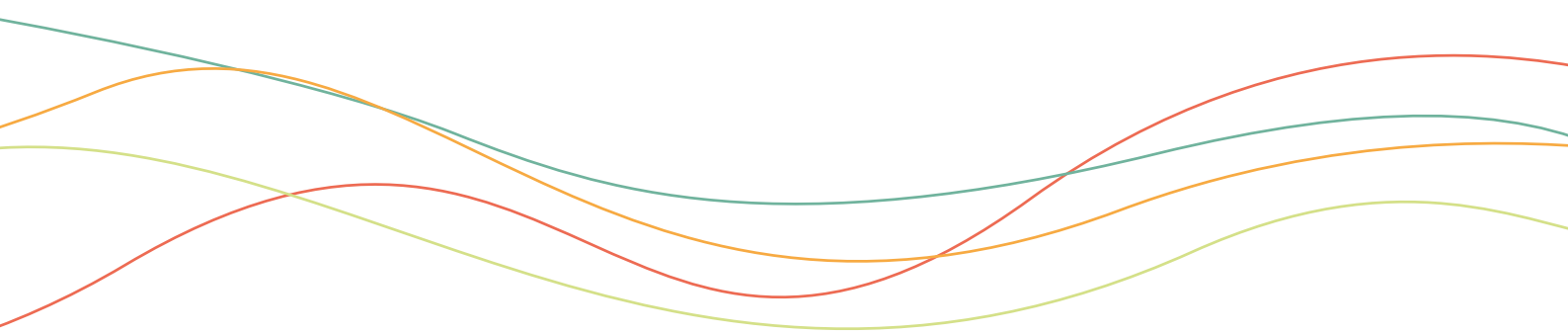




Embraco Positionspapier  
**leichte Kommerzielle Kühlung**

**Perspektive für Kältemittel - 2018**



**embraco**

[www.embraco.com](http://www.embraco.com)

## Einführung

Die globale Gemeinschaft hat mit dem Kigali-Zusatz zum Montreal-Protokoll einen weiteren wichtigen Schritt zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus menschlichen Aktivitäten unternommen, um unseren Planeten für künftige Generationen zu bewahren. Die Gesamtreduktion von HFKW im Kältesektor ist ein wichtiger Beitrag zu internationalen Klimaschutzmaßnahmen.

Embraco investiert seit vielen Jahren aktiv in diese Richtung und entwickelt und vermarktet hermetische Verdichter für den Einsatz mit Kältemitteln, die auf allen Kontinenten nur geringe Auswirkungen auf die Atmosphäre haben. Neben Isobutan (R600a) in Haushaltsgeräten gibt es auch bedeutende Fortschritte bei der Anwendung von Propan (R290) in leichten kommerziellen Plug-in-Systemen als natürliche Alternative zum R404A sowie bei der Verwendung von Kohlendioxid im Supermarkt Sektor.

Die neueste EU-Verordnung über

fluorierte Treibhausgase erlässt in den kommenden Jahren ein Verbot für Kältemittel mit hohem Treibhauspotenzial (GWP - aus dem Englischen: Global Warming Potential) in verschiedenen kommerziellen Anwendungsbereichen und begrenzt die verfügbaren Mengen dieser Kältemittel auf dem Markt erheblich. Eine Reihe von alternativen synthetischen Kältemitteln wurde von der chemischen Industrie angeboten, und weitere kommen hinzu. Aus diesem Grund führt Embraco zahlreiche Aktivitäten durch, um zu bewerten, wie man die heute verwendeten Kältemittel mit hohem GWP-Wert ersetzen kann. Die Hauptschwierigkeit besteht darin, den R404A zu ersetzen. Dieses Dokument fasst den aktuellen Stand der Alternativen-Tests für Substitutionen von R404A und R134a zusammen. Der Schwerpunkt liegt auf Aspekten der Zuverlässigkeit und Leistung sowie auf Entwicklungen in Bezug auf die Sicherheitsgesetzgebung.

## Embraco Grundsatzerklärung

- Embraco wird seine Entwicklungsarbeit ausweiten und die Verwendung von Kältemitteln mit niedrigem GWP-Wert (GWP - aus dem Englischen: Global Warming Potential) fördern, um die globalen Bemühungen zur Abschwächung des Klimawandels für die Zukunft der Menschheit zu unterstützen.

- Embraco wird auch weiterhin Lösungen für Kälteanlagen liefern, um die Energieeffizienz von Kältemitteln mit niedrigem GWP-Wert zu verbessern.

- Embraco wird den proaktiven Einsatz von natürlichen Kältemitteln unterstützen, ohne Kompromisse bei der Gerätesicherheit einzugehen, einschließlich technischer Schulungen.

