

## Creard R407H



KÄLTEMITTEL

## Creard R407H

Hinweise zu Anwendung und Umgang



## Hinweise zu Anwendung und Umgang mit Creard R407H

1	Einführung	4
2	Wann sollte Creard R407H verwendet werden?	4
3	Sicherheitshinweise	6
4	Spezifisches Verhalten von Creard R407H in R404A / R507A Systemen	6
4.1	Anwendungsbereich von Creard R407H	6
4.2	Druck und Temperaturleit	6
4.3	Verdichtungsendtemperaturen	7
4.4	Expansionsorgane	7
4.5	Magnetventile	7
4.6	Flüssigkeitsabscheider	7
4.7	Kälteleistung und Leistungskoeffizient	7
4.8	Öl-Management	7
4.9	Feuchtigkeit	8
4.10	Filtertrockner	8
4.11	Kompatibilität mit Elastomeren und Kunststoffen	8
5	Ablaufdiagramm für die Umrüstung zu Creard R407H	9
6	Die Umrüstung von R404A / R507A Systemen zu Creard R407H im Detail	9
6.1	Inspektion und Dokumentation der Systembedingungen	9
6.2	Entnahme und Wiederverwertung von R404A / R507A	10
6.3	Austausch der Anlagenkomponenten	10
6.4	Vakuumierung und Dichtheitskontrolle	10
6.5	Vorstellung von Creard R407H	10
6.6	Ölrückführung überprüfen	11
6.7	Optimierung des Betriebsstatus	11
6.8	Kennzeichnung und Dokumentation nach den gesetzlichen Anforderungen	11
7	Anhang	12
7.1	Physikalische Daten	12
7.2	Checkliste – vor der Umrüstung	12
7.3	Checkliste – während der Umrüstung	13
7.4	Dampftafel R404A / R507A / Creard R407H	14/15

## 1 Einführung

Die europäische F-Gase Verordnung EU517/2014 sieht einen beschleunigten Rückgang des HFKW-Verbrauchs innerhalb der EU28 vor. Insbesondere Kältemittel mit hohem globalem Treibhauspotenzial (Hoch-GWP) wie R404A / R507A stehen unter Druck.

Ein frühzeitiger Austausch, auch in bestehenden Systemen, ermöglicht ein Erreichen des ehrgeizigen Zieles, die CO<sub>2</sub> äquivalent gewichteten Emissionen bis 2030 auf 21 % des Stands von 2015 zu bringen.

R407H wird bei Kälteanlagen als Kältemittel zum Austausch von R404A / R507A eingesetzt. Es ermöglicht einen einfachen Austausch der Hoch-GWP Kältemittel R404A und R507A und ist nur mit geringfügigen Änderungen des Systems verbunden. R407H wird in der Regel mit denselben Ölsorten betrieben.

Daikin hat diese Broschüre erstellt, damit Service-Techniker die verschiedenen technischen Anforderungen an die Kältemittelumstellung auf das Kältemittel R407H besser verstehen, und die beinhalteten Informationen zur Hilfestellung verwenden können.

Die dargestellten Informationen sind allgemein zu interpretieren und ersetzen nicht die speziellen Empfehlungen der Komponentenhersteller.

Jede Kältemittelumstellung ist anlagenspezifisch zu betrachten, da sich Kälteanlagen hinsichtlich Ausstattung, Zustand und Einsatzbereich deutlich voneinander unterscheiden.

Aus diesem Grund empfehlen wir, die Geräte bzw. Komponentenhersteller bezüglich detaillierter Informationen bei einer geplanten Kältemittelumstellung zu kontaktieren.

Im Umgang mit R407H sind zwingend die Sicherheitshinweise aus dem Sicherheitsdatenblatt (SDB) zu beachten.

## 2 Wann sollte Creard R407H verwendet werden?

Die Umrüstung von einem Kältemitteltyp zum anderen hat seine Vor- und Nachteile. Die Hauptkriterien als Grundlage für eine Entscheidung sind der technische Zustand der Anlage, sowie die direkt oder indirekt mit dem fortgesetzten Betrieb des bestehenden Systems verbundenen Kosten. Wenn diese Punkte geklärt sind, sollte die Umrüstung mit R407H vorgenommen werden, wenn ein Austausch von R404A / R507A notwendig ist. Das folgende Ablaufdiagramm sollte bei der Entscheidung helfen.

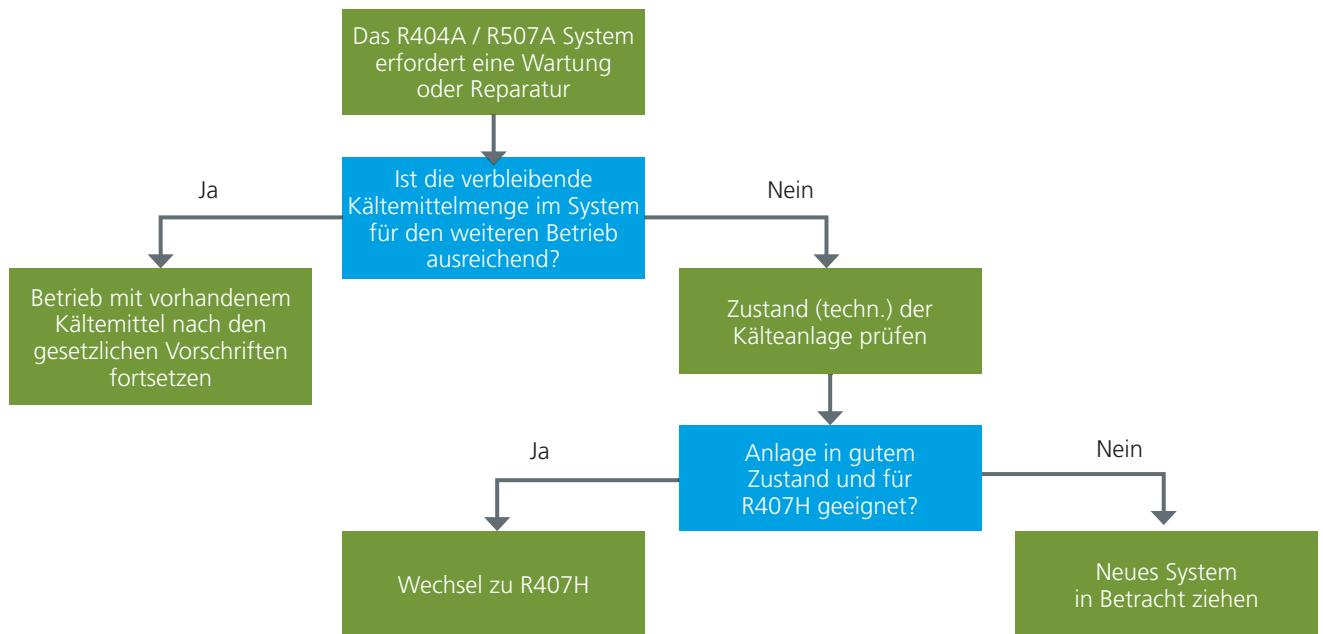


Abb. 1: Vereinfachtes Diagramm für die Entscheidung, ein R404A / R507A System umzurüsten

