



Tecumseh

RICHTLINIEN ZUR VERWENDUNG VON R452A UND R448A/R449A

www.tecumseh.com

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/R449A
und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

1. Einführung zu den Kältemitteln R452A und R448A/R449A

Die Tecumseh Products Company empfiehlt nicht das Umrüsten von bestehenden leckagefreien Kälteanlagen. Wenn kein Kältemittel in die Atmosphäre gelangt und die Anlage ordnungsgemäß läuft, besteht kein Grund, das Kältemittel zu ersetzen. Bitte wenden Sie sich an den Hersteller der Anlagen, da durch einen Wechsel des Kältemittels die Sicherheitszertifizierung ungültig werden kann.

Dieser Leitfaden bietet praktische Informationen und Empfehlungen für die Verwendung von R452A oder R448A/R449A in neuen und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen mit niedriger, mittlerer und hoher Temperatur. Diese Empfehlungen beziehen sich auf alle hermetischen Hub- und Rollkolbenverdichter von Tecumseh (einschließlich Tecumseh-Verflüssigungssätze). Dies gilt jedoch nicht für die Masterflux®-Reihe. R452A und R448A/R449A sollten nur in Verdichtern verwendet werden, die von Tecumseh für diese Kältemittel freigegeben sind.

R452A und R448A/R449A sind keine „Drop-in“-Alternativen für R404A/R507. Leistung und Wirkungsgrad fallen leicht unterschiedlich aus. Zudem gibt es allgemeine Unterschiede, die beim Handhaben, Verarbeiten, Verwenden und Wechseln von Kältemitteln berücksichtigt werden müssen.

Im Gegensatz zu R452A weisen die Kältemittel R448A und R449A vor allem bei niedrigeren Verdampfungstemperaturen höhere Heißgastemperaturen als R404A auf (10 bis 30 K, 18 bis 54 °F). Aus diesem Grund müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, um einen sicheren Betrieb des Verdichters zu gewährleisten.

2. Umweltrelevante Daten

Bei R452A und R448A/R449A handelt es sich um Gemische aus üblichen Fluorkohlenwasserstoffen (FKW) und dem neuen Hydrofluoroolefin-Molekül R1234yf (HFO). Ihre unterschiedlichen Zusammensetzungen werden im Folgenden dargestellt.

	R507	R404A	R448A	R449A	R452A
R143a	50%	52%		0%	0%
R32	0%	0%	26%	24%	11%
R125	50%	44%	26%	25%	59%
R134a	0%	4%	21%	26%	0%
R1234yf	0%	0%	20%	25%	30%
R1234ze				7%	

Die Kältemittel R452A und R448A/R449A sind nicht entflammbar. Ihnen wurde gemäß den Normen ASHRAE 34 und DIN EN 378 die Sicherheitsgruppe A1 zugeordnet. A1 bedeutet, dass die Stoffe als „ungefährlich“ klassifiziert wurden. Dabei gilt:

A = Geringe Giftigkeit

1 = Keine Flammenausbreitung bei 18 °C/64,4 °F, 101.300 Pa/14,7 psi

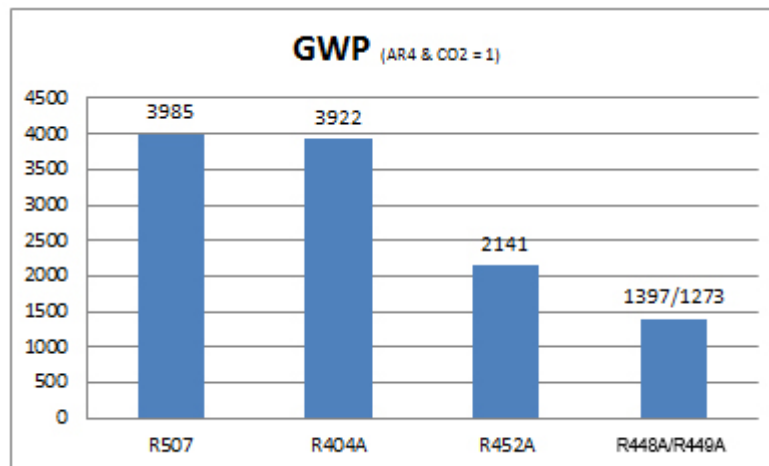
Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

Da jedoch sowohl R452A als auch R448A/R449A die mittelschwer entflammablen Stoffe R32 und R1234yf enthalten, sollten sie aufgrund der Brandgefahr zur Lecksuche nicht mit Luft vermischt werden.

Andere physikalische Eigenschaften zeigt die nachfolgende Tabelle.

Kältemiteleigenschaften	R404A	R448A/R449A	R452A
Siedepunkt bei 1 bar (°C/°F)	-46.5 / -51.7	-46 / -50.8	-47 / -52.6
Kritische Temperatur (°C/°F)	72.1 / 161.8	80.1 / 176.2	74.9 / 166.8
Kritischer Druck (bar abs./psig)	37.3 / 541	44.1 / 639.6	40.0 / 580.2
Flüssigkeitsdichte bei 32 °C/90 °F (kg/m ³)	1010	1061	1093
Dampfdichte bei -30 °C/-22 °F (kg/m ³)	10.7	7.3	10.1

Da die Kältemittel R452A und R448A/R449A kein Chlor enthalten, weisen sie ein Ozonabbaupotential (ODP) von 0 auf. Ihr Treibhauspotential (GWP) ist um 45 % bzw. 64 % geringer als das von R404A.



3. Kältemittleigenschaften

Gleit und Wärmeübertragungsleistung

Bei R404A handelt es sich um ein nahezu azeotropes Kältemittelgemisch. Das bedeutet, dass es sich bei einem bestimmten Druck ungefähr bei der gleichen Temperatur verflüssigt und siedet (Temperaturgleit niedriger als 0,5 K).

Die Kältemittel R452A und R448A/R449A weisen je nach Betriebsbedingungen einen Temperaturgleit von 1,5 bis 5 K (2,7 bis 9,0 °F) auf (siehe nachfolgende Tabelle).

Kältemittel/T _{Tau}	Effektiver Temperaturgleit (K/°F)			
	Verdampfer			Verflüssiger
	-35°C / -31°F	-10°C / 14°F	0°C / 32°F	45°C / 113°F
R404A	0.3 / 0.54	0.3 / 0.54	0.4 / 0.72	0.3 / 0.54
R448A/R449A	3.0 / 5.4	3.5 / 6.3	3.8 / 6.8	4.5 / 8.1
R452A	1.7 / 3.1	2.2 / 4.0	2.5 / 4.5	3.5 / 6.3

Beim effektiven Gleit wird die tatsächliche Temperatur am Verdampfereintritt berücksichtigt.

