

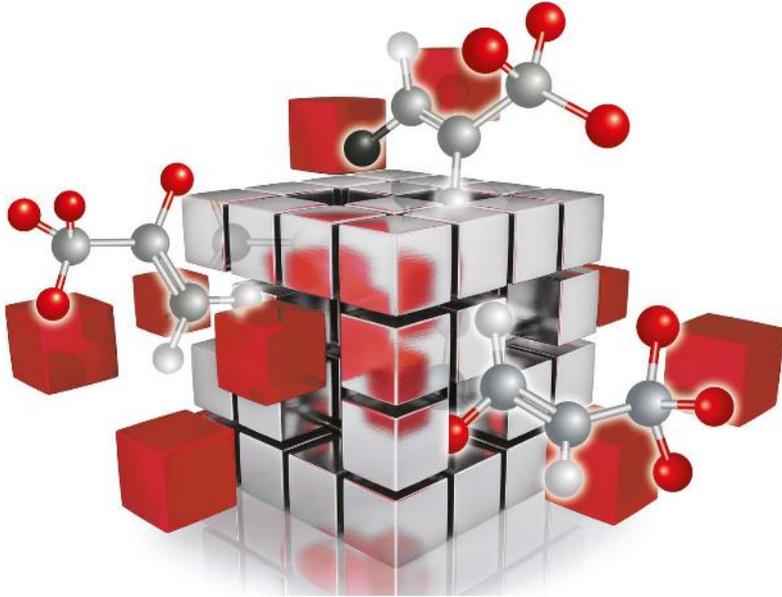
Stefan Schuessler  
September 2017

**KÄLTEMITTEL FÜR DIE ZUKUNFT**  
Umweltfreundliche und energieeffiziente Kältemittellösungen

**Honeywell**  
THE POWER OF **CONNECTED**

# Kältemittel für die Zukunft

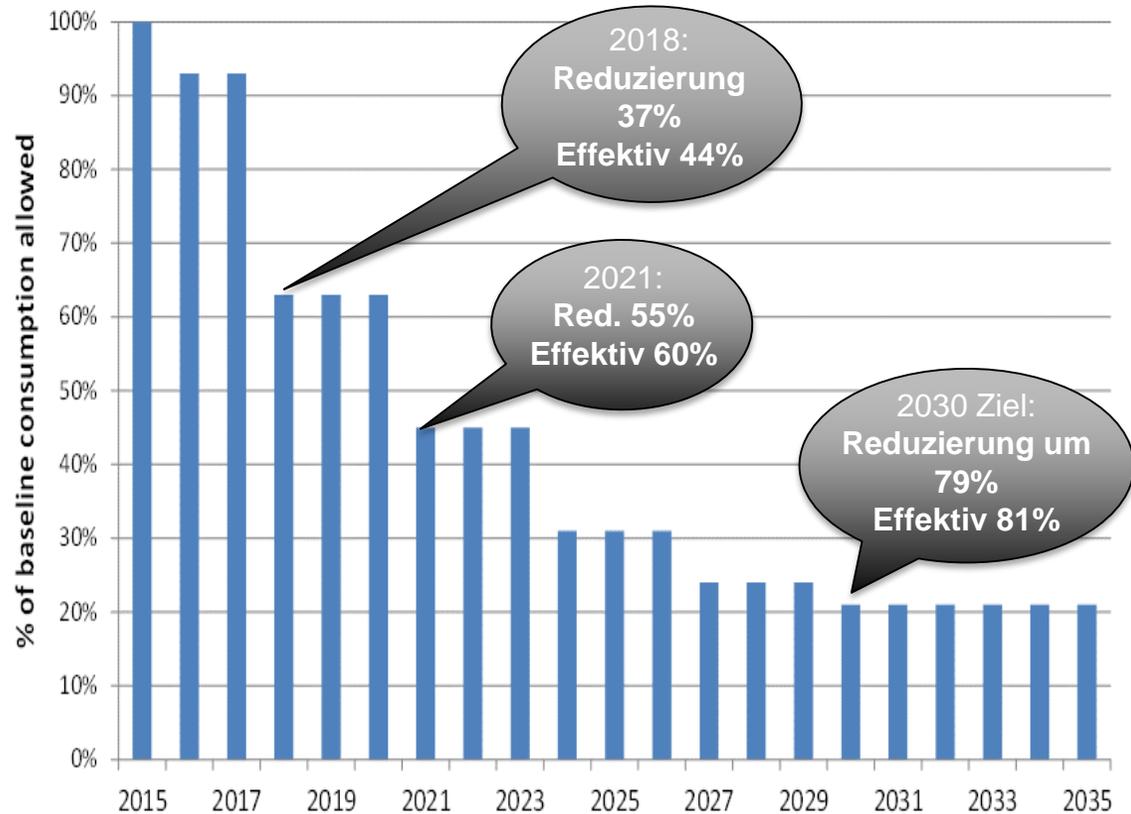
Umweltfreundliche und energieeffiziente Kältemittellösungen



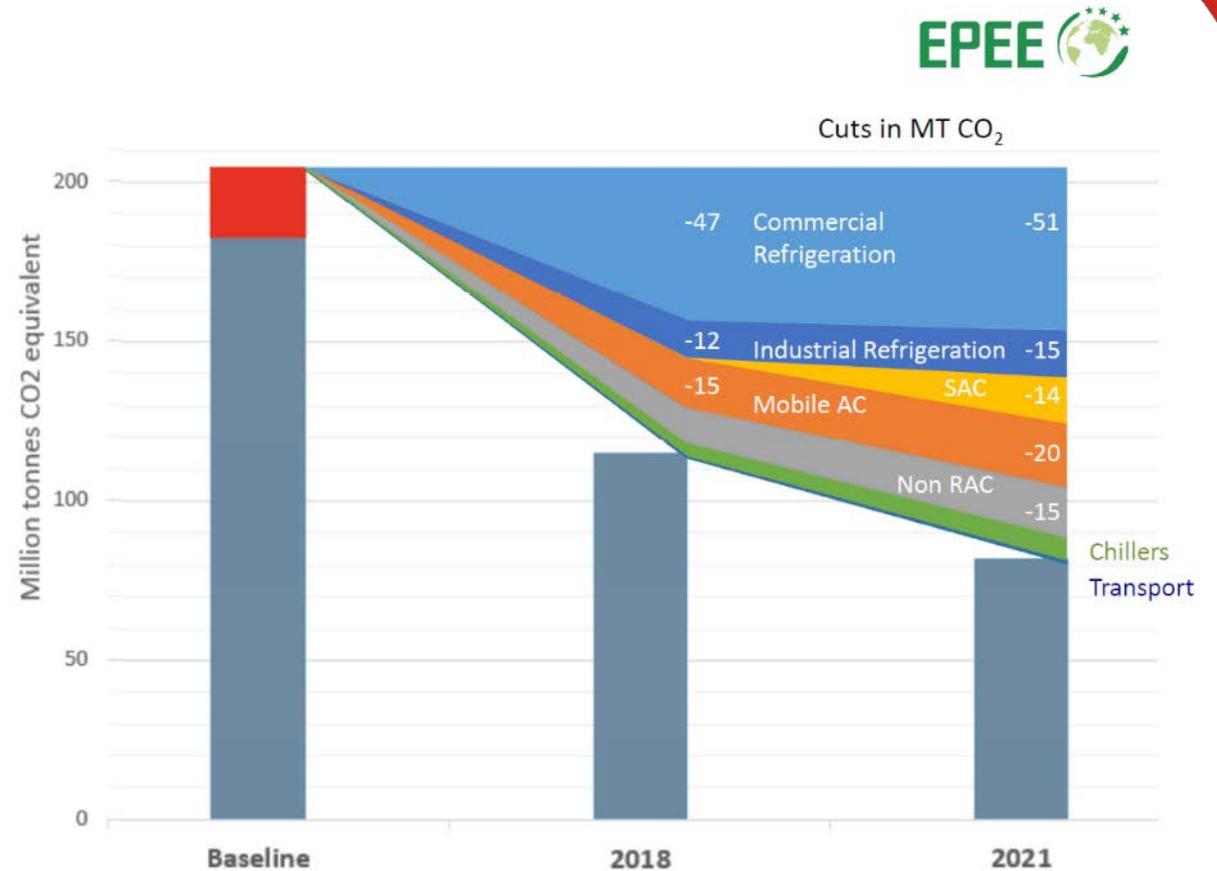
## Agenda

- **Aktuelle Situation**
- Lösungen für die Gewerbekälte
- AC Lösungen für die Zukunft
- Schlussfolgerung