Eine Kostenschätzung sollte entscheiden, ob die Umstellung auf R407H oder der fortgesetzte Betrieb mit R404A / R507A die optimale Lösung ist. Diese sollte auf der technischen Bewertung des Systems, dessen Leistung und dessen Zustand basieren. Die anschließenden Betriebskosten sind in der Kostenschätzung ebenfalls zu berücksichtigen.

Mit R407H bietet Daikin Chemicals ein Kältemittel an, das speziell zum Austausch von R404A / R507A entwickelt wurde. Der größte Vorteil von R407H im Vergleich zu Retrofit-Kältemitteln ist die kurze Umrüstzeit, da es häufig nicht erforderlich ist, gleichzeitig Haupt-Anlagenkomponenten des Systems auszutauschen. Anlagen, die mit Flüssigkeitseinspritzung oder anderen Maßnahmen zur Begrenzung der Verdichtungsendtemperaturen ausgestattet sind, sind für eine Umstellung auf R407H ideal.

Es gibt jedoch auch Systeme, die nicht auf R407H umgestellt werden können. R407H hat im Vergleich zu R404A / R507A deutlich höhere Verdichtungsendtemperaturen. R404A / R507A Systeme mit einer Verdichtungsendtemperatur von  $> 80^{\circ}\text{C}$  sollten nur nach einer gründlichen Analyse der erwarteten Verdichtungsendtemperatur und nach Rücksprache mit dem Kompressorhersteller auf R407H umgerüstet werden.

R407H verfügt im Vergleich zu R404A / R507A über einen leicht niedrigeren Druck bei vergleichbaren Temperaturen. Thermostatische Expansionsventile (TEV) mit einem Stabfühler, die für R404A / R507A entwickelt wurden, regeln den Kältemittelmassenstrom nicht ordnungsgemäß. Bei Einsatz von R407H schließen die Ventile nicht vollständig. Dementsprechend kann die Überhitzung nicht korrekt geregelt und die Solltemperatur somit nicht erreicht werden. Solange kein spezielles R407H TEV verfügbar ist, sollte ein R407C TEV verwendet werden.

Da R407H zeotrope Fluideigenschaften hat, ist es inkompatibel mit Pumpenanlagen sowie mit Systemen, die mit einem überfluteten Verdampfer ausgestattet sind. Dies könnte für manche R507A Systeme zutreffen.

### 3 Sicherheitshinweise

Die folgenden allgemeinen Sicherheitshinweise sollten bei R407H berücksichtigt werden:

- Tragen Sie persönliche Schutzausrüstung wenn Sie an Kälteanlagen arbeiten, einschließlich Sicherheitsschuhen, -handschuhen und Schutzbrille.
- Die Dämpfe sind schwerer als Luft und können durch Sauerstoffverdrängung Erstickung verursachen.
- Es ist darauf zu achten, dass die Arbeitsumgebung jederzeit gut belüftet ist. Stellen Sie sicher, dass die Sauerstoffkonzentration innerhalb der Maschinenräume nicht unter das Sicherheitslimit fällt.
- Vermeiden Sie die Zersetzung von Kältemitteldampf, z. B. auf heißen Oberflächen oder durch elektrischen Lichtbogen (Schweißarbeiten).
- Das Rauchen ist in Bereichen untersagt, in denen Kältemittel freigesetzt werden könnten.
- Das Überfüllen von Gaszylindern ist bei Rückgewinnung von Kältemitteln zu vermeiden.
- Elektronische Leckagedetektoren sind zu verwenden, wann immer dies möglich ist.

### 4 Spezifisches Verhalten von Creard R407H in R404A / R507A Systemen

R407H ist eine Mischung von R125 / R32 / R134a. Es wurde speziell entwickelt, um eine kostengünstige Alternative zu HFO-basierten Kältemittellösungen zu bieten. In den meisten Fällen kann R407H ohne große Änderungen in R404A / R507A Systemen eingesetzt werden. Folgende Punkte müssen jedoch bei der Anwendung von R407H berücksichtigt werden:

#### 4.1 Anwendungsbereich von Creard R407H

- Niedrig-GWP Ersatzkältemittel für R404A / R507A für mittlere Temperaturen (Normalkühlung NK)
- Niedrig-GWP Ersatzkältemittel für R404A / R507A für niedrigere Temperaturen (Tiefkühlung TK)
- Kühlsysteme, die mit einer Flüssigkeitseinspritzung ausgestattet sind

Im Allgemeinen darf R407H nicht bei Systemen mit überfluteten Verdampfern, in Pumpenanlagen und in Kälteanlagen mit Turbokompressoren verwendet werden. R404A / R507A Systeme mit einer Verdichtungsendtemperatur  $>80^{\circ}\text{C}$  sollten nach einer genauen Analyse nur mit Einverständnis des Kompressorenherstellers umgerüstet werden.

Für Details siehe den zulässigen Temperatureinsatzbereich, kontaktieren Sie zudem den jeweiligen Kompressorhersteller.

#### 4.2 Druck und Temperaturleit

(siehe Anlage 7.4: R407H Dampftafel)

R407H verfügt über einen Siedepunkt von  $-44^{\circ}\text{C}$  (@ 1,013 bar). Es hat einen etwas geringeren Dampfdruck als R404A / R507A. Aufgrund seines Temperatur-/Druckverhaltens kann es bei bestehenden R404A / R507A Systemen problemlos eingesetzt werden. Der zulässige / maximale Betriebsdruck von bestehenden Systemen muss jedoch vor der Verwendung von R407H im Allgemeinen sorgfältig geprüft werden. Der Temperaturleit von R407H ist 7K.

