



Opteon™ XP44

Refrigerant (R-452A)

Umstellungsrichtlinien

Umstellung von R-404A/R-507A Systemen
auf das Kältemittel Opteon™ XP44 (R-452A)



Opteon™ XP44

Refrigerant (R-452A)



BETTER PERFORMANCE
FOR YOUR BUSINESS.
AND THE PLANET.



Inhalt

Einleitung.....	4
Wichtige Sicherheitshinweise	4
Brennbarkeit.....	5
Allgemeine Informationen zum Retrofit von R-404A/R-507A auf Opteon™ XP44	5
Erwartete Leistung von Opteon™ XP44 vs. R-404A	5
Systemmodifikationen.....	5
Schmiermittel.....	5
Verdichter.....	6
Expansionsorgan	6
Dimensionierung der Leitungen	6
Verflüssiger und Verdampfer.....	6
Regelungsorgane	6
Retrofit von R-404A/R-507A Anlagen auf Opteon™ XP44	6
Retrofit-Checkliste für Opteon™ XP44	8
Anlagendatenblatt	9
Opteon™ XP44 (R-452A) Temperatur-Druck-Tabelle (SI).....	10
Opteon™ XP44 (R-452A) Druck-Temperatur-Tabelle	11

Einleitung

R-404A und R-507A wurden als ozonenschädliche HFKW-Ersatzkältemittel für R-502 in Normal- und Tiefkühlanwendungen entwickelt und werden seit den 1990er Jahren in zahlreichen Kälteanlagen eingesetzt. Auf Grund aktueller und zukünftiger Gesetze und Verordnungen, die sich auf das direkte Treibhauspotenzial (GWP, Global Warming Potential) von Kältemitteln beziehen, sind Betreiber von Kälteanlagen auf der Suche nach Kältemitteln mit verringertem GWP-Wert, um den Umwelteinfluss ihrer Systeme zu reduzieren.

Opteon™ XP44 ist ein auf der Hydrofluorolefin(HFO)-Technologie basierendes Kältemittel mit verringertem GWP-Wert, das als Ersatz für R-404A/R-507A in Anlagen mit Verdrängungsverdichtern oder Direktverdampfung für die Normal- und Tiefkühlung entwickelt wurde. Es eignet sich besonders für Anwendungen, die auf eine niedrige Druckgastemperatur angewiesen sind, z. B. in der Transportkälte oder hermetisch-geschlossene Systeme für die Tiefkühlung. Opteon™ XP44 ist der eingetragene Markenname für ein Gemisch aus HFKW-32/HFKW-125/HFO-1234yf (11/59/30 Gew.-%) mit der ASHRAE-Bezeichnung R-452A. Es ist kommerziell erhältlich und eignet sich sowohl für den Retrofit bestehender R-404A/R-507A Anlagen als auch als Alternativkältemittel in Neuanlagen. Opteon™ XP44 bietet eine vergleichbare Energieeffizienz wie R-404A bei verbesserten Umwelteigenschaften. Sein GWP-Wert (nach AR5) liegt bei 1945* (vgl. R-404A: 3943, R-507A: 3985), und es besitzt kein Ozonabbaupotenzial.

Mit Hilfe dieser Umrüstrichtlinien lassen sich zahlreiche R-404A/R-507A Kälteanlagen auf Opteon™ XP44 umrüsten und so sicher, effizient und mit einem signifikant verringerten Umwelteinfluss weiterbetreiben.

Wichtige Sicherheitshinweise

Wie alle Freon™ Kältemittel ist Opteon™ XP44 bei vorschriftsmäßiger Handhabung sicher. Bei unsachgemäßem Umgang kann jedes Kältemittel jedoch zu Verletzungen oder sogar zum Tod führen. Beachten Sie die folgenden Hinweise und lesen Sie das Sicherheitsdatenblatt (SDS), das Empfehlungen zur geeigneten Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) enthält, bevor Sie ein Kältemittel verwenden. Als Minimalanforderung sollte geeigneter Hand- und Augenschutz (Handschuhe und Sicherheitsbrille) getragen werden.