# F-Gas Auswirkungen



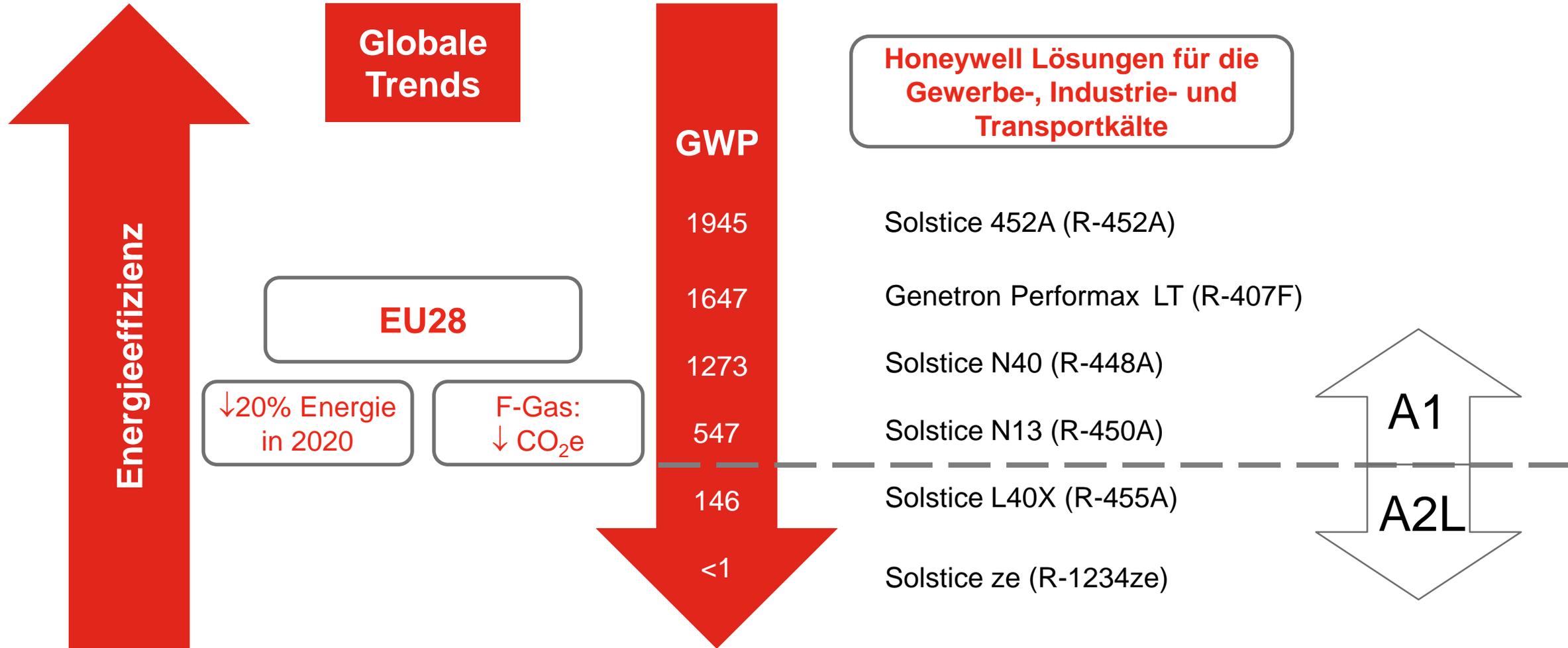
- Stufenweise Verringerung durch ein Quotensystem
- Abnehmendes Angebot von H-FKWs
- Gewerbekälte hat einen großen Einfluss auf den Quotenverbrauch



# Übersicht der Solstice® Kältemittel

Solstice® HFO Moleküle Nieder- und Mitteldruckanwendungen			
	Nicht brennbar (ASHRAE A1)	Gering brennbar (ASHRAE A2L)	Anwendungsbeispiele
<b>R-134a</b> GWP=1300		<b>Solstice yf</b> GWP < 1	Auto A/C, Vending, Kühlgeräte
		<b>Solstice ze</b> GWP < 1	Chiller, CO <sub>2</sub> Kaskaden Kühlgeräte
<b>R-123</b> GWP= 79	<b>Solstice zd</b> GWP =1		Turbo Chiller, ORC Hochtemperaturwärmepumpen
Solstice® Blends			
	Nicht brennbar (ASHRAE A1)	Gering brennbar (ASHRAE A2L)	Anwendungsbeispiele
<b>R-134a</b> GWP=1300	<b>Solstice N13 (R-450A)</b> GWP = 547		Chiller, Normalkühlung
<b>R-404A</b> GWP=3943	<b>Solstice N40 (R-448A)</b> GWP = 1273	<b>Solstice L40X (R-455A)</b> GWP = 146	Tiefkühlung, Kühlmöbel, Wärmepumpen, Transportkühlung
	<b>Solstice 452A (R-452A)</b> GWP = 1945		
<b>R-22</b> GWP=1760		<b>Solstice L20 (R-444B)</b> GWP = 294	Klimatisierung, Industriekälte
<b>R-410A</b> GWP=1924		<b>Solstice L41y (R-452B)</b> GWP = 675	Klimatisierung

# H-FKWs weltweit unter Regulierungsdruck

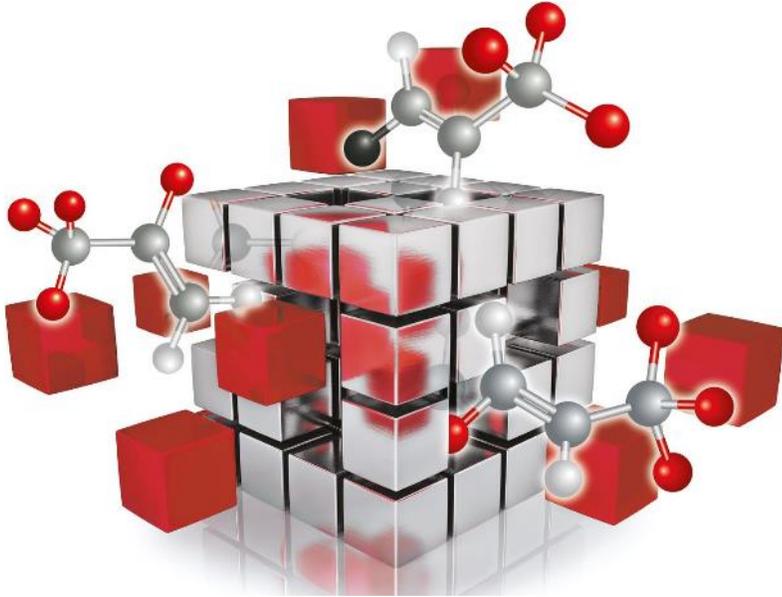


Honeywell - © 2017 by Honeywell International Inc. All rights reserved.

**Honeywell bietet alle Lösungen, um die Vorgaben einzuhalten**

# Kältemittel für die Zukunft

Umweltfreundliche und energieeffiziente Kältemittellösungen



## Agenda

- Aktuelle Situation
- **Lösungen für die Gewerbekälte**
- AC Lösungen für die Zukunft
- Schlussfolgerung

# Gewerbe- und Industriekälte

## BESTEHENDE ANLAGEN

R-404A/R-507

GWP  
-58%

or

GWP  
-68%

Performax® LT  
R-407F

Solstice® N40  
R-448A

### WARUM?

Geringere Kosten  
zu R404A

Tausende Anlagen  
weltweit

>7 Jahre erfolgreich  
im Einsatz

Niedrigerer Energieverbrauch als R-404A

Niedrigere Betriebskosten als R-404A

Geringere CO<sub>2e</sub> Emissionen als R-404A

### WARUM?

Niedrigere t<sub>v2</sub>

Niedrigerer  
GWP & TEWI

R-134a

GWP  
-58%

Solstice® N13  
R-450A

### WARUM?

Geringere CO<sub>2e</sub>  
Emissionen als  
R-134a

Gleiche  
Effizienz zu  
R-134a

Niedrigerer  
GWP, TEWI  
und ggf.  
Steuern

## NEUE ANLAGEN

DX

Solstice® N40  
R-448A

Cascade

Solstice® ze/CO<sub>2</sub>  
R-1234ze/R-744

### WARUM?

Gesamt-GWP < 1

Niedrigster TEWI

Beste Effizienz in  
allen Klimazonen

Nicht von F-Gas oder  
Besteuerung betroffen

or

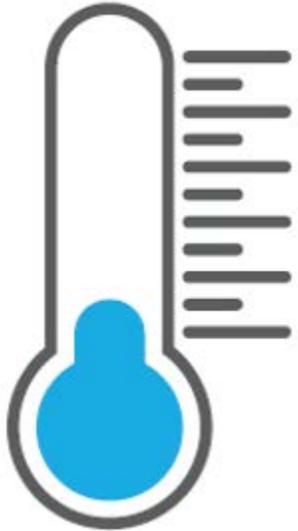
Solstice® N13/CO<sub>2</sub>  
R-450A/R-744

