Opteon® XP40

Umstellungsrichtlinien für stationäre Kälteanlagen

Umstellung von R-404A/R-507 Systemen auf das Kältemittel Opteon® XP40 (R-449A)

Opteon® XP40

Inhalt

Einleitung 4

Wichtige Sicherheitshinweise 4

Brennbarkeit 5

Erwartete Leistung von Opteon® XP40 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-507 Anlagen auf Opteon® XP40 6

Retrofit-Checkliste für Opteon® XP 40 8

Anlagendatenblatt 9

Anhang I 10

Einleitung

Die fluorierten Kohlenwasserstoffe (HFKW) R-404A und R-507 wurden als ozonunschädliche 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® XP40 ist ein auf der Hydrofluorolefin(HFO)-Technologie basierendes Low-GWP-Kältemittel, das als Ersatz für R-404A/R-507 in Anlagen mit Verdrängungsverdichtern oder Direktverdampfung für die Normal- und Tiefkühlung entwickelt wurde. Opteon® XP40 ist der eingetragene Markenname für ein Gemisch aus R-32/R-125/R134a/R-1234yf (24,3/24,7/25,7/25,3 Gew.-%) mit der ASHRAE-Bezeichnung R-449A. Es ist kommerziell erhältlich und eignet sich sowohl für den Retrofit bestehender R-404A/R-507 Anlagen als auch als Alternativkältemittel in Neuanlagen. Im Vergleich zu R-404A/R-507 bietet Opteon® XP40 eine verbesserte Energieeffizienz sowie verbesserte Umwelteigenschaften. Sein GWP-Wert (nach AR4) liegt bei 1397 (vgl. R-404A: 3922), und es besitzt kein Ozonabbaupotenzial.

Mit Hilfe dieser Umrüstrichtlinien lassen sich zahlreiche R-404A/R-507 Kälteanlagen auf Opteon® XP40 umrüsten und so sicher, effizient und mit einem signifikant verringerten Umwelteinfluss weiterbetreiben.

Wichtige Sicherheitshinweise

Wie alle Freon®, Suva® oder ISCEON® Kältemittel ist Opteon® XP40 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-Metalldampflampen oder Lötlampen) können in Gegenwart von fluorkohlenwasserstoffhaltigen Kältemitteln zur Freisetzung großer Mengen gefährlicher saurer Verbindungen führen. Halogen-Metalldampflampen eignen sich nicht als Lecksuchgeräte für HFKW-Kältemittel, da sie nur das Chlor im Kältemittel aufspüren können. Da Opteon® XP40, R-404A oder R-507 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.

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

Tabelle 1: Vergleich der Leistungsdaten

Vergleich zu R-404A – Tiefkühlung Verflüssiger = 40 °C; Verdampfer = -30 °C; Unterkühlung = 4 K; Sauggas T = -10 °C; ηisen-Verd. = 70 %									
	Saug-druck (kPa)	Verflüs-sigungs-druck (kPa)	Druckgas T (°C)	Ø Tempera-turgleit (K)	Kälte-leistung (kJ/m3)	Kälte-leistung bez. auf R-404A	COP	COP bez. auf R-404A	Massen-strom bez. auf R-404A
R-404A	206	1.833	87	0,4	1.091	100 %	1,598	100 %	100 %
XP40	174	1.745	106	4,2	1.066	98 %	1,684	105 %	75 %
Vergleich zu R-404A – Normalkühlung Verflüssiger = 40 °C; Verdampfer = -10 °C; Unterkühlung = 4 K; Sauggas T = 10 °C; ηisen-Verd. = 70 %									
R-404A	436	1.833	77	0,4	2.489	100 %	2,724	100 %	100 %
XP40	386	1.745	89	4,3	2.468	99 %	2,821	104 %	75 %

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® XP40 Sicherheitsdatenblatt. Das DuPont Safety Bulletin AS-1 enthält ebenfalls weitere Informationen zum sicheren Umgang mit Kältemitteln.