- Embraco wird weiterhin Produkte mit niedrigem GWP-Wert für natürliche und synthetische Kältemitteln entwickeln, um die aktuellen und zukünftigen Energieeffizienzstandards zu übertreffen, die Wettbewerbsfähigkeit der Produkte unserer Kunden sicherzustellen und die Endnutzerwartungen zu erfüllen.

- Embraco wird weiterhin mit internationalen Gesetzgebern zusammenarbeiten, um die sichere Nutzung von Optionen mit niedrigem GWP-Wert zu ermöglichen.

# EU-Verordnung über fluoriierte Treibhausgase

Die Europäische Union begrenzt mit der Verordnung über fluoriierte Treibhausgase (517/2014) den Einsatz von Kältemitteln mit hohen GWP-Werten GWP (aus dem Englischen: Global Warming Potential). Die EU-Fristen für die Verwendung von Kältemitteln für verschiedene Bereiche des Wärme- und Kältesektors sind:

## Neue Ausrüstung

1.

### Ab dem 1. Januar 2020

Kühl- und Gefriergeräte für die Lagerung, die Auslage oder den Vertrieb von Produkten im Einzelhandel und in der Gastronomie (gewerbliche Gebrauch), mit hermetischen geschlossenen Systemen, die HFKW mit mindestens 2500 GWP enthalten, werden verboten.

(Zum Beispiel R404A, R507A)

2.

### Ab dem 1. Januar 2022

Kühl- und Gefriergeräte für die Lagerung, die Auslage oder den Vertrieb von Produkten im Einzelhandel und in der Gastronomie (gewerbliche Gebrauch), mit hermetischen geschlossenen Systemen, die HFKW mit mindestens 150 GWP enthalten, werden verboten.

(Zum Beispiel R134a, R407F, R407C, R410A)

3.

### Ab dem 1. Januar 2020

Stationäre Kälteanlagen, die HFKW mit einem GWP-Wert von 2500 oder mehr enthalten oder in Betrieb sind, mit Ausnahme von Geräten, die für die Anwendung zum Kühlen von Produkten bei Temperaturen unter  $-50^{\circ}\text{C}$  vorgesehen sind, werden verboten.

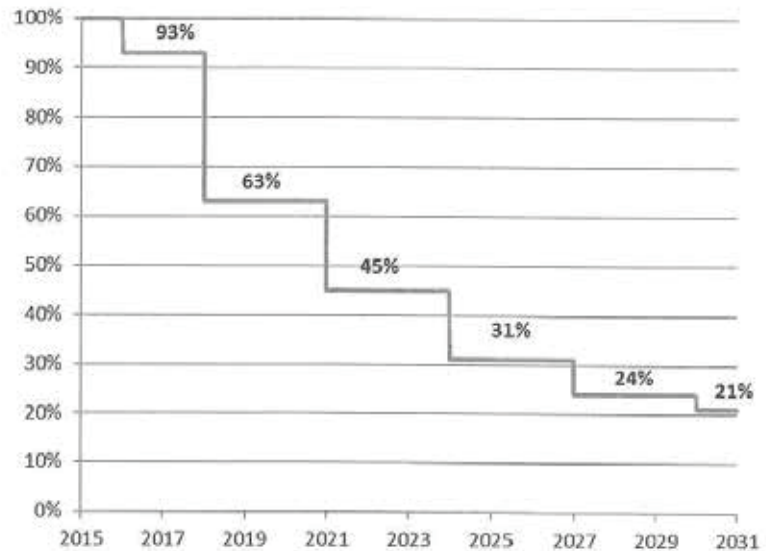
An dieser neuen Auslegung der Verordnung bestehen noch einige Zweifel. Zum Beispiel ist unklar, ob gewerbliche Eiswürfelbereiter in die Kategorie "Kühl- und Gefriergeräte" fallen oder ob sie als "stationäre Kühlgeräte" betrachtet werden sollten. Fragen wie diese können an große Industrieverbände (z. B. ASERCOM, EPEE) oder über die Website der Europäischen Kommission (GD Klima) und / oder durch Kontakt mit den für die EU-Verordnung über fluoriierte Treibhausgase zuständigen nationalen Behörden gerichtet werden.