Wenn A1 benötigt wird

# Steckerfertige Geräte / Vending / Kondensationseinheiten

## TIEFKÜHLUNG

Solstice® L40X  
R-455A



### WARUM?

GWP<146

Erweiterter Arbeitsbereich

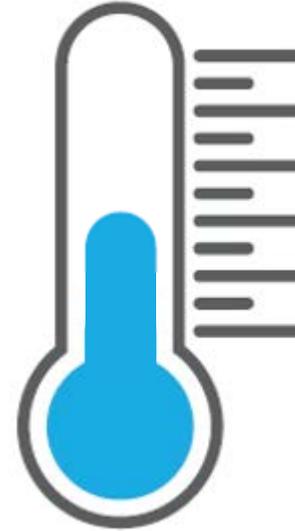
Ähnliche Leistung wie R-404A

Bessere Effizienz als R-404A

Ähnliche  $t_{dis}$  zu R-404A

## NORMALKÜHLUNG

Solstice® ze  
R-1234ze



### WARUM?

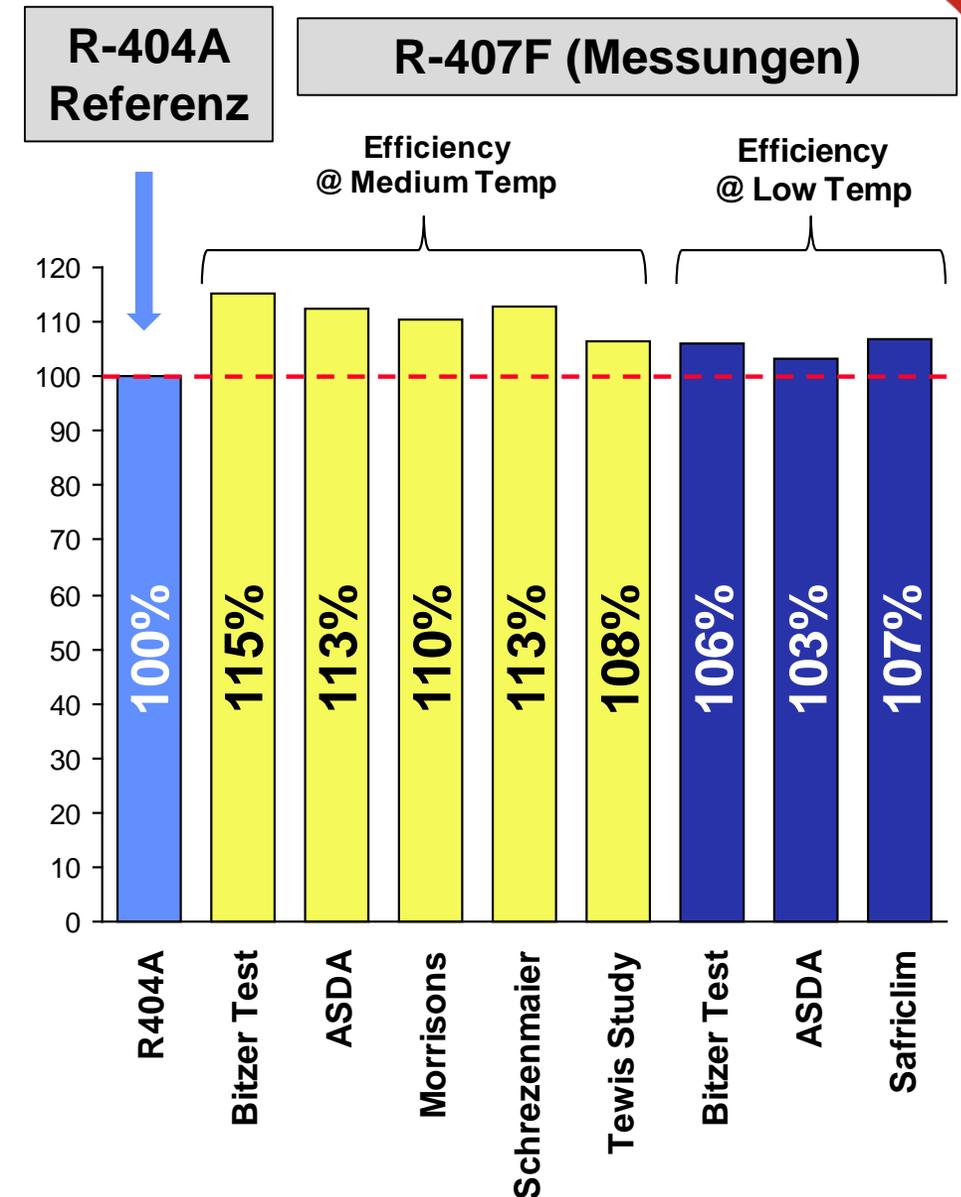
GWP<1

Gleiche Effizienz zu R-134a

Nicht von der F-Gas-Reduzierung  
betroffen

# Genetron Performax® LT (R-407F)

- Energieeinsparung bis zu 10%
- Einsparung von 58% bei direkten Emissionen (GWP 1670)
- Servicefähig über 2030 hinaus
- Über 15.000 Anlagen weltweit Ende 2016
- Umrüstung nach 2022 möglich für Anlagen, die vor 2022 in Verkehr gebracht wurden

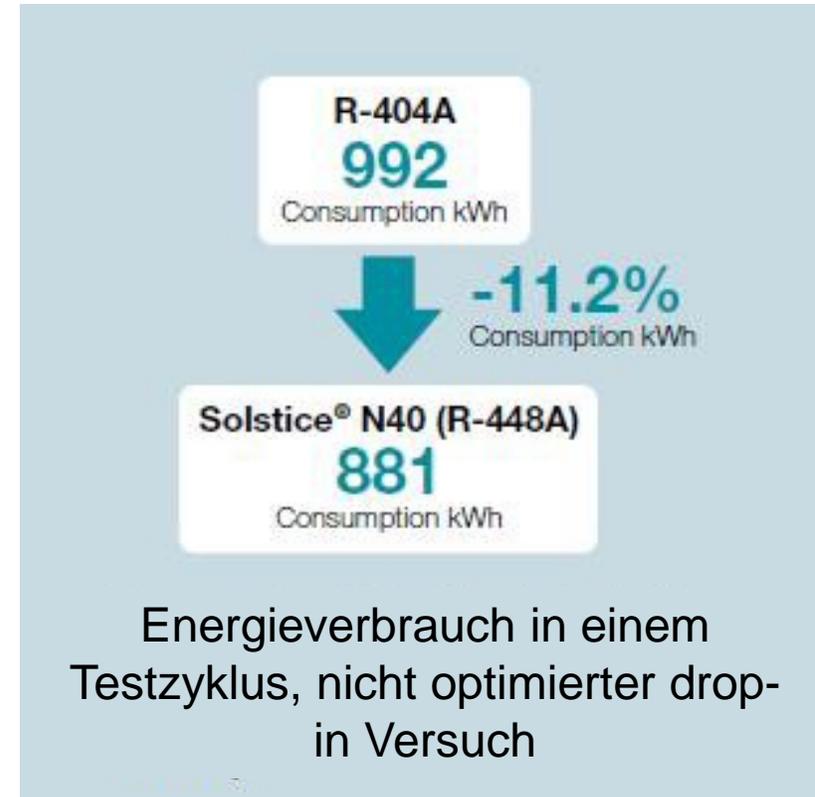


# Solstice® N40 (R-448A)

- Nicht brennbares, direktes Retrofit mit dem niedrigsten GWP und der besten Performance für R-404A und ähnliche Kältemittel
- Reduzierung des Energieverbrauches
- Einsparung von 68% direkter Emissionen (GWP 1273)
- Servicefähig über 2030 hinaus
- Retrofit nach 2022 möglich