In der Verdampfungsphase steigt die Temperatur und in der Verflüssigungsphase sinkt sie. Gegenstrom-Wärmetauscher, die in den letzten zehn Jahren zum Einsatz kamen, sind im Gegensatz zu Gleichstrom-Wärmetauschern weniger anfällig für dieses physikalische Phänomen.

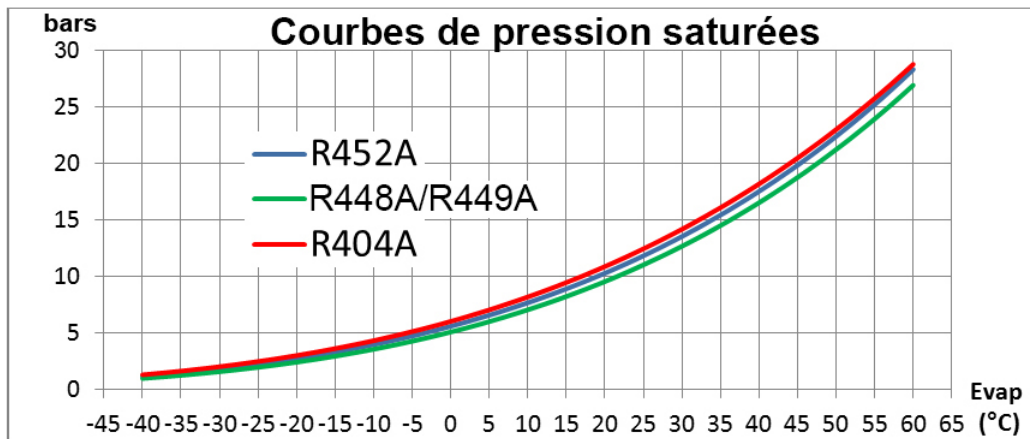
Zudem wird durch eine durchschnittliche Temperatur während der Verdampfungsphase, Mitteltemperatur genannt, die Temperaturdifferenz zwischen den Primär- und Sekundärkältemitteln erhöht (im Vergleich zur Taupunkttemperatur-Referenz).

- Diese beiden Tatsachen können möglichen Leistungsverlusten der Wärmetauscher entgegenwirken.
- Ein verbleibendes Risiko ist das Vereisen des Verdampfers, das abhängig ist vom Typ des Sekundärkältemittels und von der Durchflussmenge durch die Wärmetauscher.
 - Die Abtaueinstellungen (Häufigkeit und Dauer) können angepasst und/oder zurückgesetzt werden, um das Risiko einer Vereisung zu verringern.

Für R452A, R448A/R449A und R404A werden die temperaturabhängigen Bubble- und Taupunkt drücke in den Tabellen auf den Seiten 14 bis 16 dargestellt. Um das Expansionsorgan ordnungsgemäß zu versorgen und die erwartete Verdampferleistung zu erreichen, sollte der Techniker prüfen, ob am Verflüssigeraustritt eine ausreichende Unterkühlung stattfindet. Die Unterkühlung kann bestimmt werden, indem die Spalte „Bubble-Point-Temperatur“ zu Rate gezogen wird. Zum Bestimmen der Überhitzung ist die Spalte „Taupunkttemperatur“ hinzuzuziehen.

Die Sättigungsdrücke von R452A sind nur geringfügig niedriger als die von R404A. Und die Drücke von R448A/R449A sind nur etwas geringer als die von R404A.

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen



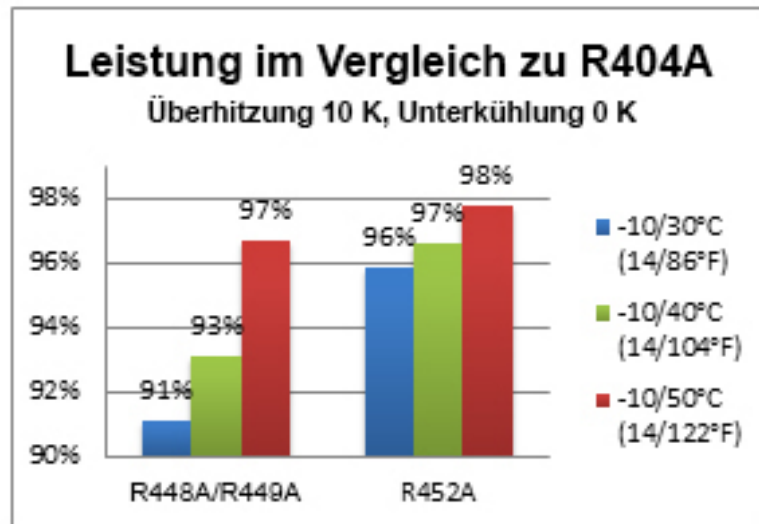
Messbedingungen & angegebene Leistungen gemäß Referenzstandards

Verdichterstandards verwenden Taupunkttemperaturen, da sie das Herstellen eines deutlichen Zusammenhangs zwischen den Drücken und Temperaturen erlauben. Zu Analysezwecken kann eine Durchschnittstemperatur dazu eingesetzt werden, um die tatsächliche Anlagenleistung darzustellen oder um Gemische mit reinen Kältemitteln zu vergleichen.

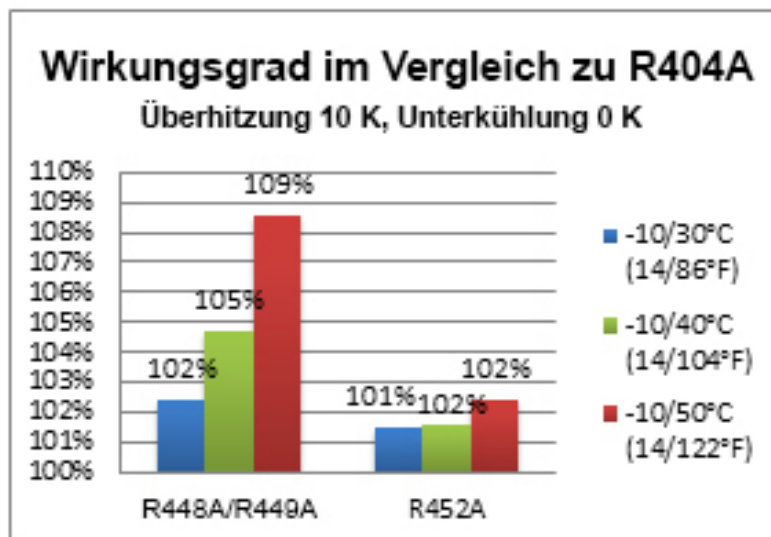
Die durchschnittliche Verflüssigungstemperatur ist das arithmetische Mittel der Tau- und Bubble-Point-Temperaturen bei dem jeweiligen Verflüssigungsdruck. Sie lässt sich leicht berechnen. Bei der durchschnittlichen Verdampfungstemperatur handelt es sich um das Mittel der Taupunkttemperatur bei Verdampfungsdruck und der Temperatur am Verdampfereintritt, die abhängig ist vom Verflüssigungsdruck und der Unterkühlung. Bitte ziehen Sie für weitere Informationen und für ein Verfahren zum Umwandeln der Taupunkt- in die Mitteltemperatur den [Gleit-Leitfaden](#) von ASERCOM zu Rate.