- Arbeiten Sie nicht in Gegenwart hoher Kältemitteldampfkonzentrationen. Für ausreichende Belüftung des Arbeitsplatzes sorgen. Keine Dämpfe einatmen. Keine Ölnebel aus undichten Systemen einatmen. Nach Leckagen gut lüften, bevor mit der Reparatur begonnen wird.
- Keine Handlecksuchgeräte zur Überprüfung der Luftqualität in geschlossenen Arbeitsräumen verwenden. Diese Geräte sind nicht zur Beurteilung der Luftqualität ausgelegt. Verwenden Sie Sauerstoffmessgeräte, um sicherzustellen, dass der Sauerstoffgehalt der Luft ausreichend ist.
- Zur Lecksuche keine offenen Flammen verwenden. Offene Flammen (z. B. Halogen-Metaldampflampen oder Lötlampen) können in Gegenwart von fluorkohlenwasserstoffhaltigen Kältemitteln zur Freisetzung großer Mengen gefährlicher saurer Verbindungen führen. Halogen-Metaldampflampen eignen sich nicht als Lecksuchgeräte für HFO-/HFKW-Kältemittel, da sie nur das Chlor im Kältemittel aufspüren können. Da Opteon™ XP44, R-404A oder R-507A kein Chlor enthalten, sind diese Geräte zur Lecksuche ungeeignet. Verwenden Sie ein elektronisches Lecksuchgerät, das sich für die von Ihnen eingesetzten Kältemittel eignet.

Sollte sich beim Löten oder anderen Reparaturarbeiten die Größe oder Farbe einer Flamme sichtbar verändern, beenden Sie unverzüglich die Arbeit und verlassen Sie den Bereich. Lüften Sie gründlich und stoppen Sie alle Kältemittellecks, bevor Sie mit Ihrer Arbeit fortfahren. Diese Veränderungen können auf sehr hohe Kältemittelkonzentrationen hinweisen, so dass ein Fortsetzen der Arbeiten ohne ausreichende Belüftung zu Verletzungen oder zum Tod führen kann.

* Die angegebenen GWP Werte entsprechen dem IPCC Assessment Report 5 (AR5). Grundlage für die F-Gase Verordnung (EG) Nr. 517/2014 bilden die älteren Werte aus dem IPCC Assessment Report 4 (AR4): R-404A = 3922, R-507A = 3985 Opteon™ XP44 = 2141.

Tabelle 1: Vergleich der Leistungsdaten

Tiefkühlung									
Erwartete Leistung bei $T_{\text{Verflüssiger}} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{Verdampfer}} = -35 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Flüssigkeitsunterkühlung = 0 K, Sauggas = -15 °C, Isentroper Wirkungsgrad Verdampfer = 70 %									
	Saugdruck (kPa)	Verflüssigungsdruck (kPa)	Druckgas T (°C)	Ø Temperaturgleit (K)	Kälteleistung (kJ/m3)	Kälteleistung bez. auf R-404A	COP	COP bez. auf R-404A	Massenstrom bez. auf R-404A
R-404A	167	1833	90	0,4	810	100 %	1,319	100 %	100 %
Opteon™ XP44	155	1807	92	2,8	776	96 %	1,324	100 %	98 %

Normalkühlung									
Erwartete Leistung bei $T_{\text{Verflüssiger}} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{Verdampfer}} = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Flüssigkeitsunterkühlung = 0 K, Sauggas = 0 °C, Isentroper Wirkungsgrad Verdampfer = 70 %									
	Saugdruck (kPa)	Verflüssigungsdruck (kPa)	Druckgas T (°C)	Ø Temperaturgleit (K)	Kälteleistung (kJ/m3)	Kälteleistung bez. auf R-404A	COP	COP bez. auf R-404A	Massenstrom bez. auf R-404A
R-404A	435	1833	67	0,4	2278	100 %	2,509	100 %	100 %
Opteon™ XP44	415	1807	68	3,0	2240	98 %	2,525	101 %	101 %

Hinweis: Bei unsachgemäßem Gebrauch kann jedes Kältemittel gefährlich sein. Mögliche Gefahren umfassen unter Druck stehende Flüssigkeiten oder Dämpfe sowie Erfrierungen durch entweichende Flüssigkeit.