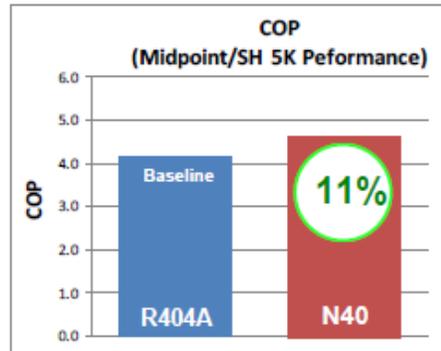
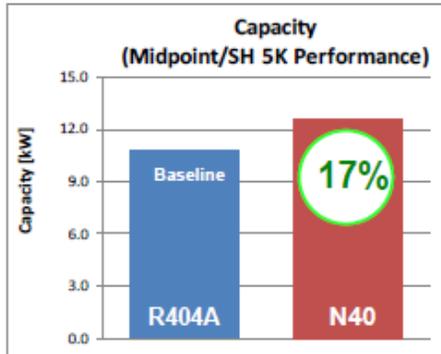
Tewis



# Solstice® N40 (R-448A): Verdichter Ergebnisse

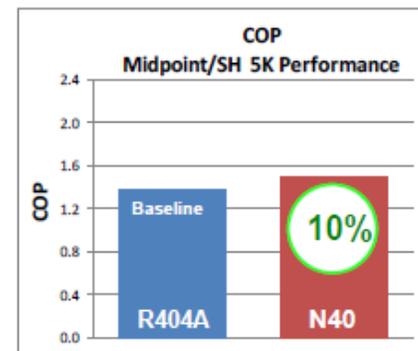
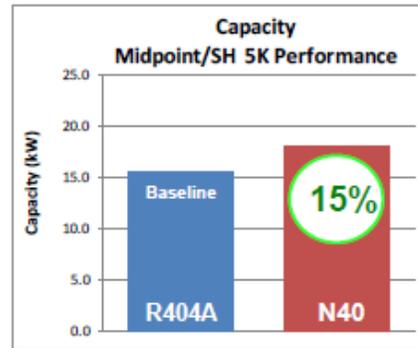
## Scroll System Analysis

@ -6.7°C / 48.9°C



## Semi-Hermetic System Analysis

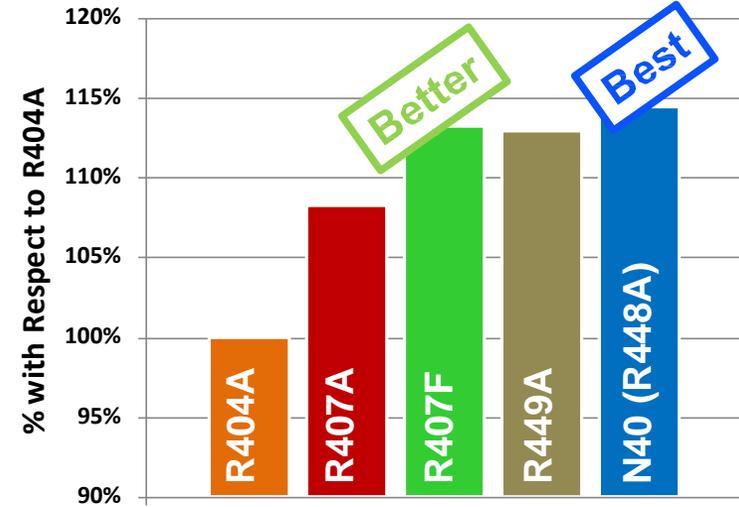
@ -31.6°C / 43.3°C



'N40 provides superior Energy Efficiency to that of R-404A with reduced GWP'

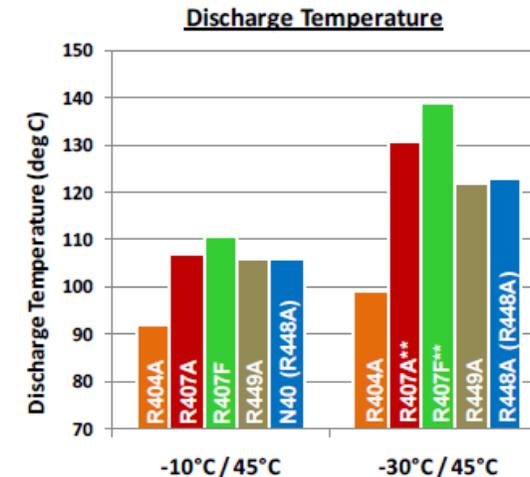
Qualified for Use

## Combined\* LT and MT Energy Efficiency



LT (-30°C) and MT (-10°C) @ 45°C Cond. Temp

\* 33% of total load from low temp and 67% from medium temp



\*\*Liquid injection required

MT

LT



# Solstice N40 Einführung in Europa – 1200+ Retrofits bei TESCO (UK)

## Solstice® N40 (R-448A) Refrigerant Adopted by Tesco for its Carbon Reduction Roadmap.

“We continue to streamline the retrofit process along with our contractors in order to minimise impact on the store and cost to change. Also, to add to the 68% reduction of direct emissions provided by R-448A versus R-404A, we have incorporated a leak reduction process to further minimise our carbon footprint and environmental impact.”

Matthew Rooves-Smith,  
Tesco, Group Head of Refrigeration & HVAC

Case Study



## The Objectives

R-404A accounts for 87% of the installed volume of Tesco refrigeration and 99% of the CO<sub>2</sub>-eq volume, due to its high global warming potential (GWP). By moving to a lower GWP alternative in about 1,200 stores, the CO<sub>2</sub>-eq tonnage relating to service leaks would be reduced by 40%.

In the current state scenario, the second of the three main scenarios, a 35% reduction in installed volume of R-404A was anticipated through the retrofitting of stores where equipment lifetime would exceed 2022.

The program objective was to identify the best solution to enable Tesco to convert R-404A-based stores to a lower GWP refrigerant through an integrated offer that would satisfy the key strategic requirements:

## The Project

A team at Tesco UK and the world for cooperation. refrigerants that created to validate

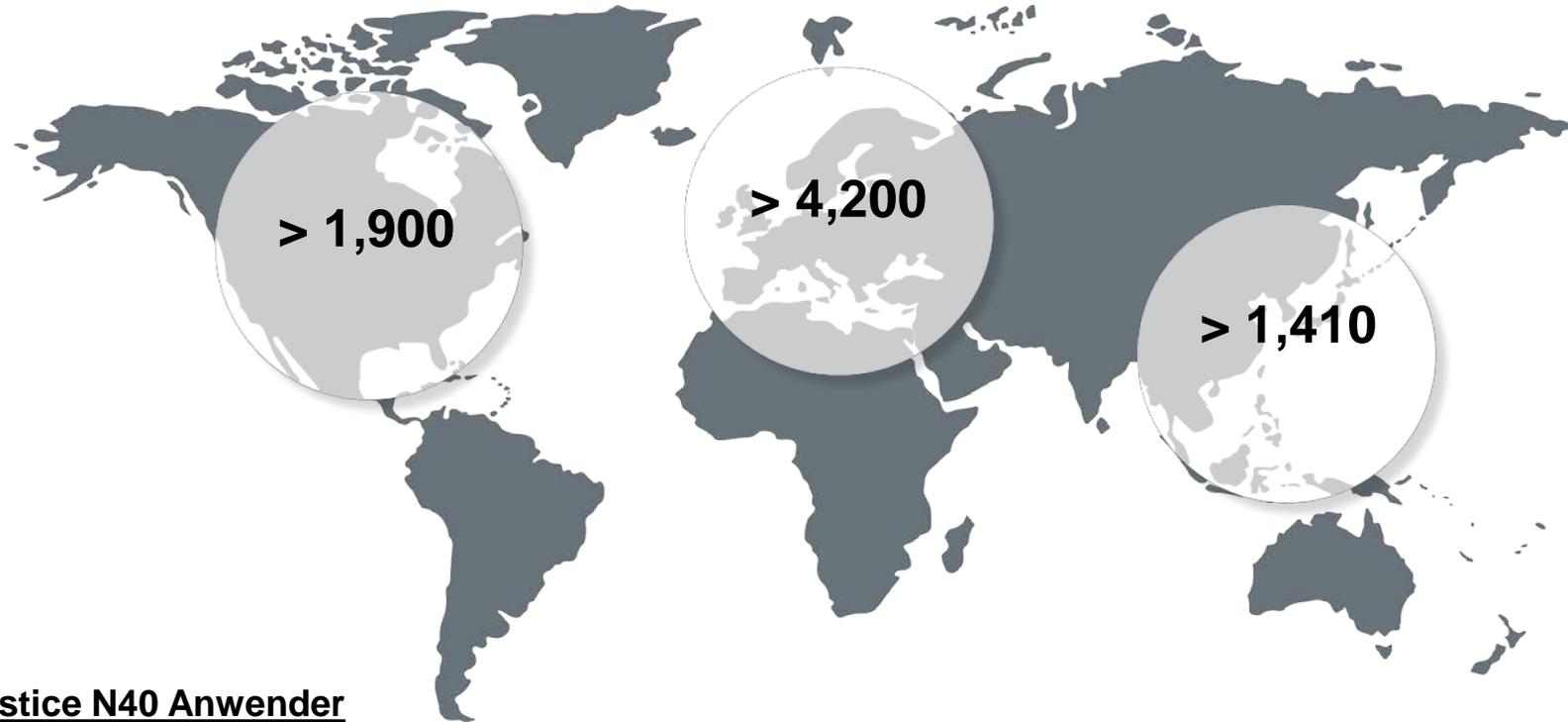
Following meeting schedule was put include four main and south of the country to evaluate the different ambient conditions within the UK.