4. Leistung bei mittlerer Temperatur

Von Tecumseh durchgeführte Prüfungen lassen auf Grundlage verschiedener Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen Rückschlüsse auf das Verhalten der Kältemittel zu. Diese Ergebnisse können in Abhängigkeit der Verdichtermodelle leicht variieren.



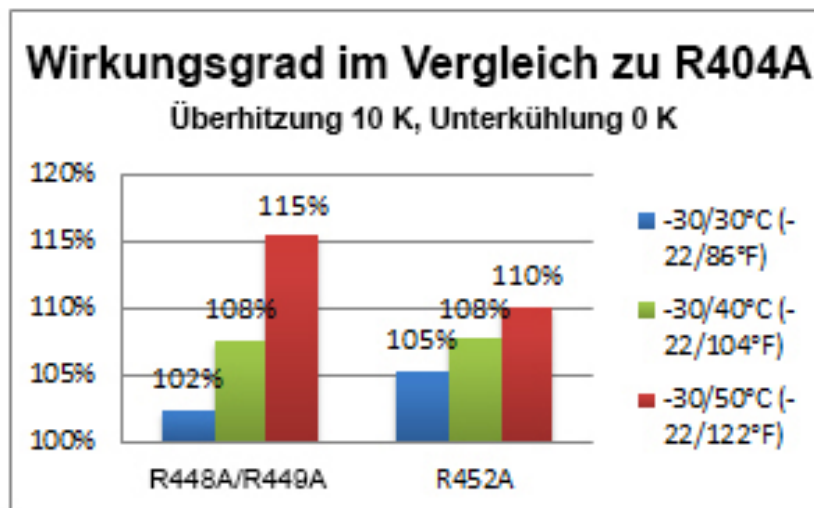
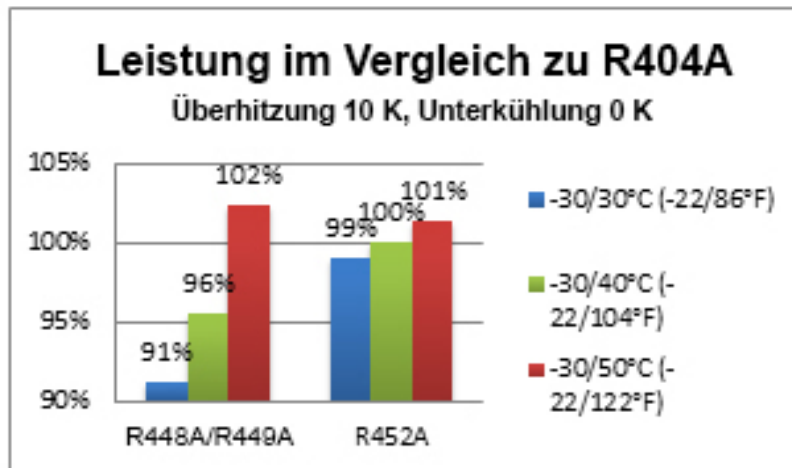
R452A liefert im Vergleich zu R448A/R449A vor allem bei niedrigen Verflüssigungstemperaturen mehr Leistung.



Die Kältemittel R452A und R448A/R449A weisen im Vergleich zu R404A einen höheren Wirkungsgrad auf. Derjenige von R448A/R449A ist dabei etwas höher als der von R452A. Dies gilt vor allem bei hohen Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen.

5. Leistung bei Anwendungen im Niederdruckverdampfungsbereich (ND)

Die unten stehenden Ergebnisse können je nach VerdichtermodeLL leicht variieren.



6. Betriebssicherheit des Verdichters

Kompatibilität

Es wurden umfangreiche Prüfungen durchgeführt, um nachzuweisen, dass die Kältemittel R452A und R448A/R449A mit den von Tecumseh bereits zugelassenen Polyolester- und Polyvinylether-Schmiermitteln (POE bzw. PVE) und mit allen in R404A-Verdichtern und -Verflüssigungssätzen von Tecumseh verwendeten Werkstoffen kompatibel sind. Wenden Sie sich für die aktuellste Liste von zulässigen Ölen an Ihren Tecumseh-Ansprechpartner.

Chemische Stabilität

Stabilitätsprüfungen zeigen, dass R452A und R448A/R449A als Kältemittel mit niedrigem GWP dazu neigen, sich bei dem Vorhandensein von Luft weitaus schneller zu zersetzen als R404A. Bei Anwesenheit von Wasser wird dieser Vorgang noch deutlicher.

Wenn sich Kältemittel zersetzen, entstehen Fluorid-Ionen und organische Säuren, die zur Zersetzung von POE-Schmiermitteln (bei PVE-Schmiermitteln ist dies weniger der Fall), zur Korrosion von Expansionsventilen, zur Verstopfung von Kapillarrohren und zum Verschleiß von beweglichen Teilen führen.

Feuchtigkeit

Damit Kälteel chemisch stabil sind, darf in der Anlage nur sehr wenig Feuchtigkeit vorhanden sein. Das Nichterfüllen dieser Anforderung führt dazu, dass Zersetzungsprodukte entstehen.

- POE- und PVE-Öle sind hundertmal hygroskopischer (feuchtigkeitsbindender) als Mineralöle. Es ist schwierig, die Feuchtigkeit aus dem Öl zu entfernen. Das gilt auch dann, wenn Wärme angewendet und/oder in der Anlage ein Vakuum hergestellt wird.
- **Es muss mit größter Sorgfalt verhindert werden, dass Feuchtigkeit in die Kälteanlage gelangt.** Lassen Sie den Verdichter oder die Anlage nicht länger als zehn Minuten lang offen. Es wird empfohlen, die Stopfen und Kappen der Anlagenkomponenten erst vor dem Löten zu entfernen. Nach Arbeiten an der Anlage sollte der Feuchtigkeitsgehalt bei maximal 80 ppm liegen. Nach dem Betrieb mit einem eingebauten, geeigneten Filtertrockner sollte der Feuchtigkeitsgehalt der Anlage weniger als oder genau 50 ppm betragen. Diese Werte basieren auf Feuchtigkeitsmessungen von Proben flüssigen Kältemittels, die der Anlage entnommen wurden.
- **Wenden Sie sich an einen Hersteller für Filtertrockner**, um Empfehlungen in Bezug auf einen geeigneten Filtertrockner zu erhalten. Bei Bedenken in Bezug auf das Schmiermittel oder wenn Prüfungen zeigen, dass es kontaminiert ist oder einen hohen Säuregehalt aufweist, muss das Schmiermittel ausgetauscht werden. Sechs Monate nach der Umrüstung sollte das Schmiermittel erneut geprüft werden.