Übermäßige Exposition gegenüber hohen Kältemitteldampfkonzentrationen können zum Ersticken oder Herzstillstand führen. Machen Sie sich vor dem Umgang mit Kältemitteln mit sämtlichen Sicherheitshinweisen vertraut.

Detaillierte Sicherheitshinweise finden Sie im Opteon™ XP44 Sicherheitsdatenblatt. Das Chemours Safety Bulletin AS-1 enthält ebenfalls weitere Informationen zum sicheren Umgang mit Kältemitteln.

Brennbarkeit

Opteon™ XP44 ist nicht brennbar. Es wurde gemäß ASHRAE Standard SP34 in die Sicherheitsklasse A1 eingestuft. Wie bei HFKW-haltigen Kältemittelblends üblich, darf auch Opteon™ XP44 zur Lecksuche nicht mit Luft vermischt werden.

Allgemeine Informationen zum Retrofit von R-404A/R-507A auf Opteon™ XP44

Erwartete Leistung von Opteon™ XP44 vs. R-404A

Tabelle 1 basiert auf thermodynamischen Kreisprozessberechnungen und vergleicht die wichtigsten Leistungsdaten von R-404A und Opteon™ XP44. Die tatsächlichen Leistungsdaten eines Systems hängen von zahlreichen Faktoren ab, z. B. den Anlagen- und Umgebungsbedingungen.

Systemmodifikationen

Schmiermittel

Bei den meisten R-404A/R-507A Kälteanlagen sollte sich das eingesetzte Polyolesteröl (POE) auch für den Betrieb mit Opteon™ XP44 eignen. Bei Unsicherheiten bezüglich des Schmiermittels oder wenn Tests ergeben, dass das Schmiermittel verunreinigt ist oder eine hohe Säurezahl besitzt, sollte das Schmiermittel ausgetauscht werden. Empfehlungen zur Viskosität oder Marke des Schmiermittels erhalten Sie beim Verdichterhersteller.

Verdichter

Die Gesamtsystemleistung (Wirkungsgrad und Energieeffizienz) beim Betrieb mit Opteon™ XP44 ist vergleichbar mit R-404A/R-507A.

Bei Opteon™ XP44 unterscheiden sich die Drücke auf der Saug- und Druckseite des Verdichters geringfügig von den Werten für R-404A/R-507A. Daher kann es erforderlich sein, die Sollwerte und die Sicherheitsabschaltung anzupassen, um ein Überschreiten der Betriebsgrenzen des Verdichters zu verhindern. Weitere Informationen erhalten Sie beim Hersteller.

Die Druckgastemperaturen bei Opteon™ XP44 liegen nur um 1 bis 2 K höher als bei R-404A. Ausführliche Informationen zum Betrieb Ihres Verdichters mit Opteon™ XP44 erhalten Sie ebenfalls beim Hersteller.

Expansionsorgan

Opteon™ XP44 besitzt einen ähnlichen Massenstrom wie R-404A, daher sollten die Werte innerhalb des Betriebsbereichs eines korrekt dimensionierten und installierten Expansionsorgans liegen, so dass kein Austausch erforderlich sein sollte. Nach der Umstellung kann jedoch eine Anpassung des(r) Expansionsventils(e) nötig sein, um die Überhitzung entsprechend einzustellen. Verwenden Sie die Druck-Temperatur-Tabelle (Taupunkt(ges. Dampf) am Ende dieser Broschüre, um die Überhitzung korrekt zu messen und anzupassen. Bei weiteren Fragen zur korrekten Dimensionierung des Expansionsventils und Anpassung der Überhitzung wenden Sie sich an den Hersteller des Expansionsorgans.