## WARTUNG BESTEHENDER SYSTEME

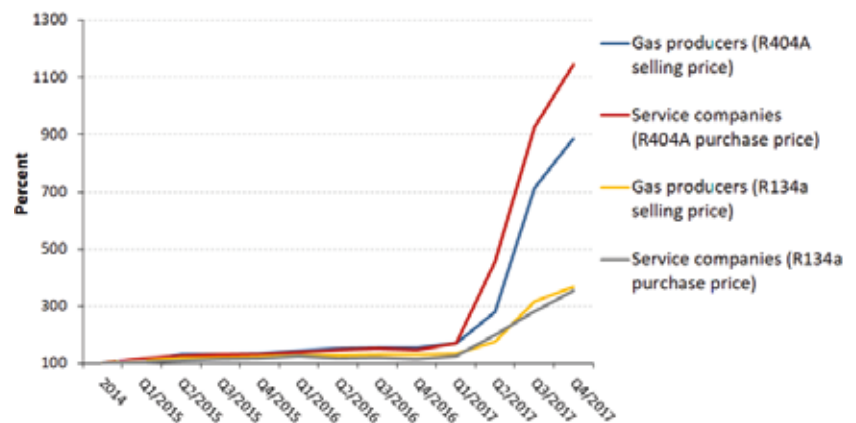
Ab dem 1. Januar 2020 ist die Verwendung fluorierter GWP-Gase von 2500 oder mehr für die Wartung oder Instandhaltung von Kältemitteln mit einer Gasladung von mehr als 40 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent (z. B. mehr als 10,2 kg R404A) verboten. Wenn sie recycelte Kältemittel verwenden, können sie bis zum 1. Januar 2030 genutzt werden. Für Systeme, die von Service- und Wartungsverboten betroffen sind, gibt es zwei Optionen: ein Upgrade mit einem GWP von weniger als 2500 GWP oder einen Austausch.

## QUOTENSYSTEM

In der EU-Verordnung über fluoridierte Treibhausgase (517/2014) heißt es, dass der Absatz und Vertrieb von Gasen mit hohem GWP durch das Quotenzuteilungssystem gesteuert wird (siehe Abb. 1) und zu einem Rückgang des Angebots und zu einem deutlichen Anstieg der HFKW-Preise geführt hat (vgl. Abb. 2). Die Menge an HFKW-Gasen, die für alle Anwendungen zur Verfügung steht, ist auf Basis des GWP-Werts begrenzt (2018 49% weniger im Vergleich zu 2015 - 87MT CO<sub>2</sub>-Äquivalent), und die Industrie ist gezwungen, schnell auf Alternativen mit niedrigem GWP umzusteigen. Die EU-Verordnung über fluoridierte Gase betrachtet den durchschnittlichen Verbrauch zwischen 2009 und 2012 als Grundlage für die Anwendung progressiver Reduktionsschritte, ausgedrückt in MT CO<sub>2</sub>-Äquivalent.



Abbild.1 Schrittweise Beschränkung der HFKW (Verordnung (EU) Nr. 517/2014)



Abbild. 2 Entwicklung der R404A- und R134a-Preise in der EU (2014 = 100%)

# Alternative Kältemittel für die kommerzielle Kühlung

Embraco arbeitet an Produkten für das Segment der leichten kommerziellen Kühlung, um die zwei Phasen der EU-Verordnung über fluorierte Treibhausgase zu erfüllen.

Dies bedeutet Produkte für die endgültige Lösung (unter 150 GWP) mit natürlichen und synthetischen Kältemitteln und mit Verdichtern für Übergangskältemittel (150 < GWP < 2500), die es der Industrie ermöglichen, ihr gesamtes Produktportfolio in geringes GWP bis 2022 umzuwandeln. Wir empfehlen, wenn möglich, die endgültigen Kältemittel. Bislang können nur Kohlenwasserstoffe als endgültige Lösung

betrachtet werden, während sich die Optionen für synthetische Kältemitteln und die Rechtsvorschrift, die deren Verwendung ermöglicht, noch in der Entwicklung befinden. Jeder Hausgerätehersteller muss eine Wahl treffen: die natürlichen Kältemitteln benutzen oder auf neue synthetische Mischungen warten. Hier sind die Schlüsselemente, die bei dieser Entscheidung berücksichtigt werden müssen:

	HFKW mit hohem GWP	HC's	HFKW mit niedrigem GWP
Sicherheitsklasse	A1 – Nicht entflammbar	A3 - Leichtentzündlich	A2L - Leichtentzündlich
Umweltbelastung	Sehr hoch	Sehr niedrig	Niedrig
Kosten in Kältemittel	Ref	Menos	Sehr hoch *
Verdichter Thermisches Regime	Ref	Niedrig	Größer
Investitionen für die Sicherheit	Ref	Ja	Ja
Systemeffizienz	Ref	Viel Größer	Größer
Belastungsgrenze (IEC, EN)	Nein	150 g	150 g