Brennbarkeit

Opteon® XP40 ist nicht brennbar. Es wurde gemäß ASHRAE Standard SP34 in die Sicherheitsklasse A1 eingestuft. Wie bei HFKW-haltigen Kältemittelblends üblich, darf auch Opteon® XP40 zur Lecksuche nicht mit Luft vermischt werden.

Allgemeine Informationen zum Retrofit von R-404A/R-507 auf Opteon® XP40

Erwartete Leistung von Opteon® XP40 vs. R-404A

Tabelle 1 basiert auf thermodynamischen Kreisprozessberechnungen und vergleicht die wichtigsten Leistungsdaten von R-404A und Opteon® XP40. Die tatsächlichen Leistungsdaten eines Systems hängen von zahlreichen Faktoren ab, z. B. den Anlagen- und Umgebungsbedingungen.

Systemmodifikationen

Schmiermittel

Bei den meisten R-404A/R-507 Kälteanlagen sollte sich das in den Anlagen eingesetzte Polyolesteröl(POE) auch für den Betrieb mit Opteon® XP40 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 (Kapazität und Energieeffizienz) beim Betrieb mit Opteon® XP40 ist vergleichbar mit R-404A/R-507.

Bei Opteon® XP40 unterscheiden sich die Drücke auf der Saug- und Druckseite des Verdichters von den Werten bei R-404A/R-507. Daher kann es erforderlich sein, die Sollwerte und die Sicherheitsabschaltung anzupassen, um ein Überschreiten der Betriebsgrenzen des Verdichters zu vermeiden. Weitere Informationen erhalten Sie beim Hersteller.

Opteon® XP40 hat auch geringfügig höhere (10-20 K) Druckgastemperaturen als R-404A. Ausführliche Informationen zum Betrieb Ihres Verdichters mit Opteon® XP40 erhalten Sie ebenfalls beim Hersteller.

Expansionsorgan

Opteon® XP40 hat zwar einen um ca. 20 bis 25 % geringeren Massenstrom als R-404A, aber die Werte sollten innerhalb des Betriebsbereichs eines korrekt dimensionierten und installierten R-404A Expansionsorgan 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® XP40 hat einen geringeren Massenstrom und eine geringere Dichte als R-404A/R-507. 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 akzaptabel 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® XP40 und R-404A kann es erforderlich sein, die Druckregler sowie die Druckabschaltung zurückzusetzen, um ein korrektes Funktionieren der Anlage zu ermöglichen. Der Druckgasdruck von Opteon® XP40 ist geringfügig niedriger als der von R-404A. Dies kann geringfügige Modifikationen an den Verflüssigerlüftern und der Verflüssigungsdruckregler erfordern.

Opteon® XP40 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

Viele Supermärkte setzen Kälteregelungssysteme und Verfahren ein, deren korrekte Funktion auf dem Druck-Temperatur-Diagramm eines bestimmten Kältemittels basiert. Obwohl die Regelungssysteme nach der Umstellung von R-404A/R-507 auf Opteon® XP40 weiter funktionieren sollten, wird empfohlen, diese mit den Daten des Kältemittels R-449A zu aktualisieren, um eine optimale Leistung zu ermöglichen. Wenden Sie sich bei Fragen zur Aktualisierung der Regelungssysteme für den Betrieb mit Opteon® XP40 (R-449A) an den jeweiligen Hersteller.

Retrofit von R-404A/R-507 Anlagen auf Opteon® XP40

Gehen Sie wie folgt vor, um R-404A/R-507 Anlagen auf Opteon® XP 40 umzustellen:

1. **Aufzeichnung der Leistungdaten mit R-404A/R-507:**
   Zeichnen Sie die Leistungsdaten der Anlage im Betrieb mit R-404A bzw. R-507 auf. Überprüfen Sie die Kältemittelfüllmenge und die Betriebsbedingungen. 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 Defiziten und bei der Optimierung der Anlage im Betrieb mit Opteon® XP40. Weiter unten finden Sie ein Anlagendatenblatt, in das Sie die Basiswerte notieren können.

