



Trends und Neuentwicklungen bei Kältemitteln mit niedrigem GWP

Rüdiger Fleischer
Business Development
Honeywell Fluorine Products

Honeywell

Honeywell



\$39-39.5B

in sales*

54%

sales outside U.S.

- 1,300 sites, 70 countries
- 132,000 employees
- Morristown, NJ headquarters
- Fortune 100



Aerospace



**Performance Materials
and Technologies**



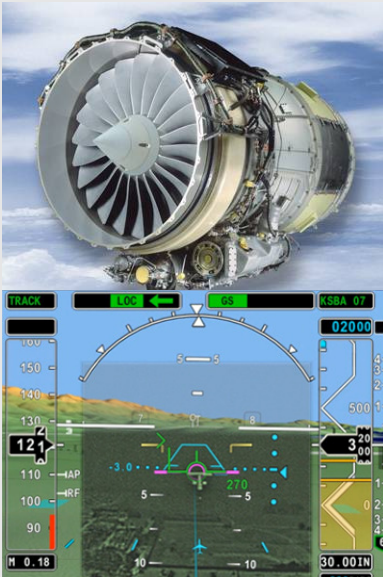
**Automation and
Control Solutions**



Transportation Systems

Honeywell's Businesses

Aerospace



Phoenix, AZ
headquarters

\$12.1-12.3 billion
sales*

Automation and Control Solutions



Minneapolis, MN
headquarters

\$16.4-16.6 billion
sales*

Performance Materials and Technologies



Morristown, NJ
headquarters

\$6.9-7.0 billion
sales*

Transportation Systems



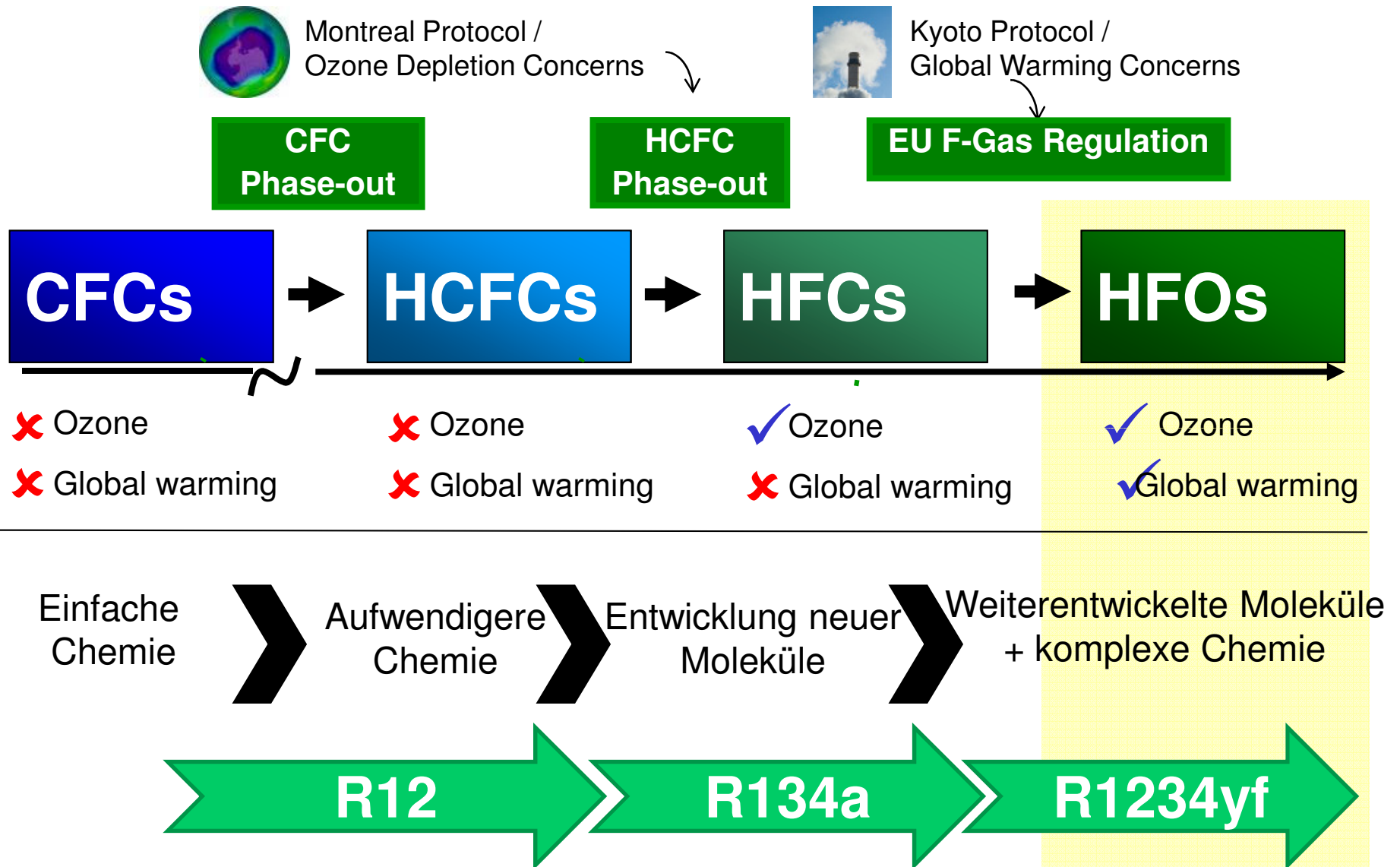
Rolle, Switzerland
headquarters

\$3.6-3.7 billion
sales*

Agenda

- Einführung– Honeywell's Solstice™ Kältemittel
- Bewertung von Alternativen zu R-410A mit niedrigem GWP
- Alternativen mit niedrigem GWP für Chiller-Anwendungen
- Alternativen mit niedrigem GWP für R-404A in der gewerblichen Kälte
- Zusammenfassung

Einführung und Produktübersicht



Entscheidungskriterien

Umwelt

- Niedriges Erderwärmungspotenzial
- Null ODP
- Gute Umweltverträglichkeit über den gesamten Produktlebenszyklus in allen Klimazonen
- Rückgewinnung/Recycling



Sicherheit

- Anwendung, Lagerung, Transport
- Umfassende toxikologische Tests
- Akzeptable Brennbarkeit



Leistung

- Hohe Energieeffizienz über den gesamten Arbeitsbereich
- Langfristige Beständigkeit



Kosten

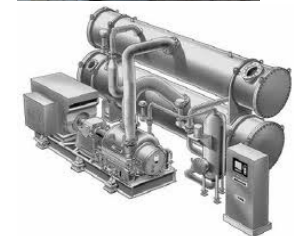
- Niedrige Kapitalkosten
- Niedrige Betriebskosten
- Geringere Kosten als Alternativen
- Geringe Wartungskosten