### 4.3 Verdichtungsendtemperatur

R407H wurde entwickelt, um in typischen NK- und TK-Anwendungen hohe Leistung bei einem möglichst niedrigen GWP zu bieten, ohne entflammbar zu sein. Die meisten Kompressorhersteller erlauben eine Verdichtungsendtemperatur von ca. 120 °C. Wenn die Temperatur diesen Wert überschreitet, sind ggf. weitere Maßnahmen, wie Kühlung durch Lüfter, erforderlich. Als Faustregel gilt: Wenn das bestehende R404A / R507A System eine Verdichtungsendtemperatur von nicht mehr als 80 °C aufweist, wird das umgerüstete R407H System wahrscheinlich unterhalb der kritischen Schwelle von 120 °C bleiben. In jedem Fall müssen die Verdichtungsendtemperaturen berechnet (siehe DaikinRef Calculation Software) und mit dem Kompressoreinsatzbereich verglichen werden. Eine Zustimmung des Kompressorenherstellers sollte in Betracht gezogen werden.

### 4.4 Expansionsorgane

Thermostatische Expansionsventile (TEV):

R407H hat einen leicht geringeren Sättigungsdruck als R404A / R507A. Der Druckabfall insbesondere bei niedrigen Temperaturen kann nicht durch das TEV selbst ausgeglichen werden. Solange noch keine speziellen TEV für R407H verfügbar sind, empfehlen wir den Austausch des TEV mit einem R407C oder R407F TEV. Beachten Sie in jedem Fall die Empfehlungen des TEV-Herstellers.

Elektronische Expansionsventile (EEV):

Zur Programmierung der p-T-Kurve innerhalb der Steuerung des EEV kontaktieren Sie am besten den Hersteller des EEV. Sollten Sie Koeffizienten zur Programmierung benötigen, können Sie sich gerne an unser technisches Supportteam wenden (Kontaktangaben finden Sie auf der Rückseite dieser Broschüre).

### 4.5 Magnetventile

Einige Magnetventile benötigen für einen ordnungsgemäßen Betrieb einen Mindestdruckabfall. R407H hat gegenüber R404A einen geringeren Massenstrom bei vergleichbaren Leistungseigenschaften. Der geringere Massenstrom führt zu einem niedrigeren Druckabfall, was für die korrekte Auslegung von Magnetventilen zu berücksichtigen ist.

### 4.6 Flüssigkeitsabscheider

Der Volumenstrom von R407H ist bei vergleichbaren Leistungsdaten etwas geringer als bei R404A. Flüssigkeitsabscheider von Saugleitungen benötigen einen Mindestvolumenstrom, um das Öl im Kreislauf an den Kompressor zurückzuführen. Wenn der Volumenstrom von R404A bereits sehr niedrig (Limit des Betriebsbereichs) ist, könnte der Betrieb mit R407H zu einer nicht ordnungsgemäßen Ölrückführung und damit zu einem Ausfall des Kompressors führen.

### 4.7 Kälteleistung und Leistungskoeffizient

R407H wurde entwickelt, um die gleichen Leistungseigenschaften wie R404A und R507A aufzuweisen. Allerdings müssen die individuellen zeotropen Eigenschaften berücksichtigt werden.

### 4.8 Öl-Management

R407H ist mit POE- und PVE-Ölen kompatibel. Es ist jedoch absolut erforderlich, die Ölrückführung nach der Umrüstung und bei der Inbetriebnahme zu überprüfen (siehe auch Punkt 4.6).

#### 4.9 Feuchtigkeit

In Kältekreisläufen ist Feuchtigkeit im Allgemeinen zu vermeiden, unabhängig vom ausgewählten Kältemittel oder Kältemaschinenöl. Ein hohes Maß an Feuchtigkeit im Kältekreislauf kann zur Bildung von Eis im Expansionsventil, Korrosion auf Metallflächen und Schäden an den Motorspulen führen. Bei der Verwendung von POE-Ölen besteht zudem noch die Gefahr der Hydrolyse, d. h. der chemischen Zersetzung des Öls. Feuchtigkeit kann vermieden werden, indem das Kältekreislauf ausreichend vakuumiert wird. Das Vakuum muss nach Wartungs- oder Reparaturarbeiten geringer als 2 mbar aufweisen.

#### 4.10 Filtertrockner

R407H ist mit den üblicherweise z. B. für R134a und R407C verwendeten HFC-Filtertrocknern kompatibel. Beachten Sie in jedem Fall die Empfehlungen des Herstellers.

#### 4.11 Kompatibilität mit Elastomeren und Kunststoffen

R407H verfügt über die gleiche Kompatibilität mit Elastomeren und Kunststoffen wie R404A / R507A. Aber auch für R407H und R404A / R507A geeignete Dichtungsmaterialien unterliegen der Alterung. Das Eindringen von alten Kältemitteln kann zu Versprödung und Anschwellen nach Druckminderung führen. Daher wird ein Austausch von Elastomerkomponenten (Dichtungen usw.) im Allgemeinen empfohlen. Tabelle 1 und Tabelle 2 listen die Dichtungsmaterialien auf, die mit R407H kompatibel sind.