2. **Überprüfen des Schmiermittels**
   Bei den meisten R-404A/R-507 Kälteanlagen sollte sich das in den Anlagen eingesetzte Polyolesteröl(POE) auch für den Betrieb mit Opteon® XP40 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.

3. **Absaugen der R-404A/R-507 Füllung in R-Zylinder**
   Entnehmen Sie die komplette R-404A Füllung aus der Anlage in einen R-Zylinder. Wiegen Sie das entnommene Kältemittel als Referenz für die Bestimmung der anfänglichen Füllmenge an Opteon® XP40.

4. **Ersetzen des Filtertrockners**
   Ersetzen Sie den Filtertrockner wie bei Wartungsarbeiten üblich.

5. **Weitere Anlagenmodifikationen**
   Führen Sie eventuell erforderliche Anlagenmodifikationen oder Aufrüstungen durch.

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® XP40:**
   Opteon® XP40 ist ein Kältemittelgemisch. Daher darf es ausschließlich in der Flüssigphase aus dem Füllzylinder entnommen werden. (Besitzt der Zylinder kein Ventil mit Tauchrohr, drehen Sie den Zylinder um, so dass sich das Ventil unterhalb des Zylinders befindet.) Pfeile auf dem Zylinder und dem Karton zeigen im Allgemeinen die korrekte Position. Sobald die Flüssigkeit aus dem Zylinder 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® XP40 geringfügig höher als die Originalfüllmenge für R-404A oder R-507. 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-507 betragen. Nach dem Wiederanfahren und Anpassung der Anlagenparameter liegt die endgültige Kältemittelfüllmenge bei ca. 105 % der Füllmenge für R-404A oder R-507.

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® XP 40

☐ 1. **Aufzeichnung der Leistungsdaten im Betrieb mit R-404A/R-507 (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 R-449A**

Zunächst nur ~85% Gew.-% der vom Originalhersteller empfohlenen Füllmenge für R-404A 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: _____

Modell-Nr.: _____

Serien-Nr.: _____

Herstellungsdatum: _____

Kältemittelfüllmenge: _____

Schmiermittelmenge: _____

Verdicherhersteller: _____

Modell-Nr. _____

Serien-Nr.: _____

Herstellungsdatum: _____

Schmiermittel: _____

Trocknerhersteller: _____

Trocknertyp: _____

Kühlmedium Verflüssiger: _____

Expansionsorgan (bitte ankreuzen):

Kapillarrohr: _____

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_2O Eintritt T (°C)				
WÜ Luft/H_2O Austritt T (°C)				
Betriebstemperatur (°C)				
Verflüssiger				
WÜ Luft/H_2O Eintritt T (°C)				
WÜ Luft/H_2O 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)				

Anhang I.

Opteon® XP40 (R-449A) Temperatur-Druck-Tabelle (SI)

Temp °C	P ges. Flüssigk kPa	P ges. Dampf kPa
-40	134,18	100,94
-39	140,39	105,97
-38	146,83	111,2
-37	153,5	116,62
-36	160,41	122,26
-35	167,55	128,1
-34	174,94	134,16
-33	182,59	140,44
-32	190,49	146,96
-31	198,65	153,7
-30	207,08	160,69
-29	215,78	167,92
-28	224,77	175,41
-27	234,04	183,15
-26	243,61	191,15
-25	253,47	199,43
-24	263,64	207,98
-23	274,12	216,81
-22	284,92	225,93
-21	296,04	235,35
-20	307,5	245,07
-19	319,28	255,09
-18	331,41	265,43
-17	343,89	276,09
-16	356,73	287,07
-15	369,93	298,39
-14	383,49	310,05
-13	397,44	322,06
-12	411,76	334,42
-11	426,47	347,15
-10	441,58	360,24
-9	457,09	373,7
-8	473,02	387,55
-7	489,35	401,79
-6	506,11	416,43
-5	523,3	431,47
-4	540,93	446,92
-3	559	462,79
-2	577,52	479,08
-1	596,5	495,81
0	615,94	512,99
1	635,86	530,61