## Two refrigerants were chosen for trial:

- R-448A
- R-449A

Installations were similar, with some variation in equipment type (such as valves, EEV and TEV).

# Solstice® N40 (R-448A): Anlagen Ende 2017



## Einige Solstice N40 Anwender

- Aeon
- Ahold
- Albertsons
- Aldi
- Asda
- Auchan
- Biedronka
- Carrefour
- CoOp
- Coles
- Condis
- Consum
- Delhaize
- Eroski
- Food City
- Kroger
- Lowes
- Makro
- Mercadona
- Metro
- Migros
- Mila
- Morrisons
- Sorli Discau
- Spar
- Sprouts
- Tesco
- Waitrose
- Walmart
- Whole Foods
- Woolworths

# Solstice<sup>®</sup> N13 (R-450A ): Ersatzstoff für R-134a

- Einsparung von 58% bei direkten Emissionen (GWP 547)
- Einfache Nutzung/Anwendung
- Ähnliche Arbeitseigenschaften
- Grösserer Arbeitsbereich
- In bestehenden Anlagen einsetzbar, nur geringe bis keine Änderungen notwendig (wenn Kälteleistung ausreichend)
- Nicht brennbar
- Vernachlässigbarer Glide(0.4K, geringer als R-404A)
- Fallstudien: Typischer Wert für Kapazitätsverlust ggb. vergleichbaren R-134a-Anlagen: ~7-10%



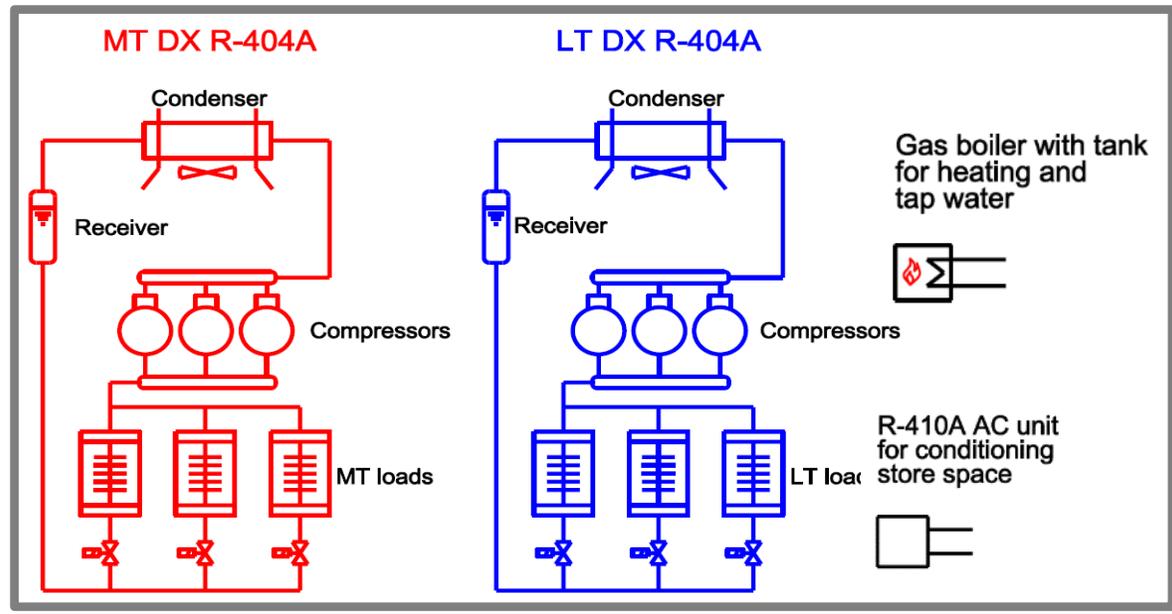
Kältemittel	$W_{abs}$ (kWh)
R-450A	233.6
R-134a	241.1
COP Steigerung	+3.1%