	Neopren	HNBR	NBR	EPDM
POE	+	0	+	+
MO	+	-	+	-

Tabelle 1: Die Kompatibilität von Elastomeren mit R407H und Ölen

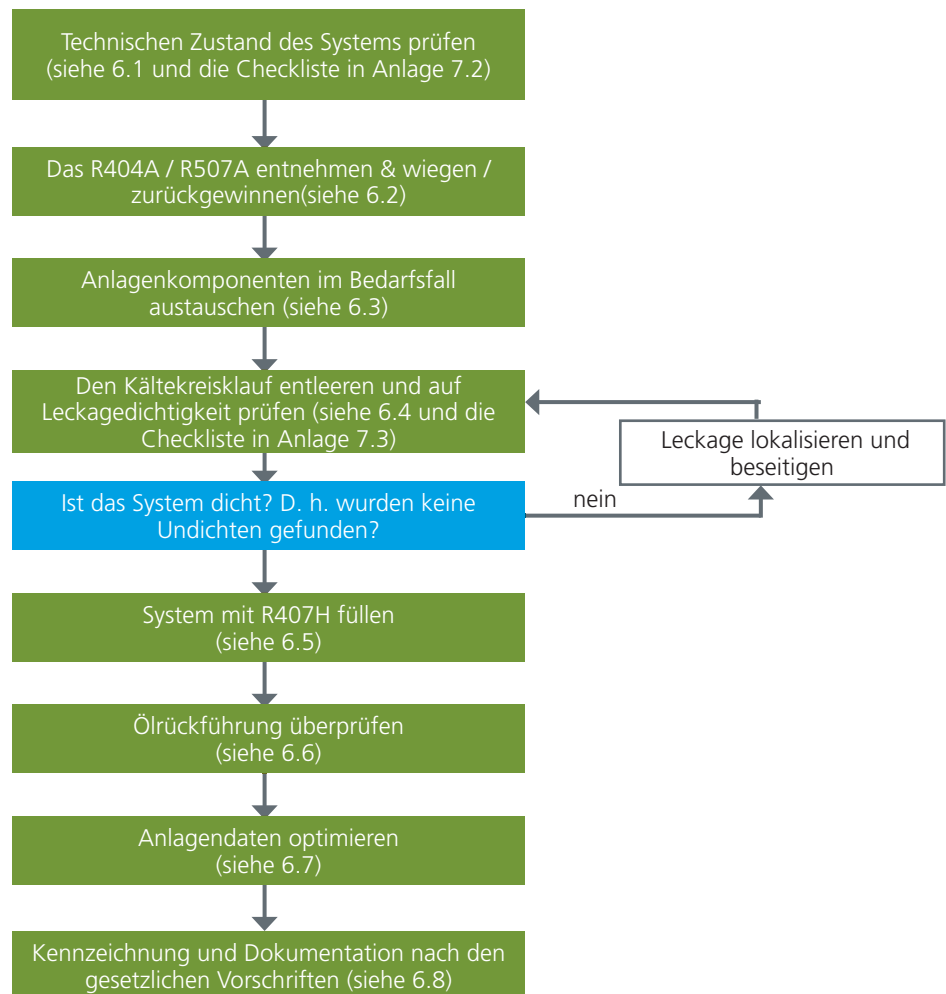
	Polyester	Polyamid	Epoxid
POE	0	+	+
MO	0	+	+

Tabelle 2: Die Kompatibilität von Elastomeren mit R407H und Ölen

Andere Elastomertypen und Polymere können auf Anfrage auf ihre Kompatibilität mit R407H getestet werden. Wenden Sie sich in dem Fall an unseren technischen Service.



## 5 Ablaufdiagramm für die Umrüstung zu Creard R407H



## 6 Die Umrüstung von R404A / R507A Systemen zu Creard R407H im Detail

### 6.1 Inspektion und Dokumentation der Anlagendaten (siehe die Checkliste in Anlage 7.2)

Die Umstellung von R404A / R507A Anlagen zu R407H beginnt mit der Inspektion und Dokumentation des aktuellen Anlagenstatus. Dies sollte die Grundlage für die endgültige Entscheidung dafür sein, ob eine Umstellung auf R407H vorgenommen oder der Betrieb mit R404A / R507A fortgesetzt wird.

Die folgenden Punkte müssen geklärt werden:

- Welchen Gesamteindruck macht das System? Was wären die Konsequenzen eines Systemausfalls?
- Überprüfung des Anlagenlogbuchs auf etwaige Leckagen.
- Ist das System für die thermo-physikalischen Eigenschaften von R407H geeignet? Ist es für ein zeotropes Kältemittel geeignet (keine überfluteten Verdampfer und Pumpensysteme)? Sind die bestehenden Verdichtungsendtemperaturen unter 80 °C? (siehe 4.3)?
- Sind die installierten Magnetventile und Flüssigkeitsabscheider für R407H geeignet (siehe 4.5 + 4.6)?
- Prüfung der Elastomer-, Kunststoff- und Dichtungsmaterialien, die für Dichtungen, O-Ringe, Magnetventile usw. verwendet werden, auf ihre Eignung.
- Leistungsmessungen zur Feststellung etwaiger Leistungsreserven im System. Können Leistungsverringerungen, die sich ggf. aus dem Austausch des Kältemittels ergeben, ausgeglichen werden? (siehe 4.7).

Die Messungen von Temperaturen (z. B. am Verflüssigeraustritt) und Drücken und deren Vergleich mit der R404A / R507A Dampftafel sind erforderlich, um

<sup>1</sup> Beachten Sie die nationalen Transporthvorschriften

sicherzustellen, dass R404A / R507A beim Bau des Systems verwendet wurde. Des Weiteren muss die Dampfzähltafel (siehe Anlage 7.4) verwendet werden, um aus dem gemessenen Druck zu berechnen, wie hoch der erwartete Druck nach Befüllen des Systems mit R407H sein wird. Vergleich dieses Drucks mit den maximal zulässigen Drücken des Systems.

### 6.2 Entnahme und Wiederverwertung von R404A / R507A

Die Entnahme und Wiederverwertung von R404A / R507A aus dem System ist obligatorisch. Die entnommene Menge Kältemittel muss in einen dafür geeigneten Stahlzylinder gefüllt werden. Der Zylinder muss während des Rückgewinnungsprozesses gewogen werden, um eine Überfüllung zu vermeiden. Die spezifizierten Füllfaktoren dürfen nicht überschritten werden. Das Gewicht des entnommenen R404A / R507A muss im Anlagenlogbuch eingetragen werden (siehe Anlage 7.3 Check Liste bzw. Anlagenlogbuch).

Das Vakuum muss mit getrocknetem Stickstoff gebrochen werden, um das Eindringen von Feuchtigkeit nach Entnahme des Kältemittels aus dem System durch Unterdruck zu vermeiden.

### 6.3 Austausch der Anlagenkomponenten

Die folgenden Systemkomponenten sollten ausgetauscht oder eingebaut werden:

- Filtertrockner (HFC-kompatibel)
- Elastomermaterialien, z. B. O-Ringe, Magnetventile, Wellenabdichtungen
- Im Bedarfsfall müssen Düsenstellungen an den Expansionsventilen angepasst werden oder der Austausch des Expansionsventils zu einem R407H (R407C) Modell erfolgen.
- Wechsel des Kältemaschinenöls, falls erforderlich (Hinweise des Kompressorenherstellers beachten).

### 6.4 Vakuumierung und Dichtheitskontrolle

Der Anlagenkreislauf muss auf einen Druck unter 2 mbar vakuumiert werden, um jede Feuchtigkeit aus dem System zu entfernen und sicherzustellen, dass keine Luft und kein Stickstoff die Anlagenleistung beeinträchtigen kann. Wenn das System im Vakuum steht, muss eine Vakuum-Druckprüfung durchgeführt und dokumentiert werden (siehe Checkliste). Eine Druckerhöhung zeigt an, dass das System undicht ist; jede Leckage muss vor Befüllung des Systems mit R407H beseitigt werden.

