4,29	98,4	7,1/6,1
HFO-1234yf/HFC-32 (82/18 Gew.%)	578	1603	68	3654	88,0	4,31	98,9	7/5,8
HFO-1234yf/HFC-32 (85/15 Gew.%)	549	1529	67	3493	84,1	4,32	99,3	6,8/5,4
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a(35/10/30/25 Gew.%)	590	1638	67	3738	90,0	4,32	99,1	4,1/3,6

**[0143]** Mehrere beschriebene Zusammensetzungen weisen eine Leistung auf, die größer als die Leistung von HFC-134a, HFO-1234yf und innerhalb von 10 % der Leistung von R407C ist. Die Energieeffizienz (dargestellt als COP) liegt innerhalb von 2 % der Effizienz für R407C.

## Beispiel 6

## Heizleistung

**[0144]** Tabelle 7 zeigt die Leistung einiger beispielhafter Zusammensetzungen im Vergleich zu HCFC-22, HFC-134a, HFO-1234yf, und R410A. In Tabelle 7 steht Verd Druck für Verdampferdruck, Kond Druck für Kondensatordruck, Komp Ausl T für Kompressorauslasstemperatur, COP für Leistungskoeffizient (analog zur Energieeffizienz) und CAP für Leistung (capacity). Die Daten basieren auf den folgenden Bedingungen.

Kondensatortemperatur	20 °F (-6,7 °C)
Verdampfertemperatur	80 °F (26,7 °C)
Unterkühlungsausmaß	10 °F (5,6 °C)
Rücklaufgastemperatur	65 °F (18 °C)
Kompressorwirkungsgrad	70%

Tabelle 7

Zusammen-setzung	Kond Druck (kPa)	Verd Druck (kPa)	Komp Ausl T (°C)	CAP (kJ/m³)	CAP be-zogen auf HCFC-22 (%)	COP	COP be-zogen auf HCFC-22 (%)	Temp Gli-de, °C (Kond/ Verd)
R22	397	1091	85	2948	100	4,85	100	0
HFC-134a	228	699	67	1897	64,3	5,02	104	0
HFO-1234yf	249	713	58	1914	64,9	5,03	104	0
R410A	393	1145	75	2965	101	4,74	97,8	0,55/0,52
HFO-1234yf/HFC-134a(50/50 Gew. %)	251	744	63	2009	68,1	5,03	104	0/0,1
HFO-1234yf/HFC-32 (78,5/21,5 Gew. %)	392	1109	69	2812	95,4	4,70	96,9	7,9/6,7
HFO-1234yf/HFC-32/HFC-125/HFC-134a(35/10/30/25 Gew. %)	374	1069	66	2757	93,5	4,80	98,9	4,6/4,1

**[0145]** Mehrere beschriebene Zusammensetzungen haben eine Leistung innerhalb von 7 % der Leistung von HCFC-22. Die Energieeffizienz (dargestellt als COP) für diese Zusammensetzungen ist besser als oder innerhalb von 4 % der Effizienz für HCFC-22.

## Beispiel 7

## Heizleistung

**[0146]** Tabelle 8 zeigt die Leistung einiger beispielhafter Zusammensetzungen im Vergleich zu den Zusammensetzungen HCFC-22 und HFO-1234yf/HFC-32. In Tabelle 8 steht Verd Druck für Verdampferdruck, Kond Druck für Kondensatordruck, Komp Ausl T für Kompressorauslasstemperatur, COP für Leistungskoeffizient (analog zur Energieeffizienz) und CAP für Leistung (capacity). Die Daten basieren auf den folgenden Bedingungen.

Verdampfertemperatur	32 °C
Kondensatortemperatur	-12 °C
Unterkühlungsausmaß	9 °C
Rücklaufgastemperatur	-9 °C
Kompressorwirkungsgrad	70 %

Tabelle 8

	100 Jhr GWP (IPCC AR4)	Kond Druck (kPa)	Verd Druck (kPa)	Komp Aus-las T (°C)	Kond/Verd Durchschn Temp-Glide (°C)	COP	Leis-tung (kJ/m³)	COP bez auf R-22	CAP bez auf R-22
HCFC-22	1810	330	1254	76,9	0	4,598	3133,4	100%	103%
HFO-1234yf	4	205	824	42,7	0	4,533	1876,1	99%	62%
HFO-1234yf/HFC-32 (85/15 Gew. %)	105	290	1155	52,3	6,6	4,521	2657,0	98%	88%