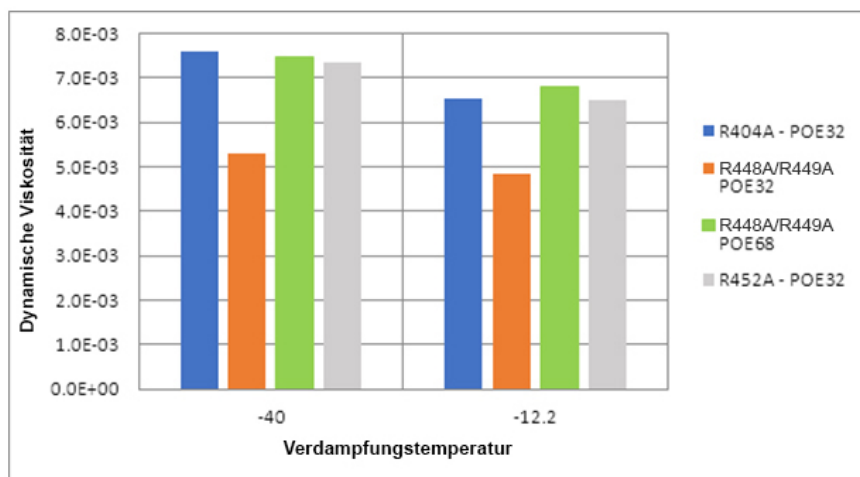
Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

Viskosität

Da das Gemisch aus POE32-Öl und R452A, welches eine ähnliche dynamische Viskosität wie R404A hat, ist die zu erwartende minimale Ölfilmdicke (MOFT) bei der Verwendung von R452A sehr ähnlich oder sogar höher als beim Einsatz von R404A, wodurch Verschleiß und Ausfälle verhindert werden.

Die Verwendung von R448A/R449A hat eine höhere Betriebstemperatur zur Folge, die wiederum die Viskosität des Öls und damit auch die MOFT reduziert. Daher rät Tecumseh, das Standard-Schmiermittel mit Viskositätsgrad 32 cSt durch eines mit 68 cSt zu ersetzen, wenn der Verdichter stetig bei hohen Verflüssigungstemperaturen betrieben wird. Dadurch kann die gleiche MOFT wie beim Einsatz von R404A erreicht werden.

Dynamische Viskosität Kältemittel/Öl



Schmiermittelhersteller arbeiten immer noch daran, die Auswirkungen von R404A-Alternativen in gegenwärtigen Schmiermitteln zu beurteilen. Sie suchen nach Möglichkeiten, um die Löslichkeit und Energieeffizienz der Schmiermittel zu verbessern und gegebenenfalls optimierte Schmiermittel auf den Markt zu bringen. Auch Tecumseh setzt seine Prüfungen von Verdichtern im Hinblick auf die Kompatibilität mit Schmiermitteln, Kältemitteln und Werkstoffen fort.

Thermische Stabilität

Wenn Schmiermittel längere Zeit hohen Temperaturen ausgesetzt werden, können sich Zersetzungsprodukte bilden. Diese Zersetzung wird bei dem Vorhandensein von Kontaminationsstoffen wie Luft oder Wasser noch beschleunigt. Wenn die Temperatur mehrmals um 10 K steigt, geht der Zersetzungsprozess wesentlich schneller vonstatten. Je mehr sich die Anlage der geeigneten Temperatur nähert, desto höher wird das Risiko einer Verkokung (überhitztes Schmiermittel wird an der Verdichterventilplatte verkocht, das Ventil wird undicht und die Temperatur steigt noch weiter an). Schließlich führen das zersetzte Schmiermittel und die

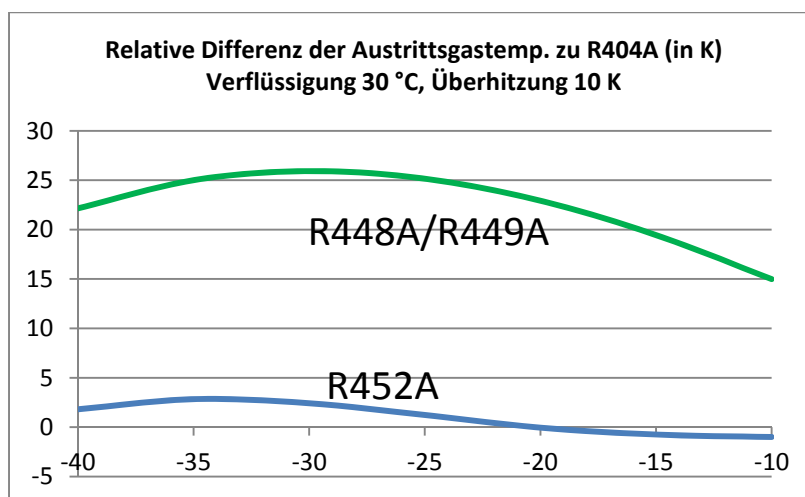
Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

verkokten Ablagerungen zu einem Verlust der Schmierung und einem metallischen Kontakt, was zu einem Festfressen der beweglichen mechanischen Teile führen kann des Verdichters aus.

Durch den hohen Anteil von R125 wird die Austrittstemperatur von **R452A** auf diejenige von R404A gesenkt. Somit kann R452A in Anwendungen mit mittleren und niedrigen Temperaturen als Drop-in-Alternative zu R404A eingesetzt werden. R452A eignet sich besonders für:

- Kälteanwendungen, bei denen ein weiter Umgebungstemperaturbereich auftritt
- Anwendungen mit niedrigen Temperaturen, bei denen eine begrenzte Überhitzungs- oder Verflüssigungstemperatur nicht zweckmäßig ist
- Statische Kälteanwendungen
- Anwendungen, die zwischen Flüssigkeits- und Saugleitung einen Wärmetauscher erfordern. Der Massenstrom von R452A gleicht demjenigen von R404A. Des Weiteren weist R452A eine relativ hohe Überhitzungsenthalpie auf.

R448A/R449A verfügt durch den hohen Anteil an R32 im Vergleich zu R452A über einen höheren Isentropen-Exponenten und bei gleichen Betriebsbedingungen auch über einen höheren als R404A. Die Austrittstemperatur des Gases und des Motors steigt vor allem bei niedrigeren Verdampfungstemperaturen um 15 bis 30 K (27 bis 54 °F).



Die Temperaturdifferenz zwischen der Austrittsleitung und der Verdichterventilplatte kann beim Einsatz von R448A/R449A über 55 K (100 °F) betragen.