@ -10°C/40°C (Lebensmitteltemp. 1°C) **Honeywell**

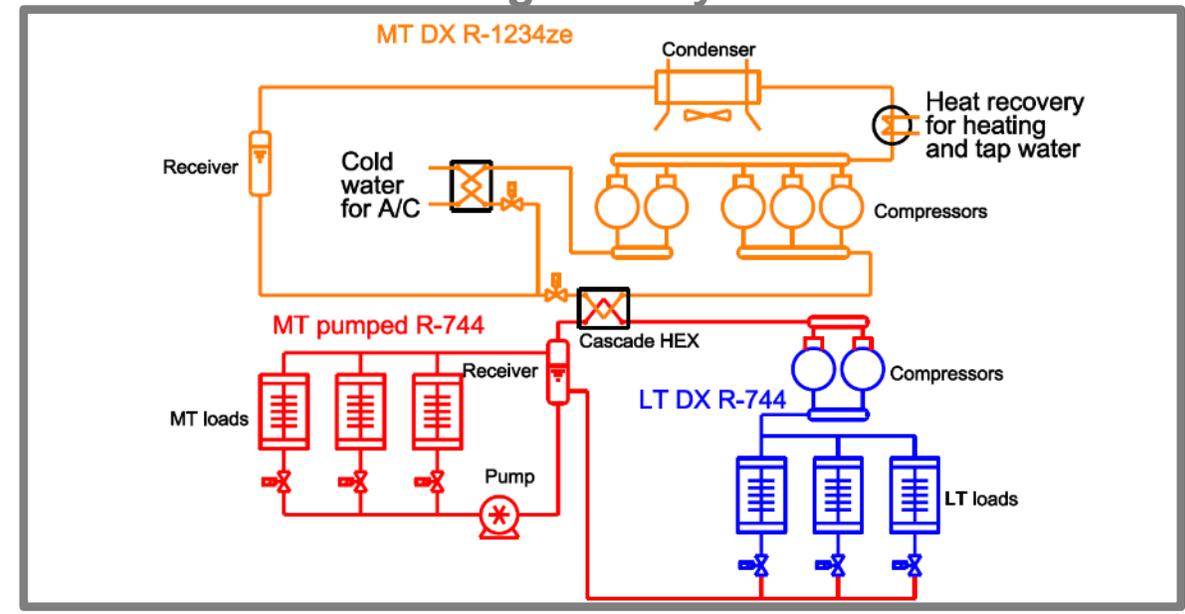
THE POWER OF CONNECTED

# Solstice<sup>®</sup> ze (R-1234ze)/R-744 Kaskade

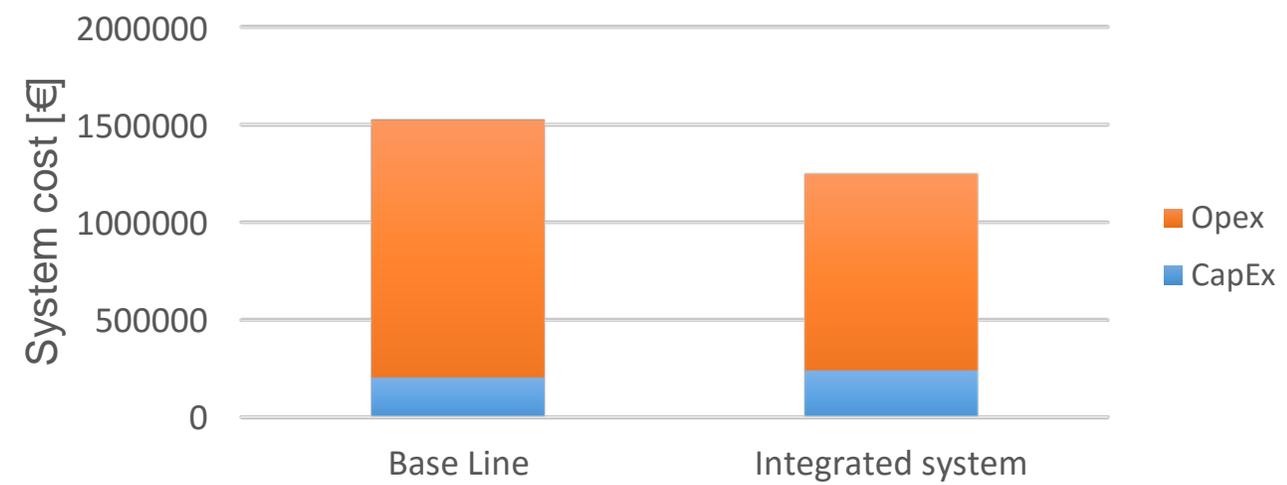
Baseline



Integrated system



**Fallstudie:  
Reduktion der  
Gesamtkosten über  
Anlagenlebensdauer  
um 18%**



# Solstice<sup>®</sup> L40X (R-455A)

	<b>R-455A</b>
<b>Referenz</b>	R-404A (A1, 3922/3943)
<b>Zusammensetzung</b>	75.5%/21.5%/3% R-1234yf/R-32/CO <sub>2</sub>
<b>GWP 4<sup>th</sup> / 5<sup>th</sup></b>	148 / 146
<b>Sicherheitsklasse</b>	A2L
<b>Mögliche Anwendungen</b>	Kühlmöbel/-geräte Kaltwassersätze Chillers/HP, andere...
<b>Verwendung</b>	Neuanlagen
<b>Drop-in <sup>(1)</sup> Leistung</b>	4% geringer
<b>Drop-in <sup>(1)</sup> Effizienz</b>	+3% bis +6% TK Über +10% NK
<b>Verdichter <sup>(2)</sup></b>	Kolben, Rotary, Scroll
<b>Hinweis</b>	Ähnliche $t_{v2}$ in TK Anlagen
<b>Status</b>	Verfügbar

(1) Drop-in Versuch in nicht optimierter Anlage

(2) Verwendbare Verdichterarten

## COP Vergleich mit R-404A

- Besserer COP als R-404A
- $t_{v2}$  innerhalb Kompressorvorgaben



	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10
30	-1%	2%	5%	7%	9%	11%	12%
35	-1%	3%	6%	8%	10%	11%	12%
40	-1%	3%	7%	9%	11%	12%	13%
45		2%	7%	10%	12%	14%	15%
50		0%	6%	11%	14%	15%	17%
55			4%	10%	15%	18%	19%
60			1%	9%	16%	20%	23%

## Drop-in results (freezer)

	T <sub>evap</sub>	T <sub>disch</sub>	T <sub>cond</sub>	Q <sub>0</sub>	COP
	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]
<b>R404A</b>	-34.9	100	33.5	100%	100%
<b>L40X</b>	-34.4	108	36.1	96%	106%



# Anwendungsbeispiele Solstice<sup>®</sup> L40X

- Mehrere Kältemittellösungen auf HFO-Basis stehen zur Verfügung, um den Übergang zu ultra-niedrig-GWP Anlagen zu ermöglichen ('F-Gas' Vision) und dabei die Sicherheitsstandards zu verbessern. (A2L vs. A3)
- Solstice L40X ist eine Möglichkeit, nicht nur R-404A/R-290 sondern auch R-410A/R-32 langfristig zu ersetzen. ODP=0, GWP<150, A2L und es besteht keine Notwendigkeit für Flüssigkeitseinspritzung bei hohen Temperatur-/ Druckverhältnissen. Zusätzlich ergeben sich Leistungsvorteile bei hohen Umgebungstemperaturen.
- Durch das hohe LFL (11.8%) und den sehr kleinen Flammbereich (1.1%), ermöglicht Solstice L40X das Sicherheitsniveau von Anlagen ggb. anderen A2L oder A3 Systemen der gleichen Leistungsklasse zu erhöhen.
- Kältemittel mit einem GWP<150 werden von den interessierten Kreisen als ultra-niedrig-GWP Stoffe betrachtet, ähnlich wie technische Gase.



# Solstice® L40X (R-455A) - KMW Hybrid-System für NP Discount (Edeka)

## Der Markt

- In Deutschland.
- Kompletter Umbau.
- Fläche 800 m<sup>2</sup>.
- Normalkühlung (NK):
  - 7 Hybrid-Einheiten von KMW Limburg mit R-455A.
- Tiefkühlung (TK):
  - 24 Inseln mit R-290 und Hybrid-Einheiten von KMW Limburg.
- Kommissionierung im Mai 2017.



## Die Zielsetzung

- Einen Markt umbauen von einem Zentralsystem auf dezentrale, wassergekühlte Einheiten mit geringstem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und maximaler Energie-Effizienz.
- Dauer des Umbaus (und des Verkaufsstopps) minimieren.
- Größtmögliche Flexibilität für die Konfiguration des Marktes.

## Die Vorteile

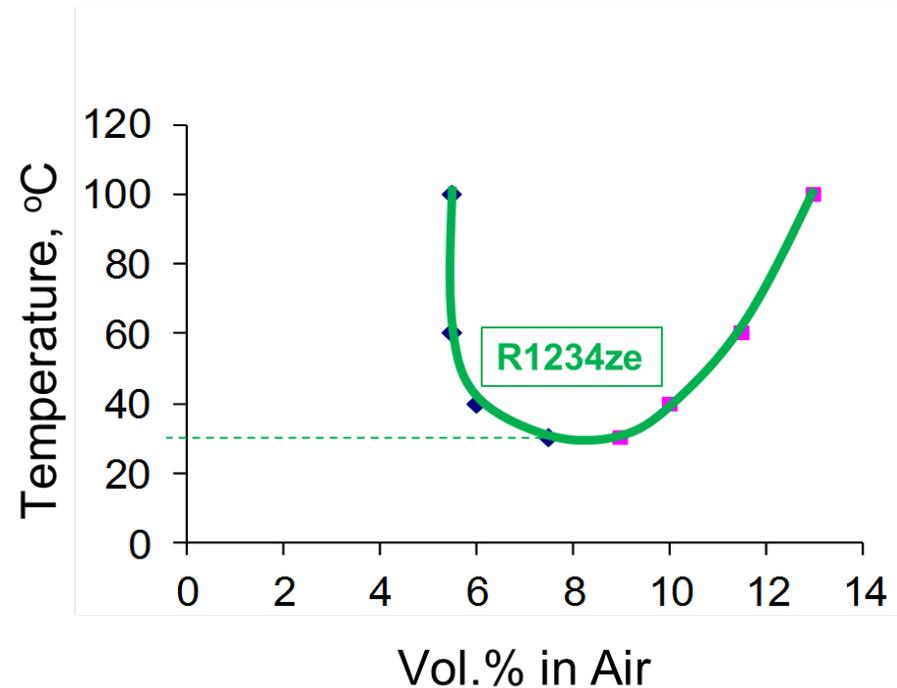
- Einfache, reibungslose Umsetzung.
- Umstellung der Kältetechnologie in weniger als 4 Tagen.
- Temperatur-Regelpunkte sehr schnell erreicht nach Neustart der Anlagen.
- Der GWP von R-455A liegt bei nur 146.

## Nächste Schritte

- Die TK-Inseln auf Hybrid-Systeme und R-455A umstellen.
- Im Winter das heiße Kondensationswasser nutzen um die Verkaufsfläche vorzuheizen.