(\*) noch nicht in Massenproduktion

Tabelle: 1 Alternative Kältemitteloptionen

## ■ Endlösung - Kohlenwasserstoffe

### PROPAN (R290)

Embraco bietet eine komplette Linie von HC-Verdichter-Produkten als endgültige Lösung, um die EU-Verordnung für fluorierte Treibhausgase zu erfüllen. Propan (R290) wird bereits häufig in verschiedenen kommerziellen und Klimaanlageanwendungen verwendet, und der Großteil der existierenden leichten kommerziellen Anwendung kann in HC-Kältemittel umgewandelt werden. Bei größeren Anwendungen ist aufgrund der allgemeinen Befüllungsgrenze von 150 g die Mehrkreisconfiguration eine praktikable Option und wird bereits in einigen Systemen angewendet. In einigen Anwendungsbereichen, die mit den Sicherheitsaspekten des Endprodukts, seinen Kosten und Investitionen in die Haushaltsgeräteherstellungslinie zusammenhängen, bestehen immer noch Barrieren für die Verwendung von Kohlenwasserstoffen. Um diese Probleme zu überwinden, sind spezifische Maßnahmen erforderlich. Ein wichtiger Schritt zur breiteren Verwendung von Kältemitteln der Klasse A3 ist die Überarbeitung der Sicherheitsnormen. Der aktuelle IEC-Standard für hermetisch abgedichtete Anwendungen (EN60335-2-89) begrenzt die Belastung von entflammablen Kältemitteln auf 150 Gramm, was den Übergang zu Kältemitteln mit

niedrigem GWP-Wert erschwert. In der IEC SC61C / WG4-Arbeitsgruppe versucht die Industrie, spezifische zusätzliche Maßnahmen zu definieren, die erforderlich sind, um höhere Belastungsstufen zu ermöglichen, ohne die Risiken über den bestehenden Standard hinaus zu erhöhen. Diese Aktivität ist in Bearbeitung und wird vor 2019 abgeschlossen sein.

### ANDERE KOHLENWASSERSTOFFE ISOBUTAN (R600A)

R600a, Isobutan, stellt eine gültige alternative Lösung für kleine Geräte dar. Es bietet Vorteile in Bezug auf die Effizienz, hat aber eine erhebliche Beschränkung der Kühlkapazität. Aufgrund der geringen spezifischen Kühlleistung ist eine größere Verdrängung des Verdichters im Vergleich zu anderen Kältemitteln und folglich der größere Aufbau des Verdichters mit größeren Maßen und größerem Gewicht erforderlich. Die Eigenschaften von Isobutan begrenzen auch den Verdampfungstemperaturbereich. Eine vollständige Produktlinie für LBP- und HBP-Anwendungen ist im Embraco-Katalog verfügbar. Die Hauptanwendungen sind kleine horizontale Gefrierschränke, Flaschenkühler und Weinkühler usw.

### ANDERE KOHLENWASSERSTOFFE PROPYLEN (R1270)

Propylen und Propan sind sehr ähnlich. Es kann den Vorteil einer höheren spezifischen Kühlleistung bieten, aber es ist etwas weniger effizient als Propan. Die Verwendung von Propylen muss daher auf sehr spezifische Situationen beschränkt werden. Embraco plant nicht, Verdichter für Propylen zu entwickeln. Seine Verwendung kann für spezifische Situationen mit Ad-hoc-Lösungen unter der Aufsicht des technischen Supports von Embraco vereinbart werden.

## HHFKW der nächsten Generation

### ALTERNATIVEN ZU R404A

Für ein langfristiges Szenario befindet sich die Industrie im Rahmen des AHRI AREP (Alternative Refrigerant Evaluation Program) in der zweiten Phase des Testens einer Serie neuer Mischungen, die die GWP <150-Anforderung erfüllen. Bis jetzt sind alle Kandidaten leicht entflammbar und wurden als A2 / A2L mit einer Temperatur von bis zu 12 K eingestuft. Einige langfristige Alternativen zum Ersatz von R404A

im leichten kommerziellen Bereich werden in Embraco-Labors getestet. Einige Überlegungen sind in der Tabellen 5 und 6 dargestellt. Andere Kältemittel werden im Rahmen des Programms der Phase 2 des AREP bewertet. Es ist noch nicht klar, welches in Zukunft angenommen wird. Für die Kühlindustrie ist es sehr wichtig, die Verbreitung von Kältemitteln zu vermeiden. Wir erwarten, dass das AREP-Programm eine bevorzugte Option definiert, die global übernommen werden

kann. Ein wichtiger Schritt für den Einsatz von Kältemitteln der Klasse A2L ist die Überarbeitung der Sicherheitsnormen (dies gilt auch für die oben genannte Sicherheitsklasse A3). Heute ist es mit 150 Gramm Füllmenge fast unmöglich, irgendeine Art von Kühlsystem mit Kältemitteln der Klasse A2L zu entwickeln. Die Tests zur Bewertung der Alternativen A2L R404A sind noch nicht abgeschlossen. Die beste Alternative muss noch definiert werden.