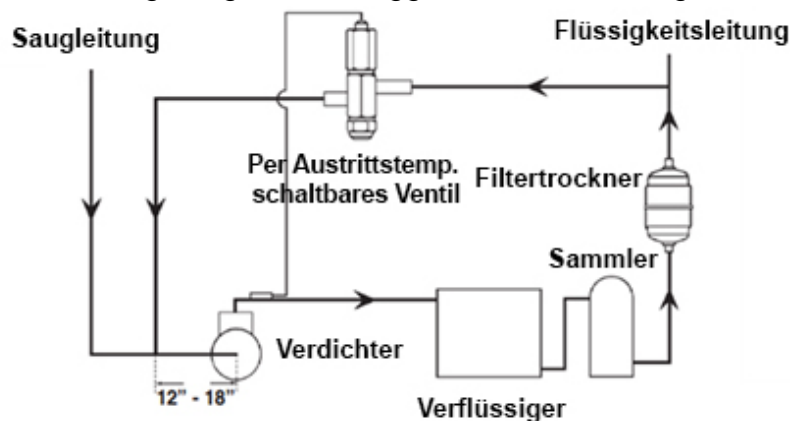
HINWEIS: Eine oder mehrere der unten genannten Empfehlungen sollten eingehalten werden, damit die Austrittstemperaturen des Verdichters innerhalb der Betriebsgrenzen bleiben.

Verdichterkühlung

Tecumseh empfiehlt, bei Mehrzylinderverdichtern mit einer Verdampfungstemperatur von -30 °C (-22 °F) und niedriger, Austrittsgastemperaturen von 125 °C (257 °F) nicht zu überschreiten. Für Einzylinder-Verdichter mit den gleichen Verdampfungstemperaturen wird eine Austrittsgastemperatur bis 120 °C (248 °F) empfohlen.

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

- Wir empfehlen für jede Anwendung vor allem bei niedrigen Betriebstemperaturen eine ausreichende Lüfterkühlung des Verdichters.
- Speziell für R448A/R449A wird Folgendes empfohlen:
 - Decken Sie den Verdichter NICHT mit einer Schallschutzdecke und/oder auf andere Weise ab, da ansonsten erhöhte Austrittstemperaturen auftreten.
 - Begrenzen Sie die Sauggasüberhitzung am saugseitigen Eintritt des ND-Verdichters auf maximal 10 K (18 °F).
 - Verwenden Sie KEINE Flüssigkeits-/Dampfwärmetauscher (allgemein bekannt als Überhitzer/Unterkühler), da sie zu erhöhten Austrittstemperaturen führen.
- Um das Risiko einer Rohrverstopfung vorzubeugen, dürfen Sie für ND-Verdichter keine Kapillarrohre einsetzen. Tecumseh empfiehlt, ein thermostatisches Expansionsventil zu verwenden.
- Bei Anwendungen mit einem Heißgas-Bypassventil oder einem Konstantverdampfungs-Druckventil (z. B. gekühlte Lufttrockner oder mehrere von einem Verflüssigungssatz versorgte Verdampfer) ist besondere Vorsicht geboten.
- Wählen Sie ein geeignetes Kältemittel aus, damit die Temperatur des Austrittsgases 120 °C (248 °F) nicht übersteigt.
- Inspizieren und reinigen Sie die Verflüssigerspulen regelmäßig, damit die Betriebstemperaturen des Verdichters innerhalb der genannten Betriebsgrenzen bleiben.
- Führen Sie vor einer Anlagenumrüstung auf ein neues Kältemittel eine Messung der Austrittsgastemperatur des Verdichters durch, um zu überprüfen, ob die durch das neue Kältemittel verursachte Temperaturdifferenz realistisch ist.
- Verwenden Sie ein thermoschaltbares Expansionsventil (z. B. TREV Y1037 von Parker), das die Austrittstemperatur über einen Fühler misst, wenn die Temperatur der Überhitzung nicht unter 10 K (18 °F) gehalten werden kann. Durch das Einspritzen eines Gemisches aus gesättigtem Kältemittel und Dampf in die Saugleitung können Sie die Temperatur des überhitzten Sauggases verringern und damit auch die zu hohen Austrittstemperaturen. Wenden Sie sich für Informationen zur richtigen Ventilgröße, zum Einbauort und zu Temperatureinstellungen an den Hersteller des Expansionsorgans. HINWEIS: Wenn flüssiges Kältemittel in den Verdichter gelangt, kann es ggf. die Verdichtertlager beschädigen.



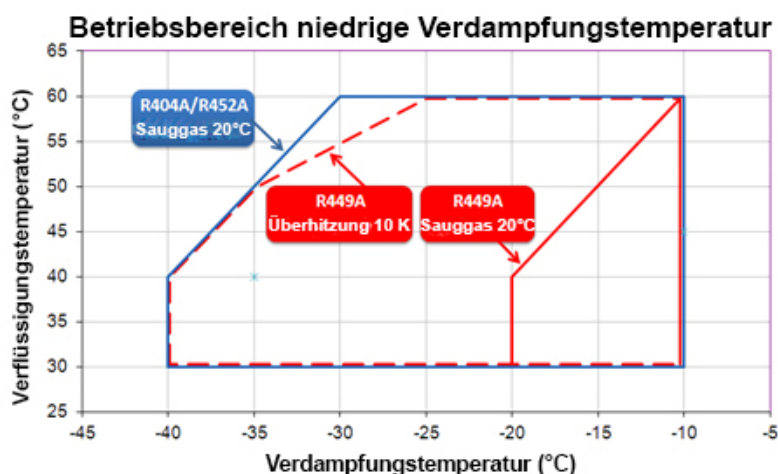
In der Nähe des Verdichters sollte ein Flüssigkeitsabscheider in Kombination mit einem TREV montiert werden.

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

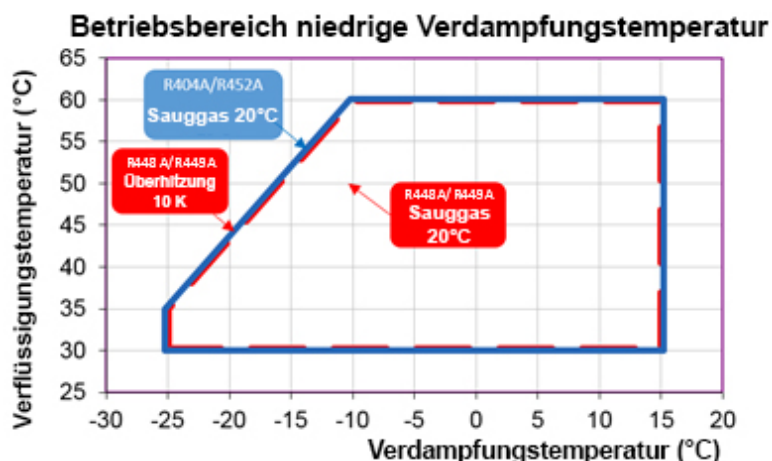
Betriebsbereich des Verdichters

Die unten dargestellten Betriebsbereichswerte sind lediglich Richtwerte. Sie müssen auf Grundlage des verwendeten Verdichtermodells und der Gesamtkonstruktion der Kälteanlage angepasst werden. Im Allgemeinen gilt, dass der Betriebsbereich von Niederdruckanlagen für R404A durch das Begrenzen der Überhitzung auf maximal 10 K (18 °F) vollständig oder teilweise für R452A und R448A/R449A geeignet ist.