Dimensionierung der Leitungen

Opteon™ XP44 besitzt einen ähnlichen Massenstrom und eine höhere Dichte als R-404A/R-507A. Es wird daher empfohlen, die Dimensionierung der bestehenden Kältemittelleitungen zu überprüfen, um sicherzustellen, dass der Druckabfall und die Fließgeschwindigkeiten in den Leitungen für das neue Kältemittel akzeptabel sind. Die korrekte Dimensionierung der Leitungen ist wichtig, um eine ausreichende Kälteleistung und Ölrückführung in den Verdichter sicherzustellen.

Verflüssiger und Verdampfer

Auf Grund der unterschiedlichen Sauggasdrücke von Opteon™ XP44 und R-404A kann es erforderlich sein, die Druckregler sowie die Druckabschaltung zurückzusetzen, um einen ordnungsgemäßen Betrieb

der Anlage zu ermöglichen. Der Druckgasdruck von Opteon™ XP44 ist geringfügig niedriger als der von R-404A. Dies kann geringfügige Modifikationen an den Verflüssigerlüftern und Verflüssigungsdruckreglern erfordern.

Opteon™ XP44 ist ein Kältemittelgemisch. Daher sollte bei der Einstellung der Überhitzung der Wert für den Taupunkt (gesättigter Dampf) aus der Druck-Temperatur-Tabelle verwendet werden. Zudem sollte zur Messung der Unterkühlung der Siedepunkt (gesättigte Flüssigkeit) verwendet werden.

Regelungsorgane

Bei vielen Anwendungen kommen Kälteregelungssysteme und Verfahren zum Einsatz, deren korrekte Funktion auf dem Druck-Temperatur-Diagramm eines bestimmten Kältemittels basiert. Obwohl die Regelungssysteme nach der Umstellung von R-404A/R-507A auf Opteon™ XP44 weiter funktionieren sollten, wird empfohlen, diese mit den Daten für Opteon™ XP44 zu aktualisieren. Wenden Sie sich bei Fragen zur Aktualisierung der Regelungsorgane für den Betrieb mit Opteon™ XP44 (R-452A) an den jeweiligen Hersteller.

Retrofit von R-404A/R-507A Anlagen auf Opteon™ XP44

Gehen Sie wie folgt vor, um R-404A/R-507A Anlagen auf Opteon™ XP44 umzustellen:

1. Aufzeichnung der Leistungsdaten mit R-404A/R-507A

Zeichnen Sie die Leistungsdaten der Anlage im Betrieb mit R-404A oder R-507A auf. Überprüfen Sie, dass Kältemittelfüllmenge und Betriebsbedingungen korrekt eingestellt sind. Die Basiswerte für Temperatur und Druck an verschiedenen Stellen der Anlage (Verdampfer, Verflüssiger, Verdichtereingang und -ausgang, Überhitzung am Verdampfer, Unterkühlung im Verflüssiger) bei normalen Betriebsbedingungen sind hilfreich bei der Feststellung von Schwachstellen und Optimierung der Anlage im Betrieb mit Opteon™ XP44. Weiter unten in diesem Dokument finden Sie ein Anlagendatenblatt, in das Sie die Basiswerte notieren können.

2. Überprüfen des Schmiermittels

Beiden meisten R-404A/R-507A Kälteanlagen sollte sich das eingesetzte POE auch für den Betrieb mit Opteon™ XP44 eignen. Bei Unsicherheiten bezüglich des Schmiermittels oder wenn Tests ergeben, dass das Schmiermittel verunreinigt ist oder eine hohe Säurezahl besitzt, sollte es ausgetauscht werden. Empfehlungen zur Viskosität oder Marke erhalten Sie beim Verdichterhersteller.

3. Absaugen der R-404A/R-507A Füllung in R-Zylinder

Entnehmen Sie die gesamte R-404A/R-507A Füllung aus der Anlage in (einen) R-Zylinder. Wiegen Sie die entnommene Menge, um einen Anhaltpunkt zu erhalten, wieviel Opteon™ XP44 anfänglich in die Anlage gefüllt werden muss.

4. Ersetzen des Filtertrockners

Ersetzen Sie den Filtertrockner wie bei Wartungsarbeiten üblich.