### 6.5 Vorstellung von R407H

R407H ist ein zeotropes Kältemittelgemisch. Es gelten dieselben Gebrauchsanweisungen wie z. B. für die Kältemittel R407C und R404A. Es sollte dabei selbstverständlich sein, dass die üblichen Sicherheitsmaßnahmen beim Befüllen des Systems einzuhalten sind, z. B. das Tragen der geeigneten persönlichen Schutzausrüstung. R407H darf nur im flüssigen Aggregatzustand in das System gefüllt werden. Beim Befüllen des Systems ist darauf zu achten, dass keine Flüssigkeit in den Kompressor gerät.

Da R404A / R507A und R407H über verschiedene Dichten verfügen, können auch die verwendeten Mengen abweichen. In Abhängigkeit des optimalen Füllstands einer Anlage und aufgrund der Temperaturabweichungen kann sich das optimale Füllgewicht für R407H in einem Bereich von +5 % bis -5 % von dem optimalen Gewicht von R404A / R507A unterscheiden.

– Füllmenge für Systeme mit Kältemittelsammler:

90 % max. vom Sammlervolumen (siehe Typenschild oder Betriebsanleitung) als

Flüssigkeit (zur Umrechnung der Masse, siehe die Dampftafel in Anlage 7.4)

– Füllmenge für Systeme ohne Kältemittelsammler:

Diese Systeme sind in zwei Stufen zu befüllen. Zunächst muss 90 % des entfernten R404A / R507A (siehe 6.2) eingefüllt werden. Dann muss die verbleibende Menge an R407H hinzugefügt werden, während der Betriebszustand der Anlage konfiguriert wird.

Die Anlage muss nach dem Start einen stabilen Betriebsstatus erreichen. Bei zu großer Überhitzung am Verdampfer muss Kältemittel nachgefüllt werden (siehe Dampfdrucktabellen in der Anlage). Geringe Mengen von flüssigem R407H werden Schritt für Schritt in das System eingefüllt, bis die spezifizierten Betriebsparameter erreicht werden. Unter keinen Umständen darf das System so weit gefüllt werden, bis das Schauglas keine Blasen mehr anzeigt, da dies zur Überfüllung führen kann. Eine Überfüllung muss unter allen Umständen vermieden werden, da dies einen negativen Einfluss auf die Kälteleistung hat.

Wenn das System vollständig gefüllt ist, muss die gesamte Kältemittelmenge im Anlagenlogbuch erfasst werden (siehe 7.3).

### 6.6 Ölrückführung überprüfen

Während der ersten Startphase muss der Ölstand im Kompressor geprüft werden (siehe auch 4.6). Wenn der Ölstand unterhalb eines Minimums fällt (z. B. der im Schauglas angezeigte untere Stand bzw. kontrollieren Sie die Spezifikationen des Herstellers), sollte Öl aufgefüllt werden, bis der Ölstand die Markierung erreicht hat. Unter keinen Umständen darf Öl hinzugefügt werden, bevor sich nicht der Ölrücklauf stabilisiert hat.

Wenn das System mit einem Ölabscheider in der Saugleitung ausgestattet ist, muss sichergestellt werden, dass der Volumenstrom für einen sicheren Ölrücklauf ausreichend ist (siehe 4.6).

### 6.7 Optimierung des Anlagenbetriebs

Wenn das System mit Kältemittel befüllt wurde und ein stabiler Betriebszustand erreicht wurde, muss die Überhitzung mithilfe der Dampftafel (siehe 7.4) angepasst werden, um Flüssigkeitsschläge zu vermeiden. Der Referenzpunkt muss der Ansaug des Kompressors sein (siehe Dampftafel).

Darüber hinaus müssen alle Druckregler, z. B. für den Kondensationsdruck oder den Saugdruck, mithilfe der Dampftafel (siehe 7.4) auf R407H angepasst werden.

### 6.8 Kennzeichnung und Dokumentation nach den gesetzlichen Anforderungen

In Übereinstimmung mit der EU Richtlinie EU517/2014 muss ein System mit einem Anlagenlogbuch ausgestattet sein, das mit der Aufschrift: „Enthält vom Kyoto-Protokoll erfasste fluorierte Treibhausgase“ gekennzeichnet ist. Das verwendete Kältemittel – R407H – muss eindeutig identifiziert werden und die Anlagenfüllmenge muss in der Nähe der Füllanschlüsse dokumentiert werden. Zudem muss das Kältemaschinenöl immer dokumentiert werden.

## 7 Anhang

### 7.1 Physikalische Daten<sup>3</sup>

		R404A	R507A	Creard R407H
Chemische Formel		CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> / CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> / CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>
GWP	kg/kmol	97,6	98,86	113,07
Molmasse	°C	-46,2	-46,74	-44,7
Siedepunkt bei 1,013 bar	°C	72,0	70,6	86,5
Kritische Temperatur	bar	37,29	37,1	48,5
Kritischer Druck	kJ/(kgK)	1,542	1,539	1,585
liq. cp	kJ/(kgK)	1,221	1,225	1,176
vap. cp <sup>2</sup>		1,37	1,38	1,36
Verhältnis cp/cv, vap. <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	1044	1048	1111
Spez. Dichte, liq. <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	65,27	68,89	41,86
Enthalpie der Verdampfung <sup>2</sup>	kJ/kg	140,26	136,45	199,02
Explosionsgrenze in Luft	% v/v	N/A	N/A	N/A