	100 Jhr GWP (IPCC AR4)	Kond Druck (kPa)	Verd Druck (kPa)	Komp Aus- lass T (°C)	Kond/Verd Durchschn Temp- Glide (°C)	COP	Leis- tung (kJ/m³)	COP bez auf R-22	CAP bez auf R-22
HFO-1234yf/HFC-32 (84/16 Gew.%)	111	295	1174	52,9	6,7	4,520	2703,7	98%	89%
HFO-1234yUHF-32 (82/18 Gew.%)	125	305	1211	54,0	6,9	4,517	2795,4	98%	92%
HFO-1234yf/HFC-32 (80/20 Gew.%)	138	316	1247	55,1	7,1	4,513	2885,1	98 %	95 %
HFO-1234yf/HFC-32 (79/21 Gew.%)	145	321	1265	55,6	7,1	4,512	2929,1	98%	97%

**[0147]** Im Heizmodus weisen Zusammensetzungen von HFO-1234yf von 79-85 Gewichtsprozent und HFC-32 von 15-21 Gewichtsprozent eine äquivalente Energieeffizienz gegenüber R22 und eine Leistung von 88-97 % von R22 auf. Diese Zusammensetzungen weisen auch einen 100 Jahre GWP-Wert von weniger als 150 auf, was darauf hindeutet, dass sie ein ausgezeichneter Ersatz für R22 mit niedrigem GWP in Wärmepumpen sein würden.

#### Beispiel 8

##### Kühlleistung

**[0148]** Tabelle 9 zeigt die Leistung einiger beispielhafter Zusammensetzungen im Vergleich zu HFC-134a. In Tabelle 9 steht Verd Druck für Verdampferdruck, Kond Druck für Kondensatordruck, Komp Ausl T für Kompressionsauslasstemperatur, COP für Leistungskoeffizient (analog zur Energieeffizienz) und CAP für Kühlleistung (capacity), Durschn. Temp. Glide ist der Durchschnittliche Temperatur-Glide in dem Verdampfer und Kondensator, und GWP ist das Treibhauspotential. Die Daten basieren auf den folgenden Bedingungen.

Verdampfertemperatur	-10 °C
Kondensatortemperatur	40,0 °C
Unterkühlungsausmaß	6 °C
Rücklaufgastemperatur	10 °C
Kompressorwirkungsgrad	70%

**[0149]** Es ist zu beachten, dass die Verdampferüberhitzungsenthalpie nicht in Kühlleistungs- und Energieeffizienzbestimmungen eingeschlossen ist.

Tabelle 9

Zusammensetzung	Verd Druck (kPa)	Kond Druck (kPa)	Komp Ausl T (°C)	CAP (kW)	CAP bezo- gen auf 134a (%)	COP	COP bezo- gen auf 134a (%)	Durchschn. Temp. Glide, °C	GWP*
HFC-134a	200, 6	1016, 5	81,4	2, 231		2,742		0	1430
HFO-1234yf	220, 5	1015, 6	68,3	2, 113	94,7	2,580	94,1	0	4
HFO-1234ze/HFC-125 (95/5 Gew.%)	156, 7	814,4	76,3	1, 769	79	2,756	101	1,61	184

Zusammensetzung	Verd Druck (kPa)	Kond Druck (kPa)	Komp Ausl T (°C)	CAP (kW)	CAP bezogen auf 134a (%)	COP	COP bezogen auf 134a (%)	Durchschn. Temp. Glide, °C	GWP*
HFO-1234ze/HFC-125 (90/10 Gew.%)	166,6	864,4	76,4	1,869	84	2,746	100	2,96	355
HFO-1234ze/HFC-125 (85/15 Gew.%)	176,9	915,0	76,4	1,968	88	2,735	100	4,08	530
HFO-1234ze/HFC-125 (80/20 Gew.%)	187,7	966,1	76,4	2,067	93	2,718	99	4,99	705

\* Der GWP-Wert für HFC-134a stammt aus „Climate Change 2007 - IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Fourth Assessment Report on Climate Change“ aus dem Abschnitt „Working Group 1 Report: „The Physical Science Basis“, Kapitel 2, S. 212-213, Tabelle 2.14.