	R 404A	HDR110	DR-3	ARM-20a
Art	HFkW-Mischung	HFkW-Mischung	HFkW-Mischung	HFkW-Mischung
Sicherheitsklasse	A1	A2L	A2L	A2L
Siedetemperatur @ 1atm	-47°C	-46°C	-45°C	-45°C
Kritische Temperatur	72°C	83°C	82°C	84°C
Siede- und Taupunkttemperatur @ 1 bar(abs)	0,8K	12,4K	8,2K	7,1K

Tabelle 2. Physische Daten alternativer Mischungen

	R 404A	HDR110	DR-3	ARM-20a
GWP	3920	146	146	139
Anwendungsfeld	L/MBP	L/MBP	L/MBP	L/MBP
Kapazität	Ref	Gleich	Niedrig	Niedrig
Effizienz	Ref	Besser	Besser	Besser
Zuverlässigkeit	Ref	NA	NA	NA
Schmiermittel	POE	POE	POE	POE
Motortemperatur	Ref	NA	NA	NA
Abgabetemperatur	Ref	Größer	Größer	Gleich

(\*) aufgrund von Sicherheitsanforderungen für elektrische Komponenten. NA - nicht verfügbar

Tabelle 3. Embraco zusammenfassende Bewertung

## ■ HFKW der nächsten Generation

### ALTERNATIVEN ZU R134A

R1234yf ist eine gültige Alternative für R134a Geräten. Embraco bietet einige Modelle von Verdichtern für dieses Kältemittel im Katalog an, aber derzeit ist seine Verwendung mit

150 g brennbarem Kältemittel auf sehr kleine Anwendungen beschränkt. Das R1234ze wird jedoch aufgrund seiner geringen spezifischen Kühlleistung nicht als eine gültige Alternative zu R134a für leichte kommerzielle Systeme angesehen.

Dies erfordert eine komplett neue Produktlinie, die zu diesem Zeitpunkt für dieses Marktsegment keine Lösung zu sein scheint.

	R 134a	R1234yf	R1234ze(E)
Art	HFC	HFC	HFC
Sicherheitsklasse	A1	A2L	A2L
Siedetemperatur @ 1atm	-26°C	-30°C	-18°C
Kritische Temperatur	101°C	95°C	110°C
Siede- und Taupunkttemperatur @ 1 bar(abs)	OK	OK	OK

Tabelle 4. Physische Daten alternativer Mischungen

	R 134a	R1234yf	R1234ze(E)
GWP	1430	Abaixo de 1	Abaixo de 1
Anwendungsfeld	Ref	Ein bisschen niedriger	Viel geringer
Kapazität	Ref	Niedrig	Niedrig
Effizienz	Ref	Gleich	NA
Zuverlässigkeit	POE	POE	NA
Schmiermittel	Ref	Gleich	NA
Motortemperatur	Ref	Gleich	NA

(\*) aufgrund von Sicherheitsanforderungen für elektrische Komponenten. NA - nicht verfügbar

Tabelle 5. Embraco zusammenfassende Bewertung

## ■ HFKW-Übergangslösungen

■ Bei gleichen Systembedingungen neigen Verdichtertemperaturen dazu, mit R407F, R407H und R407A signifikant zuzunehmen. Ein relativ niedriger Temperaturanstieg wurde insbesondere beim Testen von R448A und R449A beobachtet. Höhere Temperatur kann Motorüberhitzung und / oder Deaktivierung des Überlastschutzes verursachen. Die Folge ist eine verminderte Zuverlässigkeit und Lebenserwartung (siehe abschließende Bemerkungen für deren eventuelle Verwendung). R452A zeigte das gleiche oder ein niedrigeres Wärmeprofil im Vergleich zu R404A.

R452A kann als eine Alternative zur Embraco R404A Produktlinie (ECN R452A 2016) mit dem gleichen Anwendungsbereich wie bei R404A sowohl in LBP- als auch MBP-Anwendungen betrachtet werden.

Kürzlich wurde der R449A auch als alternatives Kältemittel für den R404A für die NEU / NT / NJ-Verdichter (ECN R449A 2018) zugelassen, jedoch nur für MBP-Anwendungen und mit eingeschränktem Anwendungsbereich im Vergleich zu R404A aufgrund der höheren internen Wärmeleistung von der Verdichter. Der auf R449A beschränkte MBP - Anwendungsbereich ist in Abbild 3 dargestellt.