# Unterschiedliche Brennbarkeiten in der A2L Klasse



Refrigerant	GWP (AR5)	LFL (vol%)	UFL (vol%)	BV* (cm/s) 23°C (dry air)
R32	677	14	29	6.7
Solstice® L40X (R455A) R32/R1234yf/CO <sub>2</sub> (21.5/75.5/3)	146	11.8	12.9	< 1.5**cm/s

- Solstice L40X weist im Vergleich zu anderen A2L Kältemitteln geringere Brennbarkeitseigenschaften auf
  - Sehr enger Flammbereich (11,8-12,9 vol%)

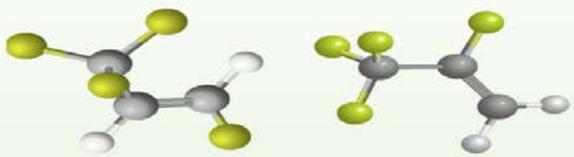
# Honeywell Apps, Online und Software Tools

- Genepro Simulation Software
- PT Chart App
- Kältemittelauswahl App
- Retrofit-Energiesparrechner für Supermärkte
  - Genetron Performax<sup>®</sup> LT
  - Solstice<sup>®</sup> N40
- Climate Ticker
- Präsentationen...

**Honeywell**

## Genetron Properties

### PROPERTIES

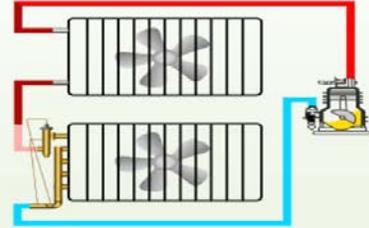


**HFO-1234ze(E)**      **HFO-1234yf**

Genetron Properties calculates thermodynamic and transport properties of refrigerants using NIST Refprop database

Saturation tables and Iso-Property tables can be obtained in addition to properties at specified thermodynamic state points

### CYCLES



Genetron Properties performs thermodynamic simulations for 10 vapor compression cycles and provides results in tabulated form and in typical Mollier diagrams (Pressure-Enthalpy, Temperature-Entropy)

Genetron Properties can also suggest line sizes for refrigeration systems

[www.honeywell-refrigerants.com/europe](http://www.honeywell-refrigerants.com/europe)

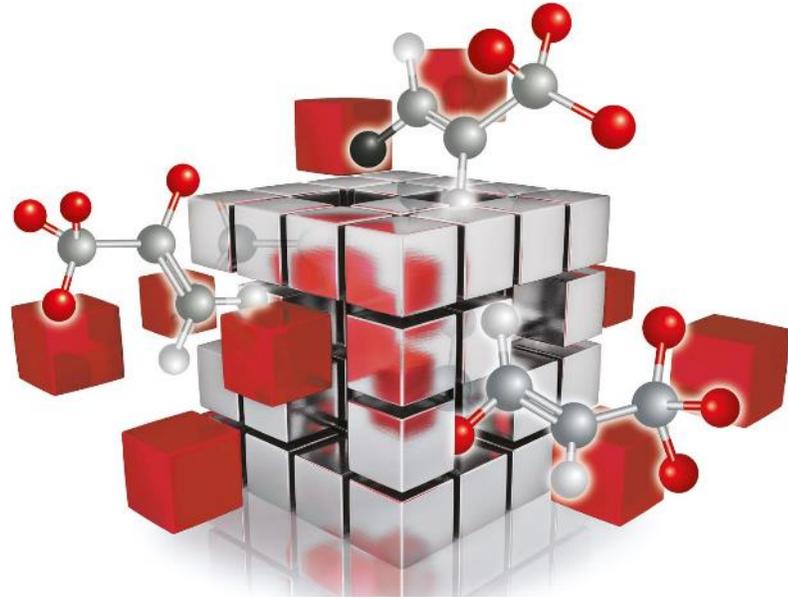
# Heute an die Zukunft denken



- Aufgrund der F-Gase Verordnung muss 2018 mit einer Verknappung von hoch-GWP Produkten gerechnet werden
- Honeywell beabsichtigt, den Verkauf von R-404A und R-507 in der EU 2018 einzustellen, soweit vertraglich möglich
- R-448A und R-407F sind umweltfreundliche Kältemittel, sofort verfügbar und über die F-Gas Verbote hinaus servicefähig
- Verpassen Sie nicht den richtigen Zeitpunkt, um umzustellen

# Kältemittel für die Zukunft

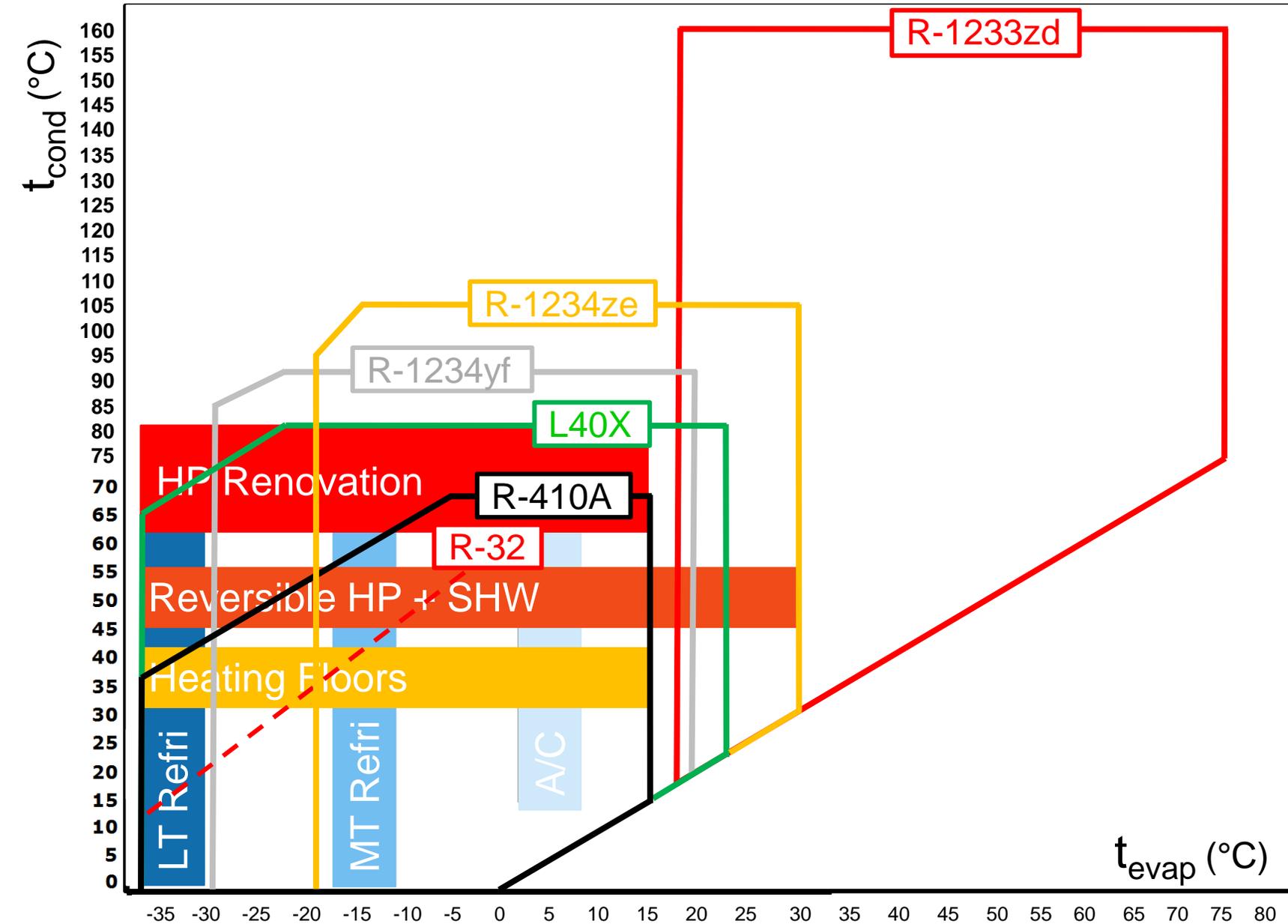
Umweltfreundliche und energieeffiziente Kältemittellösungen