Der Wert für HFO-1234yf wurde in Papadimitriou et al., Physical Chemistry Chemical Physics, 2007, Vol. 9, S. 1-13 veröffentlicht. Insbesondere werden die GWP-Werte für den 100-jährigen Zeithorizont verwendet. Die GWP-Werte für die Zusammensetzungen, die HFC-134a und HFO-1234yf enthalten, werden als gewichtete Mittelwerte der GWP-Werte der individuellen Komponenten berechnet.

**[0150]** Die Daten in Tabelle 9 zeigen, dass die HFO-1234ze-/HFC-125-Zusammensetzungen als ein Ersatz für HFC-134a dienen könnten, die eine ähnliche Leistung wie HFC-134a aufweisen. Insbesondere stellen diese Zusammensetzungen eine übereinstimmende Energieeffizienz (als COP gezeigt), Drücke und Temperaturen in dem System mit niedrigeren GWP-Werten bereit und nur eine geringe Verringerung der Kühlleistung. Dazu kommt, dass alle Zusammensetzungen einen relativ niedrigen Temperatur-Glide aufweisen, und eine spezifische Zusammensetzung könnte basierend auf regulatorischen Anforderungen für GWP ausgewählt werden, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht bestimmt worden sind.

#### Beispiel 9

##### Kühlleistung

**[0151]** Tabelle 10 zeigt die Leistung bestimmter Zusammensetzungen im Vergleich zu CO<sub>2</sub>, R404A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die HFC-125, HFC-134a und HFC-143a enthält), R410A (ASHRAE-Bezeichnung für eine Mischung, die HFC-32 und HFC-125 enthält) und HFC-32. In Tabelle 10 steht Verd Druck für Verdampferdruck, Kond Druck für Kondensatordruck, Komp Ausl T für Kompressorauslasstemperatur, COP für Leistungscoeffizient (analog zur Energieeffizienz) und CAP für Leistung (capacity), Durschn. Temp. Glide ist der Durchschnittliche Temperatur-Glide in dem Verdampfer und Kondensator, und GWP ist das Treibhauspotential. Die Daten basieren auf den folgenden Bedingungen.

Verdampfertemperatur	-35 °C
Kondensatortemperatur	-6 °C
Unterkühlungsausmaß	0 °C
Rücklaufgastemperatur	-25 °C
Kompressorwirkungsgrad	70 %

**[0152]** Es ist zu beachten, dass die Verdampferüberhitzungsenthalpie nicht in Kühlleistungs- und Energieeffizienzbestimmungen eingeschlossen ist.

Tabelle 10

Zusammensetzung	Verd Druck (kPa)	Kond Druck (kPa)	Komp Ausl T (°C)	CAP (kW)	COP	Durchschn. Temp. Glide, °C	GWP*
CO <sub>2</sub>	1204,7	2960,8	57,3	12,132	4,229	0	1
R404A	168,3	449,4	20,0	2,175	4,791	0,5	3922
HFO-1234yf/HFC-32 (63/37 Gew. %)	163,6	503,5	31,5	2,271	4,875	6,7	252
R410A	220,1	654,1	38,3	2,966	4,836	0,1	2088
HFO-1234yf/HFC-32 (27,5/72,5 Gew. %)	213,6	635,4	46,4	2,934	4,865	0,8	490
HFO-1234yf/HFC-32 (50/50 Gew. %)	185,6	561,8	36,9	2,547	4,853	4,3	340
HFO-1234yf/HFC-32 (40/60 Gew. %)	200,2	599,6	41,0	2,739	4,851	2,5	407
HFO-1234yf/HFC-32 (20/80 Gew. %)	218,2	649,8	50,2	3,015	4,852	0,3	541
HFC-32	221,0	666,3	60,8	3,126	4,833	0	675
HFO-1234ze/HFC-32 (90/10 Gew. %)	60,8	220,1	28,6	0,982	4,947	4,7	73
HFO-1234ze/HFC-32 (80/20 Gew. %)	74,7	266,2	33,2	1,201	4,958	7,5	140
HFO-1234ze/HFC-32 (70/30 Gew. %)	89,1	311,4	37,4	1,419	4,968	9,1	207
HFO-1234ze/HFC-32 (60/40 Gew. %)	104,1	356,1	41,4	1,637	4,958	9,8	274
HFO-1234ze/HFC-32 (50/50 Gew. %)	119,6	400,9	45,2	1,855	4,944	9,8	341
HFO-1234ze/HFC-32 (40/60 Gew. %)	135,9	446,6	48,8	2,074	4,927	9,2	407
HFO-1234ze/HFC-32 (35/65 Gew. %)	144,1	469,9	50,6	2,185	4,907	8,6	441
HFO-1234ze/HFC-32 (30/70 Gew. %)	153,0	493,8	52,4	2,298	4,892	8,0	474
HFO-1234ze/HFC-32 (25/75 Gew. %)	162,1	518,4	54,1	2,413	4,875	7,2	508
HFO-1234ze/HFC-32 (20/80 Gew. %)	171,7	543,9	55,7	2,532	4,858	6,2	541
HFO-1234ze/HFC-32 (10/90 Gew. %)	193,1	599,4	58,7	2,793	4,830	3,7	608