Temp °C	P ges. Flüssigk kPa	P ges. Dampf kPa
2	656,25	548,69
3	677,14	567,23
4	698,51	586,24
5	720,39	605,74
6	742,78	625,73
7	765,68	646,21
8	789,11	667,2
9	813,06	688,7
10	837,56	710,72
11	862,6	733,27
12	888,19	756,36
13	914,35	780
14	941,07	804,2
15	968,37	828,96
16	996,25	854,29
17	1024,73	880,2
18	1053,8	906,71
19	1083,49	933,82
20	1113,78	961,54
21	1144,7	989,87
22	1176,25	1018,84
23	1208,44	1048,44
24	1241,28	1078,69
25	1274,77	1109,6
26	1308,92	1141,18
27	1343,75	1173,44
28	1379,25	1206,38
29	1415,44	1240,02
30	1452,33	1274,37
31	1489,92	1309,44
32	1528,22	1345,25
33	1567,24	1381,79
34	1606,99	1419,08
35	1647,48	1457,14
36	1688,72	1495,97
37	1730,71	1535,6
38	1773,47	1576,02
39	1816,99	1617,25
40	1861,3	1659,3
41	1906,4	1702,19
42	1952,29	1745,94
43	1998,99	1790,54

Temp °C	P ges. Flüssigk kPa	P ges. Dampf kPa
44	2046,51	1836,02
45	2094,86	1882,39
46	2144,04	1929,67
47	2194,07	1977,86
48	2244,94	2026,99
49	2296,68	2077,07
50	2349,3	2128,11
51	2402,79	2180,14
52	2457,18	2233,17
53	2512,46	2287,21
54	2568,66	2342,29
55	2625,78	2398,43
56	2683,83	2455,64
57	2742,81	2513,94
58	2802,75	2573,37
59	2863,64	2633,93
60	2925,51	2695,66