## ■ HFKW-Übergangslösungen

### ERSETZEN DES R404A

Die chemische Industrie bietet eine Linie von Kältemitteln an, um die derzeit verwendeten Kältemittel mit hohem GWP-Wert zu ersetzen. Mit Ausnahme von Kohlenwasserstoffen ist der endgültige Austausch von R404A und R507A noch nicht bereit, die langfristigen europäi-

schen Vorschriften zu erfüllen. Eine Serie von Zwischenmischungen von GWP wurde vorgeschlagen, um den Übergang zu einer späteren Endsituation zu verbinden. Die signifikantesten Zwischenkältemittelkandidaten sind Mischungen von HFKW, wie R407F, R407A, R407H, R448A, R449A und R452A. Alle sind in der Sicherheitsklasse A1 (ungiftig, nicht

brennbar) und zeichnen sich gegenüber dem R404A durch einen deutlich höheren Temperaturanstieg aus. Die wichtigsten physischen Eigenschaften und die Zusammenfassung der Embraco-Bewertung sind jeweils in Tabelle 6 und Tabelle 7 aufgeführt.

	R 404A	R407F	R407A	R447H	R448A	R449A	R452A
Art	HFKW-Mischung	HFKW-Mischung	HFKW-Mischung	HFKW-Mischung	HFKW-Mischung	HFKW-Mischung	HFKW-Mischung
Sicherheitsklasse	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Siedetemperatur @ 1atm	-47°C	-46°C	-45°C	-45°C	-45°C	-46°C	-47°C
Kritische Temperatur	72°C	83°C	82°C	87°C	87°C	82 °C	75°C
Siede- und Taupunkttemperatur @ 1 bar(abs)	0,8K	6,4K	6,4K	7K	7K	6,1K	3,8K

Tabelle 6. Physische Daten alternativer Mischungen

	R 404A	R407F	R407A	R407H	R448A	R449A	R452A
GWP	3920	1820	2100	1495	1386	1397	2140
Anwendungsfeld	LBP,MBP	MBP	MBP	MBP	MBP	MBP	LBP,MBP
Kapazität	Ref	Gleich	Gleich	Gleich	Besser	Besser	Gleich
Effizienz	Ref	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Besser	Besser	Gleich
Zuverlässigkeit	Ref	Viel geringer	Viel geringer	Viel geringer	Niedrig	Niedrig	Gleich
Schmiermittel	POE	POE	POE	POE	POE	POE	POE
Motortemperatur	Ref	Viel Größer	Viel Größer	Viel Größer	Größer	Größer	Gleich
Abgabetemperatur	Ref	Viel Größer	Viel Größer	Viel Größer	Größer	Größer	Gleich

Tabelle 7. Embraco zusammenfassende Bewertung

## ■ HFKW-Übergangslösungen

Darüber hinaus haben Kunden die Möglichkeit, das System für diesen Übergangszeitraum so zu konvertieren, dass das R134a anstelle des R404A verwendet wird, indem nur das Verdichter-Modell und die relative Systemdesigneinstellung geändert werden.

Der einzige Grund für die Verwendung der oben erwähnten alternativen Mischungen von R134a während der Übergangszeit ist das geringere GWP, das aufgrund der Kontingentbeschränkung eine größere Verfügbarkeit der Mengen ermöglichen kann. Sowohl der

R513A als auch der R450A sind für die NB / NE / NT / NJ-Serie (ECN R513A R450A 2017) als alternatives Kältemittel für die Embraco Slovakia R134a-Modelle zugelassen.

	R134a	R450A	R513A
Art	HFC	HFKW-Mischung	HFKW-Mischung
Sicherheitsklasse	A1	A1	A1
Siedetemperatur @ 1atm	-26°C	-24°C	-29°C
Kritische Temperatur	101°C	106°C	98°C
Siede- und Taupunkttemperatur @ 1 bar(abs)	OK	0,8K	0,8K