<sup>3</sup> Mit Refprop 9.0 berechnete thermo-physikalische Daten

<sup>4</sup> gesätt. bei 25 °C

<sup>5</sup> T = 25°C, p= 1.013bar

## 7.2 Checkliste – vor der Umstellung

### Checkliste für die Kältemittelumstellung mit Creard R407H

Anlagenzustand vor der Umstellung

Vorbereitung vor Umstellung	Bemerkungen
<input type="checkbox"/> <b>Gesamteindruck der Anlage</b> Ist das Kühlsystem in einem zuverlässigen Zustand? Könnte ein Systemausfall größere Schäden an Produkten oder Produktionsprozessen verursachen?	
<input type="checkbox"/> <b>Prüfung des Anlagenlogbuchs</b> Ist es das Logbuch für diese Anlage? Wurde die Anlage regelmäßig gewartet? Gab es bei der Anlage häufige Reparaturen? Gibt es Anzeichen, die auf Probleme einer Undichte hindeuten?	
<input type="checkbox"/> <b>Ölmanagement</b> Gefluteter Verdampfer (ja/nein)? Sammler im Sauggasstrom? Status des Kompressors? Flüssigkeitssammler mit Ölrückführsystem? Ist das Ölrückführsystem bereits vor der Umrüstung in einem kritischen Zustand?	
<input type="checkbox"/> <b>Prüfen Sie die Elastomere und andere für den Bau des Systems eingesetzte Materialien</b> Sind die Dichtungen / O-Ringe/Wellenabdichtungen / Membranen innerhalb des Magnetventils für den Einsatz von R407H geeignet?	
<input type="checkbox"/> <b>Druck- / Temperaturmessungen / Leistungsdaten (siehe Vordruck)</b> Stimmen Druck / Temperatur mit R404A / R507A überein? Überhitzung? Kälteleistung / Leistungskoeffizient?	
<input type="checkbox"/> <b>Bewertung Sie die Umstellung auf R407H</b> Ist das System nach den vorliegenden Informationen für eine Umstellung auf R407H geeignet?	
<input type="checkbox"/> <b>Aufstellung der erforderlichen Nachrüstkomponenten</b> z. B. Filter / Dichtungen / Expansionsventil und andere Materialien	

## 7.3 Checkliste – während der Umstellung

### Checkliste für die Kältemittelumstellung mit Creard R407H

Systemstatus während der Umstellung

Vorgänge	Bemerkungen
6.1 <input type="checkbox"/> <b>Druck- / Temperaturmessungen</b> Identifizieren Sie das eingesetzte Kältemittel, indem Sie die gemessenen Druck-Temperaturwerte (z. B. am Kondensatorausgang) mit der Dampf tafel vergleichen (siehe 7.4)	Druck, bar _____ Temperatur, °C _____ R404A / R507A verwendet? _____
6.2 <input type="checkbox"/> <b>Beseitigung des Kältemittels durch Absaugen</b> <b>Hinweis:</b> deutlich gekennzeichneten Zylinder verwenden, um das entnommene Kältemittel aufzubewahren. Ausreichend große KM-flaschen.	Enddruck, bar _____ Gewicht nachher, kg _____ Gewicht vorher, kg _____ Nettogewicht R404A / R507A _____
6.3 <input type="checkbox"/> <b>Austausch der Systemkomponenten</b> Einschließlich Wechsel des Kältemaschinenöls, falls erforderlich	_____ _____ _____
6.4 <input type="checkbox"/> <b>Vakuuierung und Dichtheitskontrolle</b> Enddruck nach Leerung < 2 mbar	Enddruck, mbar _____ nach 1 Std., mbar _____ nach 8 Std., mbar _____ nach 12 Std., mbar _____
6.5 <input type="checkbox"/> <b>Befüllung mit R407H</b> 90 % der entnommenen Menge an R404A/R50A restliche Menge hängt vom Systemzustand ab (siehe 6.5)	_____ _____ _____
6.6 <input type="checkbox"/> <b>Prüfung des Ölrücklaufs</b>	Ölstand i.O. nach 24 Std. _____ nach 1 Woche _____
6.7 <input type="checkbox"/> <b>Optimierung des Betriebsstatus</b> Überhitzung anpassen, Druckregelung anpassen, ggf. POE-Öl hinzufügen, um den Ölrücklauf zu verbessern	Überhitzung _____ Druckprüfung _____ Hinzugefügtes POE, kg _____
6.8 <input type="checkbox"/> <b>Kennzeichnung</b> In Übereinstimmung mit EU 517/2014	_____

## 7.4 Dampftafel R404A / R507A / Creard R407H\*

Temp.	R404A				R507A			Creard R407H			
	p'	p''	Rho'	Rho''	p'	Rho'	Rho''	p'	p''	Rho'	Rho''
°C	bar	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	bar	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
-50	0,84	0,81	1317,83	4,44	0,86	1326,91	4,81	0,77	0,53	1367,87	2,31
-49	0,89	0,85	1314,78	4,66	0,91	1323,82	5,04	0,81	0,56	1364,91	2,43
-48	0,93	0,90	1311,72	4,88	0,95	1320,71	5,27	0,86	0,59	1361,95	2,56
-47	0,98	0,94	1308,65	5,11	1,00	1317,60	5,52	0,90	0,62	1358,98	2,70
-46	1,02	0,99	1305,58	5,35	1,05	1314,48	5,78	0,95	0,66	1356,00	2,84
-45	1,07	1,04	1302,49	5,60	1,10	1311,36	6,04	0,99	0,69	1353,01	2,98
-44	1,13	1,09	1299,40	5,86	1,15	1308,22	6,31	1,04	0,73	1350,02	3,14
-43	1,18	1,14	1296,30	6,13	1,21	1305,07	6,60	1,09	0,77	1347,01	3,29
-42	1,24	1,19	1293,19	6,40	1,27	1301,91	6,89	1,15	0,81	1344,00	3,46
-41	1,29	1,25	1290,07	6,69	1,33	1298,75	7,20	1,20	0,85	1340,98	3,63
-40	1,35	1,31	1286,93	6,98	1,39	1295,57	7,51	1,26	0,90	1337,96	3,81
-39	1,41	1,37	1283,79	7,29	1,45	1292,38	7,83	1,32	0,94	1334,92	3,99
-38	1,48	1,43	1280,64	7,61	1,52	1289,18	8,17	1,38	0,99	1331,87	4,18
-37	1,55	1,50	1277,48	7,93	1,58	1285,97	8,52	1,44	1,04	1328,82	4,38
-36	1,61	1,57	1274,31	8,27	1,65	1282,75	8,87	1,51	1,09	1325,76	4,59
-35	1,69	1,64	1271,12	8,62	1,73	1279,52	9,24	1,58	1,15	1322,68	4,80
-34	1,76	1,71	1267,93	8,98	1,80	1276,27	9,63	1,65	1,20	1319,60	5,02
-33	1,83	1,78	1264,72	9,36	1,88	1273,01	10,02	1,72	1,26	1316,51	5,25
-32	1,91	1,86	1261,50	9,74	1,96	1269,74	10,43	1,80	1,32	1313,41	5,49
-31	1,99	1,94	1258,27	10,14	2,04	1266,46	10,85	1,87	1,39	1310,30	5,73
-30	2,08	2,02	1255,02	10,55	2,13	1263,17	11,28	1,96	1,45	1307,17	5,99
-29	2,16	2,11	1251,76	10,97	2,22	1259,86	11,73	2,04	1,52	1304,04	6,25
-28	2,25	2,20	1248,49	11,41	2,31	1256,53	12,19	2,13	1,59	1300,90	6,52
-27	2,35	2,29	1245,21	11,86	2,40	1253,20	12,66	2,21	1,66	1297,74	6,80
-26	2,44	2,38	1241,91	12,32	2,50	1249,84	13,15	2,31	1,74	1294,58	7,09
-25	2,54	2,48	1238,59	12,80	2,60	1246,48	13,66	2,40	1,81	1291,40	7,39
-24	2,64	2,57	1235,27	13,29	2,70	1243,09	14,17	2,50	1,89	1288,21	7,70
-23	2,74	2,68	1231,92	13,80	2,81	1239,70	14,71	2,60	1,98	1285,01	8,02
-22	2,85	2,78	1228,57	14,32	2,92	1236,28	15,26	2,70	2,06	1281,80	8,36
-21	2,96	2,89	1225,19	14,86	3,03	1232,85	15,83	2,81	2,15	1278,58	8,70
-20	3,07	3,00	1221,81	15,41	3,15	1229,41	16,41	2,92	2,24	1275,34	9,05