5. Weitere Anlagenmodifikationen

Nehmen Sie eventuell erforderliche Anlagenmodifikationen oder Aufrüstungen vor.

6. Evakuierung der Anlage und Lecksuche

Um Luft oder andere nicht kondensierbare Gase sowie eventuelle Restfeuchtigkeit aus der Anlage zu entfernen, muss ein Vakuum hergestellt werden < 1,32 mbar (EN 378). Falls das Vakuum nicht gehalten wird, kann dies ein Hinweis auf ein mögliches Leck sein. Befüllen Sie die Anlage anschließend mit trockenem Stickstoff. Stellen Sie dabei sicher, dass der maximal zulässige Druck nicht überschritten wird. Verwenden Sie keine Kältemittel-Luft-Gemische zur Lecksuche, denn diese könnten brennbar sein. Ist die Lecksuche beendet, entfernen Sie den verbleibenden Stickstoff mit Hilfe einer Vakuumpumpe.

7. Befüllung mit Opteon™ XP44:

Opteon™ XP44 ist ein Kältemittelgemisch. Daher darf es ausschließlich in der Flüssigphase aus dem Füllzylinder entnommen werden. (Besitzt der Zylinder kein Ventil mit Tauchrohr, drehen Sie ihn um, so dass sich das Ventil unterhalb des Zylinders befindet.) Sobald die Flüssigkeit entnommen wurde, kann das Kältemittel als Flüssigkeit oder Dampf in die Kälteanlage geleitet werden.

WARNHINWEIS: Geben Sie niemals flüssiges Kältemittel in die Saugleitung. Dies kann zu irreversiblen Schäden am Verdichter führen. Verwenden Sie eine Monteurhilfe oder ein Drosselventil zur Entspannung der Flüssigphase, bevor das Kältemittel in die Saugleitung gelangt.

Im Allgemeinen ist die Kältemittelfüllmenge für Opteon™ XP44 geringfügig höher als die Originalfüllmenge für R-404A oder R-507A charge. Die optimale Füllmenge ist abhängig von der Auslegung der Anlage und den Betriebsbedingungen. Die anfängliche Füllmenge sollte ca. 85 % der Standardfüllmenge für R-404A oder R-507A betragen. Nach dem Wiederanfahren und dem Anpassen der Anlagenparameter liegt die endgültige Kältemittelfüllmenge bei ca. 108 % der Füllmenge für R-404A oder R-507A.

8. Wiederanfahren der Anlage und Überwachung

- Beobachten und passen Sie das TXV und/oder die Füllmenge an, um eine optimale Überhitzung bzw. Unterkühlung zu erreichen.
- Beobachten Sie den Ölstand im Verdichter. Falls erforderlich, Öl nachfüllen, um den Ölstand auf einem optimalen Niveau zu halten.

9. Aufkleber für neues Kältemittel und Schmiermittel anbringen

Retrofit-Checkliste für Opteon™ XP44

1. Aufzeichnung der Leistungsdaten im Betrieb mit R-404A/R-507A (s. Datenblatt.)

2. Wenden Sie sich an die Originalhersteller der Anlagenbauteile und fragen Sie nach Informationen zu:

Verträglichkeit mit Kunststoffen

Verträglichkeit mit Elastomeren

Schmiermittel (Viskosität, Hersteller, Additive)

Dimensionierung des Thermostatischen Expansionsventils

Empfohlene Vorgehensweise beim Retrofit, um die Garantie zu behalten

3. Überprüfung der Qualität des aktuell verwendeten Polyolesteröls, ggf. Ölwechsel einplanen

4. Modifikation der Anlage (TXV, Leitungsdimensionierung etc.) auf Basis der technischen Analyse

5. Ersetzen des Filtertrockners mit einem für das Retrofit-Kältemittel freigegebenen Filtertrockner

6. Wiederanschließen des Systems und Evakuierung mit Hilfe einer Vakuumpumpe

(Volles Vakuum herstellen [132 Pa (1,32 mbar) gemäß EN 378-4:2013]).