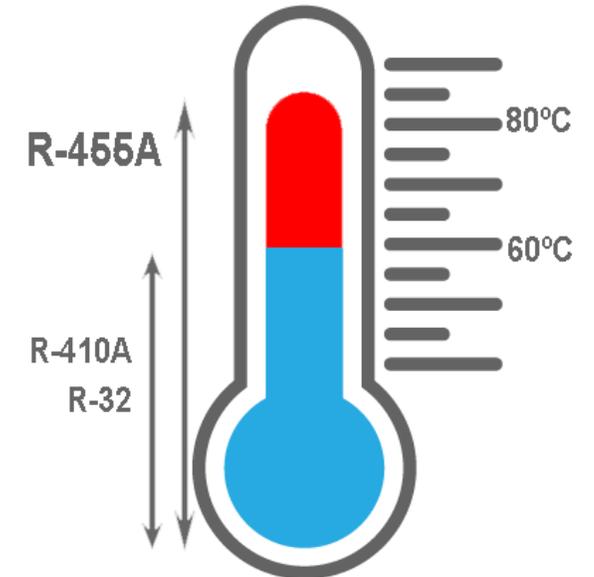
## Agenda

- Aktuelle Situation
- Lösungen für die Gewerbekälte
- **AC Lösungen für die Zukunft**
- Schlussfolgerung

# Solstice® L40X erweitert den Einsatzbereich



**R-410A  
Platform**

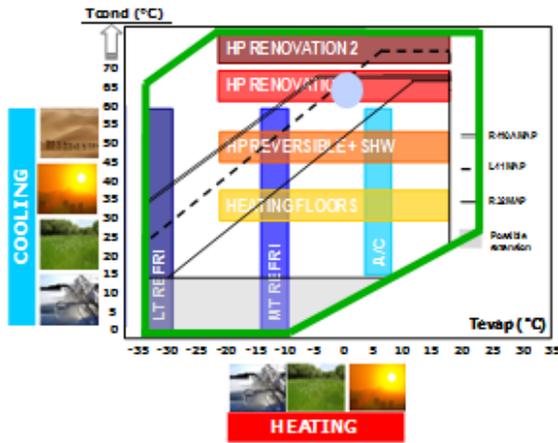


**Solstice® L40X ermöglicht  
die Bereitstellung von  
höheren  
Wassertemperaturen**

# R-410A Nachfolger: Mehr als eine Möglichkeit...

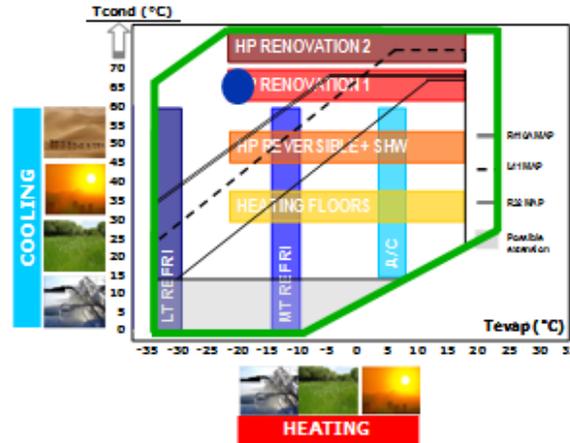
A/C mode

● 0/65C



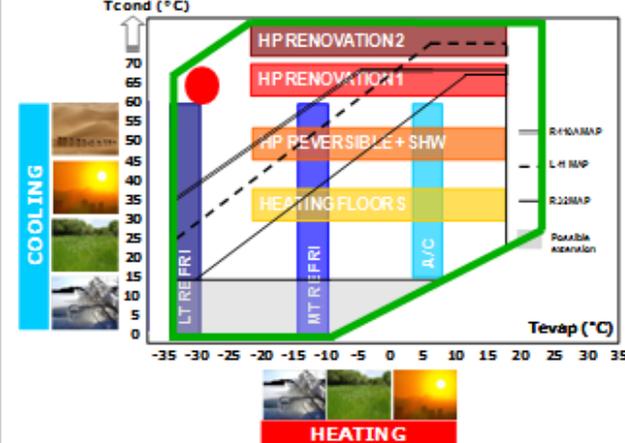
Process chiller

● -20/65C



HP mode

● -30/65C

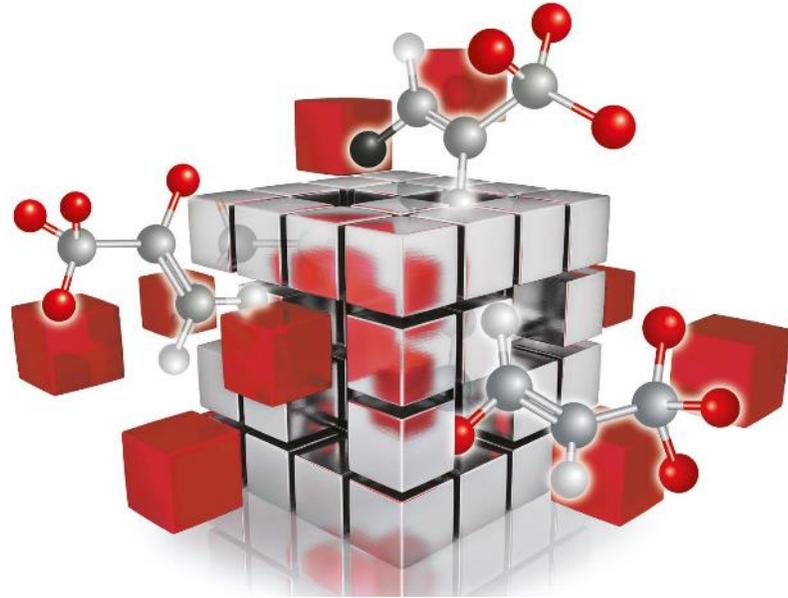


	R410A	R32	L41y or L41z	L40X		R410A	R32	L41y or L41z	L40X		R410A	R32	L41y or L41z	L40X
GWP	☹️	😊	😊	😊	GWP	☹️	X	😊	😊	GWP	X	X	X	😊
Tdischarge	😊	😊	😊	😊	Tdischarge	😊	X	☹️	😊	Tdischarge	X	X	X	😊
COP	😊	😊	😊	😊	COP	☹️	X	☹️	😊	COP	X	X	X	😊
Glide	≈0	0	+	++	Glide	≈0	X	+	++	Glide	X	X	X	++

**R-455A könnte alle diese Anwendungen abdecken**

# Kältemittel für die Zukunft

Umweltfreundliche und energieeffiziente Kältemittellösungen



## Agenda

- Aktuelle Situation
- Lösungen für die Gewerbekälte
- AC Lösungen für die Zukunft
- **Schlussfolgerung**

# Schlussfolgerung

- **Eine Verknappung von R-404A/R-507 ist zu erwarten**
  - Effektive Quotenreduzierung 2018: -44% (pre-charged)
    - Hoch-GWP Produkte wie R-404A/R-507 müssen vergleichsweise im höheren Umfang eingespart werden, um neuen Alternativprodukten den Markteintritt zu ermöglichen
    - Verpassen Sie jetzt nicht den richtigen Zeitpunkt, um umzustellen (Verfügbarkeit und Auswirkungen)
- **R-448A und R-407F sind bewährte Ersatzstoffe** für bestehende R-404A/R-507 Anlagen
  - 1kg 404A = 2kg 407F = 3kg 448A in Bezug auf CO<sub>2</sub>e
  - F-Gas-Verordnung schränkt die Verwendung zur Wartung und Service nicht ein
  - Energieeinsparungen und Leistungsfähigkeit in tausenden Anlagen nachgewiesen
- **A2L ermöglicht höhere Füllmengen und einen sichereren Einsatz im Vergleich zu Kohlenwasserstoffen**
- **R-1234ze in R-744 Kaskadenanlagen**
  - Effiziente Lösung für neue Supermarkt- und Industriesysteme
  - Ermöglicht umweltfreundliche, zukunftsfähige Systeme mit einem Gesamt-GWP kleiner 1
- **R-455A und HFOs mit GWP<150** werden von Anwendern bevorzugt
  - Consumer Goods Forum's Resolution Oct'16: Selbstverpflichtung zum Einsatz von ultra-niedrig-GWP Kältemitteln (GWP<150)





# Vielen Dank!

# Fragen?

[stefan.schuessler@honeywell.com](mailto:stefan.schuessler@honeywell.com)

#### DISCLAIMER

Although all statements and information contained herein are believed to be accurate and reliable, they are presented without guarantee or warranty of any kind, expressed or implied. Information provided herein does not relieve the user from the responsibility of carrying out its own tests and experiments, and the user assumes all risks and liability for use of the information and results obtained. Statements or suggestions concerning the use of materials and processes are made without representation or warranty that any such use is free of patent infringement and are not recommendations to infringe on any patents. The user should not assume that all toxicity data and safety measures are indicated herein or that other measures may not be required.