Temp.	R404A				R507A			Creard R407H			
	p'	p''	Rho'	Rho''	p'	Rho'	Rho''	p'	p''	Rho'	Rho''
°C	bar	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	bar	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
-19	3,19	3,12	1218,40	15,98	3,26	1225,94	17,01	3,04	2,34	1272,09	9,41
-18	3,31	3,24	1214,98	16,57	3,39	1222,46	17,63	3,15	2,44	1268,83	9,79
-17	3,43	3,36	1211,54	17,17	3,51	1218,97	18,26	3,27	2,54	1265,55	10,18
-16	3,56	3,48	1208,08	17,79	3,64	1215,45	18,92	3,40	2,64	1262,26	10,58
-15	3,69	3,61	1204,61	18,43	3,77	1211,91	19,59	3,53	2,75	1258,96	10,99
-14	3,82	3,74	1201,11	19,09	3,91	1208,36	20,28	3,66	2,86	1255,64	11,41
-13	3,96	3,88	1197,60	19,76	4,05	1204,78	20,99	3,79	2,97	1252,31	11,85
-12	4,10	4,02	1194,07	20,46	4,20	1201,19	21,72	3,93	3,09	1248,97	12,30
-11	4,24	4,16	1190,52	21,17	4,34	1197,58	22,48	4,07	3,21	1245,60	12,77
-10	4,39	4,31	1186,95	21,90	4,50	1193,94	23,25	4,22	3,34	1242,23	13,24
-9	4,54	4,46	1183,36	22,66	4,65	1190,28	24,04	4,37	3,47	1238,84	13,74
-8	4,70	4,61	1179,74	23,44	4,81	1186,60	24,86	4,53	3,60	1235,43	14,24
-7	4,86	4,77	1176,11	24,23	4,98	1182,90	25,70	4,68	3,73	1232,00	14,76
-6	5,02	4,94	1172,45	25,05	5,14	1179,17	26,56	4,85	3,87	1228,56	15,30
-5	5,19	5,10	1168,77	25,90	5,32	1175,43	27,45	5,01	4,02	1225,10	15,85
-4	5,37	5,27	1165,07	26,76	5,49	1171,65	28,36	5,19	4,17	1221,63	16,42
-3	5,54	5,45	1161,34	27,65	5,67	1167,85	29,29	5,36	4,32	1218,13	17,01
-2	5,73	5,63	1157,59	28,56	5,86	1164,03	30,25	5,54	4,48	1214,62	17,61
-1	5,91	5,81	1153,82	29,50	6,05	1160,18	31,24	5,73	4,64	1211,09	18,23
0	6,10	6,00	1150,01	30,47	6,24	1156,30	32,25	5,92	4,80	1207,54	18,86
1	6,30	6,20	1146,18	31,46	6,44	1152,40	33,29	6,11	4,97	1203,98	19,51
2	6,50	6,40	1142,33	32,47	6,65	1148,46	34,36	6,31	5,15	1200,39	20,19
3	6,70	6,60	1138,44	33,52	6,86	1144,50	35,46	6,52	5,32	1196,78	20,88
4	6,91	6,81	1134,53	34,59	7,07	1140,51	36,59	6,72	5,51	1193,15	21,59
5	7,12	7,02	1130,59	35,69	7,29	1136,48	37,75	6,94	5,70	1189,50	22,32
6	7,34	7,24	1126,62	36,82	7,51	1132,43	38,93	7,16	5,89	1185,83	23,07
7	7,57	7,46	1122,61	37,99	7,74	1128,34	40,16	7,38	6,09	1182,13	23,84
8	7,80	7,69	1118,58	39,18	7,98	1124,22	41,41	7,61	6,29	1178,42	24,63
9	8,03	7,92	1114,51	40,40	8,22	1120,06	42,70	7,85	6,50	1174,68	25,44
10	8,27	8,16	1110,41	41,66	8,46	1115,87	44,03	8,09	6,72	1170,91	26,27