7. System auf Leckagen prüfen. (Anschließend System erneut evakuieren.)

8. Auffüllen der Anlage mit dem Kältemittel Opteon™ XP44 (R-452A)

Zunächst nur ~85% Gew.-% der vom Originalhersteller empfohlenen Füllmenge für R-404A/R-507A einfüllen.

Eingefüllte Kältemittelmenge: _____

9. Wiederanfahren der Anlage und Anpassen der Kältemittelfüllmenge, bis die gewünschten Betriebsbedingungen erreicht sind.

Falls Füllmenge zu gering, Kältemittel in Mengen von 2-3 Gew.-% nachfüllen.

Eingefüllte Kältemittelmenge: _____

Gesamte eingefüllte Kältemittelmenge: _____

10. Komponenten und Anlage mit Aufklebern für Kältemittel und Schmiermittel versehen

11. Fertig!

Anlagendatenblatt

Anlagentyp/Ort: _____

Hersteller: _____ Verdichterhersteller: _____

Modell-Nr.: _____ Modell-Nr.: _____

Serien-Nr.: _____ Serien-Nr.: _____

Herstellungsdatum: _____ Herstellungsdatum: _____

Kältemittelfüllmenge: _____ Schmiermittel: _____

Schmiermittelmenge: _____ Trocknerhersteller: _____

Trocknertyp: _____ Kühlmedium Verflüssiger: _____

Expansionsorgan (bitte ankreuzen):

Kapillarrohr: _____ Expansionsventil: _____

Falls Expansionsventil:

Hersteller: _____ Modell-Nr.: _____

Fühlerstellung: _____ Ort des Fühlers: _____

Andere Regelungsorgane (z. B. Verdichterkopf-Druckschalter):

Datum/Uhrzeit				
Kältemittel				
Füllmenge (kg)				
Umgebungstemperatur (°C)				
Verdichter				
Sauggas T (°C)				
Sauggas P (MPa/bar)				
Druckgas T (°C)				
Druckgas P (MPa/bar)				
Verdampfer				
WÜ Luft/H ₂ O Eintritt T (°C)				
WÜ Luft/H ₂ O Austritt T (°C)				
Betriebstemperatur (°C)				
Verflüssiger				
WÜ Luft/H ₂ O Eintritt T (°C)				
WÜ Luft/H ₂ O Austritt T (°C)				
Überhitzung/Unterkühlung (abgeleitete Werte)				
Kältemittel T am Überhitzungskontrollpunkt (°C)				
Berechnete Überhitzung (K)				
Expansionsorgan Eintritt T (°C)				
Berechnete Unterkühlung (K)				
Stromaufnahme (bei Verbund: gesamt)				

Opteon™ XP44 (R-452A) Temperatur-Druck-Tabelle (SI)