Opteon® XP40 (R-449A) 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	-46,4	-40,3	9,6	18,2	23,4	19,2	43,4	47,8
0,2	-42,5	-36,5	9,8	18,9	24,0	19,4	43,9	48,2
0,4	-39,2	-33,2	10,0	19,5	24,7	19,6	44,3	48,6
0,6	-36,2	-30,2	10,2	20,2	25,3	19,8	44,7	49,0
0,8	-33,4	-27,5	10,4	20,8	25,9	20,0	45,1	49,4
1,0	-30,9	-25,0	10,6	21,5	26,6	20,2	45,5	49,8
1,2	-28,6	-22,7	10,8	22,1	27,2	20,4	45,9	50,2
1,4	-26,4	-20,6	11,0	22,7	27,8	20,6	46,3	50,6
1,6	-24,4	-18,6	11,2	23,3	28,4	20,8	46,7	51,0
1,8	-22,5	-16,7	11,4	23,9	29,0	21,0	47,1	51,4
2,0	-20,7	-14,9	11,6	24,5	29,6	21,2	47,5	51,7
2,2	-19,0	-13,2	11,8	25,1	30,1	21,4	47,9	52,1
2,4	-17,4	-11,6	12,0	25,7	30,7	21,6	48,3	52,5
2,6	-15,8	-10,1	12,2	26,3	31,3	21,8	48,7	52,9
2,8	-14,3	-8,6	12,4	26,9	31,8	22,0	49,1	53,2
3,0	-12,9	-7,2	12,6	27,4	32,4	22,2	49,4	53,6
3,2	-11,5	-5,8	12,8	28,0	32,9	22,4	49,8	53,9
3,4	-10,1	-4,5	13,0	28,6	33,5	22,6	50,2	54,3
3,6	-8,9	-3,2	13,2	29,1	34,0	22,8	50,6	54,7
3,8	-7,6	-2,0	13,4	29,7	34,5	23,0	50,9	55,0
4,0	-6,4	-0,8	13,6	30,2	35,1	23,2	51,3	55,4
4,2	-5,2	0,4	13,8	30,7	35,6	23,4	51,7	55,7
4,4	-4,1	1,5	14,0	31,2	36,1	23,6	52,0	56,1
4,6	-3,0	2,6	14,2	31,8	36,6	23,8	52,4	56,4
4,8	-1,9	3,6	14,4	32,3	37,1	24,0	52,8	56,8
5,0	-0,9	4,7	14,6	32,8	37,6	24,2	53,1	57,1
5,2	0,2	5,7	14,8	33,3	38,1	24,4	53,5	57,4
5,4	1,2	6,7	15,0	33,8	38,6	24,6	53,8	57,8
5,6	2,1	7,6	15,2	34,3	39,1	24,8	54,2	58,1
5,8	3,1	8,6	15,4	34,8	39,5	25,0	54,5	58,4
6,0	4,0	9,5	15,6	35,3	40,0	25,2	54,9	58,8
6,2	5,0	10,4	15,8	35,8	40,5	25,4	55,2	59,1
6,4	5,8	11,3	16,0	36,3	40,9	25,6	55,6	59,4
6,6	6,7	12,1	16,2	36,7	41,4	25,8	55,9	59,7
6,8	7,6	13,0	16,4	37,2	41,9	26,0	56,3	60,1
7,0	8,4	13,8	16,6	37,7	42,3	26,2	56,6	60,4
7,2	9,3	14,6	16,8	38,1	42,8	26,4	56,9	60,7
7,4	10,1	15,4	17,0	38,6	43,2	26,6	57,3	61,0
7,6	10,9	16,2	17,2	39,1	43,6	26,8	57,6	61,3
7,8	11,7	17,0	17,4	39,5	44,1	27,0	57,9	61,6
8,0	12,4	17,7	17,6	40,0	44,5	27,2	58,3	61,9
8,2	13,2	18,5	17,8	40,4	44,9	27,4	58,6	62,3
8,4	13,9	19,2	18,0	40,8	45,4	27,6	58,9	62,6
8,6	14,7	19,9	18,2	41,3	45,8	27,8	59,3	62,9
8,8	15,4	20,6	18,4	41,7	46,2	28,0	59,6	63,2
9,0	16,1	21,3	18,6	42,2	46,6	28,2	59,9	63,5
9,2	16,8	22,0	18,8	42,6	47,0	28,4	60,2	63,8
9,4	17,5	22,7	19,0	43,0	47,4	28,6	60,5	64,1

Weitere Informationen zur Opteon® Kältemittelfamilie oder andere Kältemittel von DuPont finden Sie im Internet unter **opteon.com**

Diese Informationen werden kostenfrei zur Verfügung gestellt und beruhen auf technischen Daten, die DuPont für zuverlässig hält. Diese Informationen sind für die Nutzung durch Personen gedacht, die das entsprechende Fachwissen besitzen, nach eigenem Ermessen und auf eigenes Risiko. Informationen zur sicheren Handhabung schließen ein, dass der Benutzer sich davon überzeugt, dass seine speziellen Anwendungen und Prozesse keine Gefahr für die Gesundheit oder die Sicherheit darstellen. Wie bei allen Produkten ist die Bewertung unter den tatsächlichen Einsatzbedingungen vor der Spezifizierung unerlässlich. Da DuPont nicht alle Variationen des endgültigen Gebrauches berücksichtigen kann, übernimmt DuPont keine Gewährleistung und keine Haftung im Zusammenhang mit der Nutzung der Informationen. Diese Publikation stellt keine Gewährung einer Lizenz oder eine Empfehlung zur Verletzung von Patentrechten dar.

Copyright © 2014 DuPont. Alle Rechte vorbehalten. Das DuPont Oval, DuPont™ und Produktnamen mit der Kennzeichnung ® und ™ sind markenrechtlich geschützt für E.I. du Pont de Nemours and Company oder eine ihrer Konzerngesellschaften. Das GWP Logo ist urheberrechtlich geschützt für E.I. du Pont de Nemours and Company.