\*basierend auf Refprop 9.0

Temp.	R404A				R507A			Creard R407H			
	p'	p''	Rho'	Rho''	p'	Rho'	Rho''	p'	p''	Rho'	Rho''
°C	bar	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	bar	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
11	8,52	8,40	1106,27	42,96	8,71	1111,64	45,39	8,33	6,93	1167,12	27,13
12	8,77	8,65	1102,10	44,29	8,97	1107,37	46,78	8,58	7,16	1163,31	28,01
13	9,02	8,90	1097,89	45,65	9,23	1103,07	48,22	8,84	7,39	1159,47	28,92
14	9,28	9,16	1093,64	47,05	9,49	1098,73	49,69	9,10	7,62	1155,61	29,85
15	9,55	9,43	1089,36	48,49	9,77	1094,34	51,21	9,37	7,87	1151,71	30,80
16	9,82	9,70	1085,03	49,97	10,04	1089,91	52,76	9,64	8,11	1147,79	31,78
17	10,10	9,98	1080,66	51,49	10,33	1085,44	54,36	9,92	8,37	1143,85	32,78
18	10,39	10,26	1076,25	53,05	10,62	1080,92	56,01	10,21	8,62	1139,87	33,82
19	10,68	10,55	1071,80	54,66	10,92	1076,36	57,70	10,50	8,89	1135,86	34,88
20	10,97	10,84	1067,30	56,31	11,22	1071,75	59,44	10,80	9,16	1131,83	35,96
21	11,27	11,15	1062,75	58,00	11,53	1067,08	61,22	11,11	9,44	1127,76	37,08
22	11,58	11,45	1058,15	59,74	11,84	1062,37	63,06	11,42	9,72	1123,66	38,23
23	11,90	11,77	1053,51	61,54	12,16	1057,60	64,95	11,73	10,01	1119,52	39,41
24	12,22	12,09	1048,81	63,38	12,49	1052,78	66,89	12,06	10,31	1115,36	40,62
25	12,55	12,41	1044,05	65,27	12,83	1047,90	68,89	12,39	10,61	1111,15	41,86
26	12,88	12,74	1039,24	67,22	13,17	1042,96	70,94	12,73	10,92	1106,91	43,14
27	13,22	13,08	1034,38	69,23	13,51	1037,96	73,06	13,07	11,24	1102,64	44,45
28	13,57	13,43	1029,45	71,29	13,87	1032,89	75,24	13,42	11,56	1098,33	45,79
29	13,92	13,78	1024,46	73,42	14,23	1027,76	77,48	13,78	11,89	1093,97	47,17
30	14,28	14,14	1019,41	75,61	14,60	1022,56	79,80	14,14	12,23	1089,58	48,59
31	14,65	14,51	1014,29	77,86	14,98	1017,29	82,18	14,52	12,57	1085,15	50,05
32	15,03	14,89	1009,09	80,18	15,36	1011,94	84,63	14,90	12,93	1080,67	51,55
33	15,41	15,27	1003,83	82,57	15,75	1006,52	87,16	15,28	13,28	1076,15	53,09
34	15,80	15,66	998,49	85,04	16,15	1001,01	89,77	15,68	13,65	1071,59	54,67
35	16,20	16,05	993,07	87,58	16,55	995,42	92,46	16,08	14,03	1066,98	56,29
36	16,60	16,45	987,57	90,20	16,97	989,73	95,24	16,49	14,41	1062,32	57,96
37	17,01	16,87	981,98	92,91	17,39	983,96	98,11	16,90	14,80	1057,61	59,68
38	17,43	17,28	976,30	95,70	17,81	978,09	101,08	17,33	15,20	1052,84	61,44
39	17,86	17,71	970,52	98,59	18,25	972,11	104,15	17,76	15,61	1048,03	63,26
40	18,29	18,15	964,65	101,57	18,70	966,03	107,32	18,20	16,02	1043,16	65,12

Temp.	R404A				R507A			Creard R407H			
	p'	p''	Rho'	Rho''	p'	Rho'	Rho''	p'	p''	Rho'	Rho''
°C	bar	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	bar	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
41	18,74	18,59	958,67	104,65	19,15	959,83	110,60	18,65	16,44	1038,23	67,04
42	19,19	19,04	952,58	107,84	19,61	953,52	114,00	19,10	16,88	1033,25	69,01
43	19,65	19,50	946,38	111,15	20,08	947,07	117,52	19,57	17,32	1028,20	71,04
44	20,12	19,97	940,05	114,57	20,56	940,50	121,17	20,04	17,77	1023,09	73,13
45	20,59	20,44	933,59	118,12	21,04	933,78	124,97	20,52	18,22	1017,91	75,28
46	21,08	20,93	927,00	121,80	21,54	926,91	128,91	21,01	18,69	1012,67	77,50
47	21,57	21,42	920,26	125,62	22,04	919,88	133,00	21,51	19,17	1007,35	79,78
48	22,07	21,92	913,37	129,59	22,56	912,68	137,27	22,01	19,65	1001,96	82,13
49	22,59	22,44	906,31	133,73	23,08	905,29	141,72	22,53	20,15	996,49	84,56
50	23,11	22,96	899,07	138,04	23,61	897,71	146,36	23,05	20,65	990,95	87,06
51	23,64	23,49	891,65	142,53	24,15	889,91	151,21	23,59	21,17	985,31	89,63
52	24,18	24,03	884,02	147,22	24,70	881,88	156,29	24,13	21,69	979,59	92,30
53	24,72	24,58	876,17	152,13	25,27	873,61	161,62	24,68	22,23	973,78	95,04
54	25,28	25,14	868,07	157,28	25,84	865,05	167,21	25,24	22,77	967,86	97,88
55	25,85	25,71	859,72	162,68	26,42	856,20	173,11	25,81	23,33	961,85	100,81
56	26,43	26,29	851,09	168,36	27,01	847,02	179,34	26,39	23,89	955,73	103,84
57	27,02	26,88	842,13	174,35	27,61	837,46	185,93	26,98	24,47	949,49	106,98
58	27,62	27,48	832,83	180,69	28,23	827,50	192,94	27,58	25,06	943,14	110,23
59	28,23	28,09	823,14	187,41	28,85	817,06	200,42	28,19	25,66	936,66	113,59
60	28,85	28,71	813,01	194,57	29,49	806,09	208,43	28,80	26,27	930,04	117,08
61	29,48	29,34	802,38	202,22	30,13	794,50	217,06	29,43	26,89	923,28	120,70
62	30,12	29,99	791,18	210,43	30,79	782,18	226,43	30,07	27,52	916,36	124,46
63	30,78	30,65	779,31	219,32	31,46	768,99	236,67	30,72	28,17	909,29	128,37
64	31,45	31,32	766,64	228,99	32,15	754,73	247,99	31,38	28,83	902,03	132,44
65	32,13	32,00	753,01	239,62	32,85	739,11	260,67	32,05	29,50	894,59	136,68
66	32,82	32,70	738,18	251,43	33,56	721,72	275,14	32,73	30,18	886,94	141,10
67	33,52	33,41	721,80	264,78	34,28	701,83	292,12	33,42	30,88	879,07	145,72
68	34,24	34,14	703,33	280,19	35,03	678,14	312,90	34,12	31,59	870,96	150,55
69	34,98	34,88	681,82	298,59	35,78	647,65	340,43	34,83	32,31	862,58	155,62
70	35,72	35,64	655,33	321,83	36,56	599,65	385,06	35,56	33,05	853,92	160,94

# Creard R407H

Hinweise zu Anwendung und Umgang

**Daikin Chemical Europe GmbH**

Am Wehrhahn 50  
40211 Düsseldorf, Deutschland  
Tel.: +49 211-179225-0  
Fax: +49 211-179225-39

[daikinchem.de](http://daikinchem.de)