\* Die GWP-Werte für die HFCs stammen aus „Climate Change 2007 - IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Fourth Assessment Report on Climate Change“ aus dem Abschnitt „Working Group 1 Report: „The Physical Science Basis“, Kapitel 2, S. 212-213, Tabelle 2.14. Der Wert für HFO-1234yf wurde in Papadimitriou et al., Physical Chemistry Chemical Physics, 2007, Vol. 9, S. 1-13 veröffentlicht. Insbesondere werden die GWP-Werte für den 100-jährigen Zeithorizont verwendet. Die GWP-Werte für die mehr als eine Komponente enthaltenden Zusammensetzungen werden als gewichtete Mittelwerte der GWP-Werte der Einzelkomponenten berechnet.

[0153] Die Zusammensetzung, die 63 Gew.% HFO-1234yf und 37 Gew.% HFC-32 enthält, zeigt in der Tat einen verbesserten COP-Wert und eine verbesserte Leistung im Vergleich zu R404A und weist auch ein er-

heblich niedrigeres GWP auf. Die 27,5 Gew.% HFO-1234yf und 72,5 Gew.% HFC-32 enthaltende Zusammensetzung entspricht dem COP und der Leistung von R410A, weist einen sehr niedrigen Temperatur-Glide auf, was auf azeotropähnliches Verhalten hindeutet, und weist ebenfalls ein erheblich niedrigeres GWP auf. Man beachte, dass alle Mischungen von Tetrafluorpropen (sowohl HFO-1234yf als auch HFO-1234ze) und HFC-32 im Vergleich zu CO<sub>2</sub> einen verbesserten COP-Wert (Energieeffizienz) aufweisen und viele einen verbesserten COP-Wert im Vergleich zu R404A und R410A aufweisen.

**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**

- US 61116029 [0001]
- US 61180281 [0001]
- DE 19898 [0077]

**Schutzansprüche**

1. Nicht-entflammbare Zusammensetzung, die nicht mehr als etwa 60 Gew.% HFO-1234yf und wenigstens etwa 40 Gew.% HFC-134a bei 60 °C umfasst.
2. Zusammensetzung nach Anspruch 1, die etwa 50 bis etwa 60 Gew.% HFO-1234yf und etwa 50 bis etwa 40 Gew.% HFC-134a bei 60 °C umfasst.
3. Zusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, die etwa 55 bis etwa 57,5 Gew.% HFO-1234yf und etwa 45 bis etwa 42,5 Gew.% HFC-134a umfasst.
4. Zusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, die etwa 50 Gew.% HFO-1234yf und etwa 50 Gew.% HFC-134a, etwa 52,5 Gew.% HFC-1234yf und etwa 47,5 Gew.% HFC-134a, etwa 53,75 Gew.% HFC-1234yf und etwa 46,25 Gew.% HFC-134a, etwa 55 Gew.% HFC-1234yf und etwa 45 Gew.% HFC-134a, etwa 57,5 Gew.% HFC-1234yf und etwa 42,5 Gew.% HFC-134a, oder etwa 60 Gew.% HFC-1234yf und etwa 40 Gew.% HFC-134a umfasst.
5. Zusammensetzung, die 55,5 bis 59,5 Gew.% HFC-1234yf und 44,5 bis 40,5 Gew.% HFC-134a umfasst.
6. Kälte-, Klimaanlagen- oder Wärmepumpenvorrichtung, die die Zusammensetzung nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5 enthält.
7. Stationäre Klimanalagenvorrichtung, die die Zusammensetzung nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5 enthält.
8. Stationäres Kühlsystem, das die Zusammensetzung nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5 enthält.

Es folgen keine Zeichnungen