Bitte beachten Sie den Abschnitt „Verdichterkühlung“ auf Seite 9 und befolgen Sie die Empfehlungen, um die Austrittstemperaturen innerhalb der Betriebsgrenzen zu halten. Tecumseh empfiehlt, die Austrittsgastemperaturen des Verdichters zu messen und die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen, um für Mehrzylinderverdichter und Einzylinderverdichter mit einer Verdampfungstemperatur von -30 °C (-22 °F) und niedriger Temperaturen unterhalb von 125 °C (257 °F) bzw. 120 °C (248 °F) zu erreichen.



In Fällen, in denen Kälteanlagen mit Hubkolbenverdichtern unter gleichbleibenden Bedingungen in dem schattierten Bereich des obigen Verdichteranwendungsfensters laufen würden, rät Tecumseh, das POE32-Öl durch ein Öl mit einem Viskositätsgrad von 68 cSt zu ersetzen.



Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

7. Anwendungsseite

Kältemittelfüllung

Die Kältemittelgemische R452A und R448A/R449A sind azeotrop und müssen im flüssigen Zustand gefüllt werden. Der Kältemittelzylinder sollte mit einem Tauchrohr ausgestattet sein. Somit ist es nicht erforderlich, den Zylinder umzudrehen.

Für das Befüllen der Anlage wird empfohlen, eine Skala zu verwenden. Das Primärkältemittel sollte in den Sammler oder in die Flüssigkeitsleitung gefüllt werden.

Tecumseh empfiehlt das Verwenden eines Kältemittelfüllsystems mit einem eingebauten Schauglas, sodass der Füllstand des flüssigen Kältemittels sichtbar ist.

- Um Beschädigungen des Verdichters zu vermeiden, füllen Sie das Kältemittel nicht in die Saugleitung ein.
- R452A und R448A/R449A sollten nicht mit einem anderen Kältemittel vermischt werden.
- Es wird die Montage mit einer vorläufigen Kältemittelfüllung von 80 % der ursprünglichen Menge im Flüssigkeitssammler empfohlen.
- Im Vergleich zu R404A ist die endgültige R452A- oder R448A-/R449A-Menge 5 bis 10 % höher.

Flüssigkeitsdichte (dient nur als Referenz)

Temperatur	R404A	R448A/R449A	R452A	R448A/449A/R404A-1	R452A/R404A-1
°C / °F	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	%	
-20 / -4	1223.1	1265.4	1318.2	3.5%	7.8%
-10 / 14	1188.0	1232.3	1280.8	3.7%	7.8%
40 / 104	966.1	1019.8	1047.2	5.6%	8.4%
60 / 140	815.8	893.7	896.9	9.5%	9.9%

Bitte ziehen Sie die Taupunkt-Sättigungsdrücke zum Messen der Überhitzung und die Bubble-Point-Sättigungsdrücke zum Messen der Unterkühlung zu Rate.

Einstellung des Expansionsorgans

Verwenden Sie mit R448A/R449A kein Kapillarrohr als Expansionsorgan.

Bei R452A kann dagegen ein Kapillarrohr bei Verdichtern mit mittlerem und hohem Verdampfungsdruck verwendet werden.

R452A verfügt über einen ähnlichen Massenstrom wie R404A. Aus diesem Grund müssen die Einstellungen des thermostatischen Expansionsventils nur geringfügig angepasst werden.

R448A/R449A weist einen (um 20 bis 25 %) geringeren Massenstrom auf als R404A. Daher und durch Unterschiede beim Temperaturgleit und bei der Leistung muss ein neues, ordnungsgemäß bemessenes Expansionsorgan montiert werden. Wenden Sie sich für Informationen zur richtigen Ventilgröße und zu den Überhitzungseinstellungen an den Hersteller des Expansionsorgans.

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

Nach einer Umrüstung erwartete Verflüssigungsdruckabweichung

Im Vergleich zu mit R404A betriebenen Anlagen werden für R452A und R448A/R449A bei ähnlichen mittleren Verdampfungsdrücken gesättigte Verflüssigungstemperaturen von 2 K (3,6 °F) erwartet.

Pressostat-Einstellungen

Die Sättigungsdrücke von R452A und R448A/R449A sind etwas geringer als die von R404A. Aus diesem Grund müssen die Nieder- und Hochdruckeinstellungen angepasst werden, sodass die Betriebsdrücke der Anlage NICHT außerhalb des Betriebsbereichs des Verdichters liegen (siehe Seite 11). Der maximal zulässige gesättigte Austrittsdruck beträgt 60 °C (140 °F). Siehe die Drucktabelle.

Vergleich des Druckverhältnisses bei Taupunkt-Messbedingungen

Verd. (°C/°F)	Verf. (°C/°F)	R404A	R452A	R448A/R449A
-35 / -31	40 / 104	11.0	11.8	12.9
-25 / -13	45 / 113	8.2	8.8	9.4
-10 / 14	45 / 113	4.7	5.0	5.2
5 / 41	55 / 131	3.6	3.8	4.0
15 / 59	60 / 140	3.0	3.2	3.3

Erwarteter Geräuschpegel

Der Geräuschpegel bei mit R452A oder R448A/R449A betriebenen Verdichtern beträgt im Vergleich zu R404A-Verdichtern +/-2 dBA.