Tabelle 8. Physische Daten alternativer Mischungen

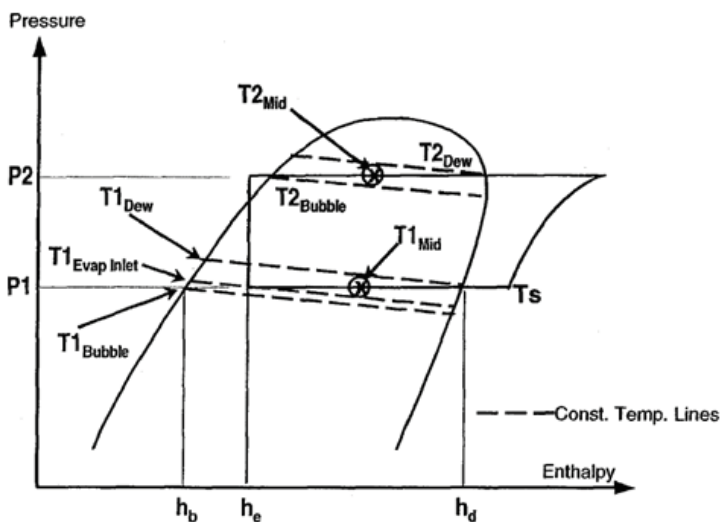
	R134a	R450A	R513A
GWP	1430	547	573
Anwendungsfeld	L/M/HBP	L/M/HBP	L/M/HBP
Kapazität	Ref	Niedrig	Gleich
Effizienz	Ref	Gleich	Gleich
Zuverlässigkeit	Ref	Gleich	Gleich
Schmiermittel	POE	POE	POE
Motortemperatur	Ref	Gleich	Gleich
Abgabetemperatur	Ref	Gleich	Gleich

Tabelle 9. Embraco zusammenfassende Bewertung

## Leistungsbewertung

Es ist wichtig zu bedenken, dass Kältemittel mit signifikanten Schwankungen anders als in der Vergangenheit behandelt werden müssen. Der Taupunkt-druckansatz kann nicht zum Definieren der tatsächlichen

Betriebsbedingungen des Systems verwendet werden. Der Mittelpunkt-Ansatz ist in diesem Fall korrekt. Formeln zur Einstellung der Temperatur des Mittelpunkts sind in den folgenden Bildern dargestellt.



$$\frac{T1_{evap\ inlet} - T1_{bubble}}{T1_{dew} - T1_{bubble}} = \frac{h_e - h_b}{h_d - h_b}$$

$$T1_{mid\ point} = mean(T1_{evap\ inlet}; T1_{dew})$$

## Warnhinweis

Warnhinweis zur Verwendung von entflammbaren Kältemitteln (A2L, A3) mit Embraco-Verdichtern - Zugelassen für Kältemittel der Sicherheitsklasse A1 (R134a, R404A usw.)

Embraco arbeitet derzeit an der Entwicklung hermetischer Verdichter für die Verwendung von A2L-Kältemitteln, um die HFKW mit einem hohen GWP-Wert zu ersetzen. Wir möchten Sie jedoch daran erinnern:

1 Embraco-Verdichter, die für die Verwendung mit nicht entflammbaren Kältemitteln (Klasse A1) ausgelegt und zugelassen sind, können nicht mit entflammbaren Kältemitteln jeglicher Art verwendet werden, weder der A3- noch der A2L-Klasse

2 Die Embraco-Produkte, die in der Konformitätserklärung erwähnt werden, erfüllen alle relevanten EU-Richtlinien, aber derzeit ist keines von ihnen in Cat.2 unter DGRL zugelassen.

3 Für Kühlsysteme, die unter die harmonisierte Norm EN 60335-2-89 fallen, erlauben die EU-Vorschriften die Verwendung von entflammbaren Kältemitteln mit bis zu 150 g Kältemittelfüllung für jeden Kältekreislauf.

4 Vorbehaltlich der oben genannten Belastungsgrenzen und der Tatsache, dass für alle entflammbaren Kältemittel die gleichen Vorsichtsmaßnahmen bei Konstruktion, Herstellung und Wartung gelten, empfehlen wir die Verwendung der HC-Lösung, wann immer dies technisch möglich ist. Embraco bietet eine komplette Serie von R290-Modellen, die die beste Option für Systeme mit einer Befüllungsgrenze von 150g brennbare Kältemittel sind.

5 Insbesondere empfiehlt Embraco die Verwendung von R452A, R449A (mit eingeschränktem Anwendungsbereich) und R513A, R450A als "transient" Kältemittel, die von Embraco für die Verdichter R404A und R134a offiziell zugelassen sind.

6 Embraco lehnt jede Haftung ab, wenn der Verdichter ohne zugelassene Kältemittel (wie oben aufgeführt) verwendet wird. In gleicher Weise wird auf mögliche Verträglichkeit???, Überhitzung und Fehlfunktion von elektrischen Komponenten, die durch die Verwendung von nicht zugelassenem Kältemittel entstehen könnten, gewarnt.

## Schlussfolgerungen

Kohlenwasserstoffe (Isobutan-R600a und Propan-R290) sind die beste Langzeitlösung für leichte kommerzielle Anwendungen bei niedrigem und mittlerem Druck. Bald werden Änderungen in den internationalen Rechtsvorschriften einige der Herausforderungen aus ihrer Anwendung durch Erhöhung der Befüllungsgrenzen beseitigen.