Temp °C	P ges. Flüssigk. kPa	P ges. Dampf kPa	Temp °C	P ges. Flüssigk. kPa	P ges. Dampf kPa	Temp °C	P ges. Flüssigk. kPa	P ges. Dampf kPa
-40	140,95	117,97	0	640,36	561,40	40	1913,7	1752,6
-39	147,45	123,57	1	660,88	580,00	41	1959,6	1796,8
-38	154,19	129,38	2	681,88	599,07	42	2006,3	1841,8
-37	161,15	135,41	3	703,37	618,61	43	2053,8	1887,8
-36	168,37	141,65	4	725,37	638,62	44	2102,1	1934,6
-35	175,83	148,11	5	747,87	659,13	45	2151,2	1982,3
-34	183,54	154,81	6	770,89	680,13	46	2201,2	2030,9
-33	191,52	161,73	7	794,43	701,64	47	2252,0	2080,5
-32	199,75	168,90	8	818,50	723,66	48	2303,7	2131,1
-31	208,26	176,31	9	843,10	746,20	49	2356,2	2182,6
-30	217,05	183,98	10	868,25	769,27	50	2409,6	2235,1
-29	226,12	191,90	11	893,95	792,87	51	2463,9	2288,6
-28	235,48	200,08	12	920,21	817,02	52	2519,1	2343,1
-27	245,14	208,54	13	947,04	841,73	53	2575,2	2398,7
-26	255,09	217,26	14	974,44	867,00	54	2632,2	2455,4
-25	265,35	226,27	15	1002,4	892,84	55	2690,1	2513,2
-24	275,93	235,57	16	1031,0	919,26	56	2748,9	2572,1
-23	286,82	245,16	17	1060,2	946,27	57	2808,7	2632,1
-22	298,04	255,04	18	1089,9	973,88	58	2869,5	2693,3
-21	309,60	265,23	19	1120,3	1002,1	59	2931,2	2755,8
-20	321,49	275,74	20	1151,3	1030,9	60	2993,8	2819,4
-19	333,72	286,56	21	1182,9	1060,4	61	3057,5	2884,4
-18	346,31	297,70	22	1215,2	1090,5	62	3122,1	2950,7
-17	359,25	309,18	23	1248,1	1121,2	63	3187,7	3018,4
-16	372,56	320,99	24	1281,7	1152,6	64	3254,3	3087,5
-15	386,24	333,15	25	1315,9	1184,7			
-14	400,29	345,66	26	1350,8	1217,4			
-13	414,73	358,52	27	1386,3	1250,8			
-12	429,56	371,75	28	1422,6	1284,9			
-11	444,78	385,35	29	1459,5	1319,8			
-10	460,41	399,32	30	1497,2	1355,3			
-9	476,45	413,68	31	1535,5	1391,6			
-8	492,90	428,44	32	1574,5	1428,6			
-7	509,78	443,59	33	1614,3	1466,3			
-6	527,09	459,14	34	1654,8	1504,8			
-5	544,83	475,11	35	1696,1	1544,1			
-4	563,02	491,50	36	1738,1	1584,2			
-3	581,66	508,32	37	1780,8	1625,1			
-2	600,76	525,57	38	1824,4	1666,8			
-1	620,33	543,26	39	1868,7	1709,3			