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

Druck/Temperatur

Temperatur		Druck									
°C	°F	R452A				R448A/R449A				R404A	
		bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	psig _{dew}
-45	-49	0.93	1.12	13.47	16.20	0.78	1.06	11.36	15.35	1.05	15.25
-44	-47.2	0.98	1.17	14.15	16.98	0.82	1.11	11.96	16.10	1.10	15.99
-43	-45.4	1.02	1.23	14.85	17.80	0.87	1.16	12.58	16.88	1.16	16.76
-42	-43.6	1.07	1.29	15.57	18.65	0.91	1.22	13.22	17.68	1.21	17.56
-41	-41.8	1.13	1.35	16.33	19.52	0.96	1.28	13.90	18.52	1.27	18.39
-40	-40	1.18	1.41	17.11	20.43	1.01	1.34	14.59	19.39	1.33	19.25
-39	-38.2	1.24	1.47	17.93	21.38	1.06	1.40	15.32	20.29	1.39	20.14
-38	-36.4	1.29	1.54	18.77	22.35	1.11	1.46	16.08	21.22	1.45	21.06
-37	-34.6	1.35	1.61	19.64	23.36	1.16	1.53	16.86	22.18	1.52	22.01
-36	-32.8	1.42	1.68	20.55	24.41	1.22	1.60	17.67	23.18	1.59	23.00
-35	-31	1.48	1.76	21.49	25.49	1.28	1.67	18.52	24.22	1.66	24.02
-34	-29.2	1.55	1.83	22.46	26.61	1.34	1.74	19.39	25.29	1.73	25.07
-33	-27.4	1.62	1.91	23.46	27.76	1.40	1.82	20.30	26.39	1.80	26.16
-32	-25.6	1.69	2.00	24.50	28.96	1.46	1.90	21.24	27.53	1.88	27.29
-31	-23.8	1.76	2.08	25.58	30.19	1.53	1.98	22.21	28.72	1.96	28.45
-30	-22	1.84	2.17	26.69	31.47	1.60	2.06	23.22	29.94	2.04	29.66
-29	-20.2	1.92	2.26	27.84	32.78	1.67	2.15	24.26	31.20	2.13	30.90
-28	-18.4	2.00	2.35	29.03	34.14	1.75	2.24	25.34	32.50	2.22	32.18
-27	-16.6	2.09	2.45	30.25	35.54	1.82	2.33	26.46	33.84	2.31	33.50
-26	-14.8	2.17	2.55	31.52	36.98	1.90	2.43	27.62	35.22	2.40	34.86
-25	-13	2.26	2.65	32.83	38.47	1.99	2.53	28.81	36.65	2.50	36.27
-24	-11.2	2.36	2.76	34.17	40.00	2.07	2.63	30.04	38.12	2.60	37.71
-23	-9.4	2.45	2.87	35.56	41.58	2.16	2.73	31.32	39.64	2.70	39.21
-22	-7.6	2.55	2.98	37.00	43.21	2.25	2.84	32.63	41.20	2.81	40.74
-21	-5.8	2.65	3.09	38.48	44.89	2.34	2.95	33.99	42.81	2.92	42.32
-20	-4	2.76	3.21	40.00	46.61	2.44	3.07	35.39	44.47	3.03	43.95
-19	-2.2	2.87	3.34	41.57	48.39	2.54	3.18	36.83	46.17	3.15	45.63
-18	-0.4	2.98	3.46	43.18	50.21	2.64	3.30	38.33	47.93	3.26	47.35
-17	1.4	3.09	3.59	44.85	52.09	2.75	3.43	39.86	49.73	3.39	49.12
-16	3.2	3.21	3.72	46.56	54.02	2.86	3.56	41.45	51.59	3.51	50.94
-15	5	3.33	3.86	48.32	56.01	2.97	3.69	43.08	53.50	3.64	52.82
-14	6.8	3.46	4.00	50.13	58.05	3.09	3.82	44.76	55.46	3.77	54.74
-13	8.6	3.59	4.15	52.00	60.14	3.21	3.96	46.49	57.48	3.91	56.72
-12	10.4	3.72	4.30	53.92	62.29	3.33	4.11	48.27	59.55	4.05	58.75
-11	12.2	3.85	4.45	55.89	64.50	3.45	4.25	50.10	61.68	4.19	60.84
-10	14	3.99	4.60	57.91	66.77	3.58	4.40	51.99	63.86	4.34	62.98
-9	15.8	4.14	4.76	59.99	69.10	3.72	4.56	53.93	66.11	4.49	65.18
-8	17.6	4.28	4.93	62.13	71.49	3.86	4.72	55.92	68.41	4.65	67.43
-7	19.4	4.44	5.10	64.33	73.94	4.00	4.88	57.97	70.77	4.81	69.75
-6	21.2	4.59	5.27	66.58	76.45	4.14	5.05	60.08	73.20	4.97	72.12
-5	23	4.75	5.45	68.89	79.03	4.29	5.22	62.25	75.68	5.14	74.55

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

Temperatur		Druck									
°C	°F	R452A				R448A/R449A				R404A	
		bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	psig _{dew}
-4	24.8	4.91	5.63	71.27	81.67	4.45	5.39	64.48	78.23	5.31	77.05
-3	26.6	5.08	5.82	73.70	84.38	4.60	5.57	66.76	80.84	5.49	79.60
-2	28.4	5.25	6.01	76.20	87.15	4.76	5.76	69.11	83.52	5.67	82.22
-1	30.2	5.43	6.20	78.76	89.99	4.93	5.95	71.52	86.27	5.85	84.91
0	32	5.61	6.41	81.39	92.90	5.10	6.14	73.99	89.08	6.04	87.65
1	33.8	5.80	6.61	84.08	95.88	5.28	6.34	76.53	91.96	6.24	90.47
2	35.6	5.99	6.82	86.85	98.93	5.46	6.54	79.14	94.90	6.44	93.35
3	37.4	6.18	7.04	89.67	102.05	5.64	6.75	81.81	97.92	6.64	96.30
4	39.2	6.38	7.26	92.57	105.24	5.83	6.96	84.55	101.01	6.85	99.32
5	41	6.59	7.48	95.54	108.51	6.02	7.18	87.35	104.17	7.06	102.41
6	42.8	6.80	7.71	98.58	111.86	6.22	7.41	90.23	107.41	7.28	105.57
7	44.6	7.01	7.95	101.70	115.27	6.42	7.63	93.19	110.72	7.50	108.80
8	46.4	7.23	8.19	104.88	118.77	6.63	7.87	96.21	114.10	7.73	112.11
9	48.2	7.46	8.44	108.15	122.34	6.85	8.11	99.31	117.57	7.96	115.49
10	50	7.69	8.69	111.49	126.00	7.07	8.35	102.48	121.11	8.20	118.94
11	51.8	7.92	8.94	114.90	129.73	7.29	8.60	105.73	124.72	8.44	122.47
12	53.6	8.16	9.21	118.40	133.54	7.52	8.85	109.06	128.42	8.69	126.08
13	55.4	8.41	9.48	121.97	137.44	7.75	9.11	112.47	132.20	8.95	129.77
14	57.2	8.66	9.75	125.63	141.42	8.00	9.38	115.96	136.06	9.21	133.54
15	59	8.92	10.03	129.37	145.48	8.24	9.65	119.53	140.00	9.47	137.39
16	60.8	9.18	10.32	133.20	149.63	8.49	9.93	123.18	144.03	9.74	141.32
17	62.6	9.45	10.61	137.11	153.87	8.75	10.21	126.92	148.14	10.02	145.33
18	64.4	9.73	10.91	141.11	158.19	9.01	10.50	130.74	152.34	10.30	149.43
19	66.2	10.01	11.21	145.19	162.60	9.28	10.80	134.66	156.63	10.59	153.62
20	68	10.30	11.52	149.37	167.10	9.56	11.10	138.66	161.01	10.89	157.89
21	69.8	10.59	11.84	153.63	171.70	9.84	11.41	142.75	165.47	11.19	162.25
22	71.6	10.89	12.16	157.99	176.38	10.13	11.72	146.93	170.03	11.49	166.70
23	73.4	11.20	12.49	162.45	181.16	10.43	12.04	151.20	174.68	11.81	171.24
24	75.2	11.51	12.83	167.00	186.03	10.73	12.37	155.57	179.42	12.13	175.87
25	77	11.83	13.17	171.64	191.00	11.03	12.70	160.04	184.25	12.45	180.59
26	78.8	12.16	13.52	176.39	196.06	11.35	13.04	164.60	189.19	12.78	185.41
27	80.6	12.50	13.87	181.23	201.22	11.67	13.39	169.26	194.21	13.12	190.33
28	82.4	12.84	14.24	186.18	206.48	12.00	13.74	174.02	199.34	13.47	195.34
29	84.2	13.18	14.61	191.23	211.84	12.33	14.10	178.89	204.57	13.82	200.45
30	86	13.54	14.98	196.38	217.30	12.68	14.47	183.86	209.89	14.18	205.66
31	87.8	13.90	15.37	201.65	222.86	13.03	14.85	188.93	215.32	14.55	210.97
32	89.6	14.27	15.76	207.02	228.52	13.38	15.23	194.11	220.85	14.92	216.38
33	91.4	14.65	16.15	212.50	234.29	13.75	15.62	199.40	226.49	15.30	221.90
34	93.2	15.04	16.56	218.09	240.16	14.12	16.01	204.80	232.23	15.69	227.53
35	95	15.43	16.97	223.80	246.14	14.50	16.41	210.31	238.07	16.08	233.26
36	96.8	15.83	17.39	229.63	252.23	14.89	16.83	215.94	244.03	16.49	239.10
37	98.6	16.24	17.82	235.57	258.43	15.28	17.24	221.68	250.09	16.90	245.05
38	100.4	16.66	18.25	241.63	264.73	15.69	17.67	227.53	256.27	17.31	251.11