Für die Übergangszeit vor dem Jahr 2022 kann Embraco auf der Grundlage vorläufiger Tests R407F, R407A, R407H nicht als alternative Kältemittel zu Systemen mit Embraco R404A-Verdichtern betrachten. Die Verwendung von den oben referenzierten Kältemitteln kann Systemänderungen erfordern, z. B. Verringerung der Kondensationstemperatur des Systems (größerer Kondensator, verbesserte Belüftung) oder Verringerung der Rücklauf-temperatur, um ein dem Kältemittel R404A ähnliches Wärmeprofil zu erhalten. Um die Garantie von Embraco aufrecht zu erhalten, muss die endgültige

Verwendung vom technischen Support von Embraco von Fall zu Fall validiert werden. Der Einsatz in Systemen, die insbesondere unter Bedingungen mit hohem Kompressionsverhältnis arbeiten, sollte vermieden werden.

R452A kann in dieser Etappe als alternatives Kältemittel (siehe ECN R452A 2016) für LBP und MBP betrachtet werden. R449A kann in Embraco MBP R404A spezifischen Serien mit eingeschränktem Anwendungsbereich verwendet werden, wie oben erläutert.

R513A und R450A sind als akzeptable Alternative zu R134a für die Übergangszeit in bestimmten Embraco R134a-Serien zugelassen (siehe ECN R513A R450A 2017). R1234yf ist auch eine akzeptable langfristige Alternative für R134a, aber die Entflammbarkeitsaspekte aller A2L-Kältemittel wurden noch nicht gelöst, und nach der derzeitigen Gesetzgebung sollte die Belastung auf 150 g begrenzt werden.

Aktuelles Kältemittel	Vorübergehende Lösung		Endgültige Lösung	
	LOW TEMP	MEDIUM TEMP	LOW TEMP	MEDIUM TEMP
R404A	R452A	R452A	R290*	R290*
R507A	R134a*	R134a*	R455A	R455A
	R407C	R407C	R457A	R457A
	R448A	R448A**	R454C	R454C
	R449A	R449A**	R1270	R1270
	R407A	R407A	R744*	R744*
	R407H	R407H		
	R407F	R407F		
R134a	R134a	R134a	R1234yf	R1234yf
	R513A***	R513A***	R600a*	R600a*
	R450A***	R450A***	R290*	R290*

Von Embraco zugelassenes Kältemittel

Bitte kontaktieren Sie den technischen Support

Unter Bewertung

\* unterschiedliche Hubvolumen  
 \*\* Nur NEU / NT / NJ mit eingeschränktem Anwendungsbereich  
 \*\*\* nur NE / NT / NJ-Produkte (für EM / FF-Bereich wenden Sie sich bitte an den technischen Support)

## Allgemeine Trends des leichten kommerziellen Segments Embracos Perspektive

Leichte kommerzielle Kühlung				
Watt	150 - 5000			
Region / Jahr	2017	2020	2025	
HC	Amerika	Regelmäßiger Gebrauch	Hauptkältemittel	Hauptkältemittel
	Europa	Regelmäßiger Gebrauch	Hauptkältemittel	Hauptkältemittel
	Japan	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch
	China	Regelmäßiger Gebrauch	Hauptkältemittel	Hauptkältemittel
	Rest der Welt	Regelmäßiger Gebrauch	Hauptkältemittel	Hauptkältemittel
HFKW mit hohem GWP	Amerika	Hauptkältemittel	Regelmäßiger Gebrauch	Nicht verwenden
	Europa	Hauptkältemittel	Nicht verwenden	Nicht verwenden
	Japan	Hauptkältemittel	Regelmäßiger Gebrauch	Nicht verwenden
	China	Hauptkältemittel	Regelmäßiger Gebrauch	Nicht verwenden
	Rest der Welt	Hauptkältemittel	Regelmäßiger Gebrauch	Nicht verwenden
HFKW mit niedrigem GWP	Amerika	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch
	Europa	Regelmäßiger Gebrauch	Nicht verwenden	Regelmäßiger Gebrauch
	Japan	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch	Hauptkältemittel
	China	Regelmäßiger Gebrauch	Nicht verwenden	Regelmäßiger Gebrauch
	Rest der Welt	Regelmäßiger Gebrauch	Nicht verwenden	Regelmäßiger Gebrauch
CO2	Amerika	Nicht verwenden	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch
	Europa	Nicht verwenden	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch
	Japan	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch
	China	Nicht verwenden	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch
	Rest der Welt	Nicht verwenden	Regelmäßiger Gebrauch	Regelmäßiger Gebrauch

■ Hauptkältemittel      ■ Nicht verwenden  
■ Regelmäßiger Gebrauch       Unklar