Opteon™ XP44 (R-452A) Druck-Temperatur-Tabelle

P bar (g)	T ges. Flüssigk. °C	T ges. Dampf °C	P bar (g)	T ges. Flüssigk. °C	T ges. Dampf °C	P bar (g)	T ges. Flüssigk. °C	T ges. Dampf °C
0,0	-47,3	-43,5	9,6	17,0	21,0	19,2	42,3	45,8
0,2	-43,5	-39,6	9,8	17,7	21,7	19,4	42,7	46,2
0,4	-40,1	-36,3	10,0	18,3	22,3	19,6	43,1	46,6
0,6	-37,2	-33,2	10,2	19,0	23,0	19,8	43,5	47,0
0,8	-34,5	-30,5	10,4	19,6	23,6	20,0	44,0	47,4
1,0	-32,0	-28,0	10,6	20,3	24,2	20,2	44,4	47,8
1,2	-29,7	-25,7	10,8	20,9	24,9	20,4	44,8	48,2
1,4	-27,5	-23,5	11,0	21,5	25,5	20,6	45,2	48,6
1,6	-25,5	-21,5	11,2	22,1	26,1	20,8	45,6	49,0
1,8	-23,6	-19,6	11,4	22,8	26,7	21,0	46,0	49,3
2,0	-21,8	-17,8	11,6	23,4	27,3	21,2	46,4	49,7
2,2	-20,1	-16,1	11,8	24,0	27,9	21,4	46,8	50,1
2,4	-18,5	-14,4	12,0	24,5	28,4	21,6	47,2	50,5
2,6	-16,9	-12,9	12,2	25,1	29,0	21,8	47,5	50,8
2,8	-15,5	-11,4	12,4	25,7	29,6	22,0	47,9	51,2
3,0	-14,0	-10,0	12,6	26,3	30,1	22,2	48,3	51,6
3,2	-12,6	-8,6	12,8	26,8	30,7	22,4	48,7	51,9
3,4	-11,3	-7,2	13,0	27,4	31,2	22,6	49,1	52,3
3,6	-10,0	-5,9	13,2	27,9	31,8	22,8	49,4	52,7
3,8	-8,8	-4,7	13,4	28,5	32,3	23,0	49,8	53,0
4,0	-7,6	-3,5	13,6	29,0	32,8	23,2	50,2	53,4
4,2	-6,4	-2,3	13,8	29,5	33,4	23,4	50,6	53,7
4,4	-5,3	-1,2	14,0	30,1	33,9	23,6	50,9	54,1
4,6	-4,2	-0,1	14,2	30,6	34,4	23,8	51,3	54,4
4,8	-3,1	1,0	14,4	31,1	34,9	24,0	51,7	54,8
5,0	-2,0	2,0	14,6	31,6	35,4	24,2	52,0	55,1
5,2	-1,0	3,1	14,8	32,1	35,9	24,4	52,4	55,5
5,4	0,0	4,1	15,0	32,6	36,4	24,6	52,7	55,8
5,6	1,0	5,0	15,2	33,1	36,9	24,8	53,1	56,1
5,8	1,9	6,0	15,4	33,6	37,4	25,0	53,4	56,5
6,0	2,8	6,9	15,6	34,1	37,8	25,2	53,8	56,8
6,2	3,8	7,8	15,8	34,6	38,3	25,4	54,1	57,1
6,4	4,7	8,7	16,0	35,1	38,8	25,6	54,5	57,5
6,6	5,5	9,6	16,2	35,6	39,3	25,8	54,8	57,8
6,8	6,4	10,5	16,4	36,0	39,7	26,0	55,2	58,1
7,0	7,2	11,3	16,6	36,5	40,2	26,2	55,5	58,4
7,2	8,1	12,1	16,8	37,0	40,6	26,4	55,8	58,8
7,4	8,9	12,9	17,0	37,4	41,1	26,6	56,2	59,1
7,6	9,7	13,7	17,2	37,9	41,5	26,8	56,5	59,4
7,8	10,5	14,5	17,4	38,4	42,0	27,0	56,9	59,7
8,0	11,2	15,3	17,6	38,8	42,4	27,2	57,2	60,0
8,2	12,0	16,0	17,8	39,3	42,8	27,4	57,5	60,3
8,4	12,7	16,8	18,0	39,7	43,3	27,6	57,8	60,6
8,6	13,5	17,5	18,2	40,1	43,7	27,8	58,2	60,9
8,8	14,2	18,2	18,4	40,6	44,1	28,0	58,5	61,2
9,0	14,9	18,9	18,6	41,0	44,5	28,2	58,8	61,5
9,2	15,6	19,6	18,8	41,4	45,0	28,4	59,1	61,8
9,4	16,3	20,3	19,0	41,9	45,4	28,6	59,5	62,1

Weitere Informationen zur Opteon™ Kältemittelfamilie oder andere
Kältemittel von Chemours finden Sie im Internet unter opteon.com/de

Die hierin gemachten Angaben und Empfehlungen werden kostenlos zur Verfügung gestellt und erfolgen auf der Grundlage der Chemours vorliegenden Informationen. Die Daten sind zur Verwendung durch technische Fachkräfte vorgesehen. Da die zukünftigen Anwendungs- und Entsorgungsbedingungen außerhalb unseres Einflussbereiches liegen, kann Chemours keine Gewährleistung oder Haftung, sei es ausdrücklich oder stillschweigend, für die gemachten Angaben oder Empfehlungen und deren mögliche spätere Verwendung übernehmen. Die zur Verfügung gestellten Informationen sind nicht als Gewährung einer Lizenz oder als Empfehlung zur Verletzung von Patenten oder Schutzrechten Dritter zu betrachten.

© 2016 The Chemours Company. Alle Rechte vorbehalten. Opteon™ und damit verbundene Logos sind markenrechtlich geschützt für The Chemours Company. Chemours™ und das Chemours Logo sind markenrechtlich oder urheberrechtlich geschützt für The Chemours Company. Das GWP Logo ist urheberrechtlich geschützt für The Chemours Company.