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen

Temperatur		Druck									
°C	°F	R452A				R448A/R449A				R404A	
		bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	psig _{dew}
39	102.2	17.09	18.70	247.82	271.15	16.10	18.10	233.51	262.55	17.74	257.29
40	104	17.52	19.15	254.13	277.68	16.52	18.54	239.61	268.95	18.17	263.58
41	105.8	17.97	19.60	260.56	284.32	16.95	18.99	245.83	275.47	18.62	270.00
42	107.6	18.42	20.07	267.13	291.08	17.39	19.45	252.18	282.09	19.07	276.53
43	109.4	18.88	20.54	273.82	297.95	17.83	19.91	258.65	288.84	19.52	283.18
44	111.2	19.35	21.02	280.65	304.94	18.29	20.39	265.25	295.71	19.99	289.95
45	113	19.83	21.51	287.62	312.04	18.75	20.87	271.98	302.69	20.47	296.85
46	114.8	20.32	22.01	294.72	319.27	19.23	21.36	278.85	309.79	20.95	303.88
47	116.6	20.82	22.52	301.97	326.62	19.71	21.86	285.85	317.02	21.44	311.03
48	118.4	21.33	23.03	309.35	334.08	20.20	22.36	292.98	324.37	21.95	318.32
49	120.2	21.85	23.56	316.89	341.67	20.70	22.88	300.26	331.85	22.46	325.74
50	122	22.38	24.09	324.57	349.39	21.21	23.40	307.67	339.45	22.98	333.29
51	123.8	22.92	24.63	332.40	357.23	21.73	23.94	315.23	347.19	23.51	340.98
52	125.6	23.47	25.18	340.39	365.19	22.27	24.48	322.94	355.05	24.05	348.82
53	127.4	24.03	25.74	348.54	373.28	22.81	25.03	330.79	363.04	24.60	356.79
54	129.2	24.60	26.30	356.84	381.50	23.36	25.59	338.79	371.16	25.16	364.91
55	131	25.19	26.88	365.31	389.85	23.92	26.16	346.95	379.42	25.73	373.18
56	132.8	25.78	27.46	373.95	398.34	24.49	26.74	355.26	387.82	26.31	381.60
57	134.6	26.39	28.06	382.75	406.95	25.08	27.33	363.72	396.35	26.90	390.17
58	136.4	27.01	28.66	391.73	415.70	25.67	27.92	372.35	405.02	27.50	398.90
59	138.2	27.64	29.27	400.89	424.58	26.28	28.53	381.14	413.83	28.12	407.79
60	140	28.28	29.90	410.22	433.59	26.90	29.15	390.09	422.78	28.74	416.83
61	141.8	28.94	30.53	419.74	442.75	27.52	29.78	399.21	431.87	29.37	426.05
62	143.6	29.61	31.17	429.45	452.04	28.17	30.41	408.51	441.11	30.02	435.43
63	145.4	30.29	31.82	439.36	461.47	28.82	31.06	417.97	450.50	30.68	444.98
64	147.2	30.99	32.48	449.45	471.04	29.48	31.72	427.61	460.03	31.35	454.70
65	149	31.70	33.15	459.75	480.76	30.16	32.39	437.43	469.72	32.03	464.61

Richtlinien zur Verwendung von R452A und R448A/449A und bestehenden gewerblichen Kälteanlagen



Tecumseh

AMÉRIQUE DU NORD
5683 Hines Drive
Ann Arbor, MI 48108
ÉTATS-UNIS
Tél. +1 734 585 9500
Fax +1 734 352 3700

EUROPE
2, Avenue Blaise Pascal
38090 Vaulx Milieu
FRANCE
Tél. +33 4 74 82 24 00
Fax +33 4 74 82 24 44
sales&marketing@tecumseh.com

MALAISIE
N° 18, Jalan Sultan Mohamed 4,
Selat Klang Utara,
42000 Port Klang,
Selangor Darul Ehsan
MALAISIE
Tél. +60 3 3176 3886
Fax +60 3 3176 3890

BRÉSIL
Rua Ray Wesley Herrick,
700 São Carlos SP, 13565-090
BRÉSIL
Tél. +55 16 3362 3000
Fax +55 16 3363 7219

INDE
Balanagar Industrial Township,
Hyderabad, 500 037
INDE
Tél. +91 40 30116993/94

CHINE
Tecumseh Compressor
(Guangzhou) Co., Ltd.
Room 634, Wuzi Building,
201 Guangbao Avenue,
Guangzhou Free Trade Zone,
CHINE
Code : 510730
Tél. +86 20 8221 8072
Fax +86 20 8205 7456



Recommandations pour l'utilisation
des réfrigérants R449A et R452A-FR-06/2016



Cooling for a Better Tomorrow

www.tecumseh.com

Tecumseh se réserve le droit de modifier les informations contenues dans ce document sans préavis.
© 2016 Tecumseh Products Company. Tous droits réservés.