Für eine Akzeptanz müssen alle Kriterien erfüllt werden

Honeywell's Solstice™ Kältemittel mit niedrigem GWP

Solstice™ HFO's			
Heutige Kältemittel	Nicht-brennbare Alternativen	Schwach-brennbare Alternativen (ASHRAE A2L)	Beispiele möglicher Anwendungen
HFC-134a GWP=1300		Solstice yf GWP<1	Auto-Klimatisierung, Service-Automaten, Kühlschränke
		Solstice ze GWP<1	Kaltwassersätze, CO ₂ Kaskaden Kühlschränke
R-123 GWP= 79	Solstice zd GWP = 1		Turbo-Kältemaschinen



Note: All GWP values use the latest assessment from the IPCC, "AR5"

Solstice™ HFO's for Low and Medium Pressure Applications

Honeywell's Solstice™ Kältemittelmischungen mit niedrigem GWP

Solstice™ HFO Mischungen			
Heutige Kältemittel	<i>Solstice™ N Serie</i> Optionen mit reduziertem GWP Nicht-brennbar(ASHRAE A1)	<i>Solstice™ L Serie</i> Optionen mit niedrigstem GWP Schwach brennbar ASHRAE A2L)	Beispiele möglicher Anwendungen
HFC-134a GWP=1300	N-13 - GWP=547		Kaltwassersätze, Normalkühlung
HCFC-22 GWP=1760	N-20 - GWP=891	L-20 - GWP=295	Stationäre Klimatisierung, Kühlung
R-404A GWP=3943	N-40 - GWP=1273	L-40 - GWP=285	Tiefkühlung
R-410A GWP=1924		L-41 - GWP=461 GWP=572	Stationäre Klimatisierung, Wärmepumpe



Note: All GWP values use the latest assessment from the IPCC, "AR5"

Solstice™ HFO Blends for Medium & High Pressure Applications

Verfügbarkeit der Solstice™ Kältemittel

Solstice™ yf

- Kommerzielle Anwendung in der Automobilindustrie
- Mustermengen für stationäre Anwendungen sind verfügbar

Solstice™ ze

- Kommerziell verfügbar

Solstice™ zd

- Großtechnische Produktionsanlage wird in 2014 in Betrieb gehen
- Mustermengen verfügbar

Solstice™ Blends

- Unterschiedliche Blends werden sukzessiv eingeführt
- Muster für OEM's und Kompressorenhersteller sind verfügbar

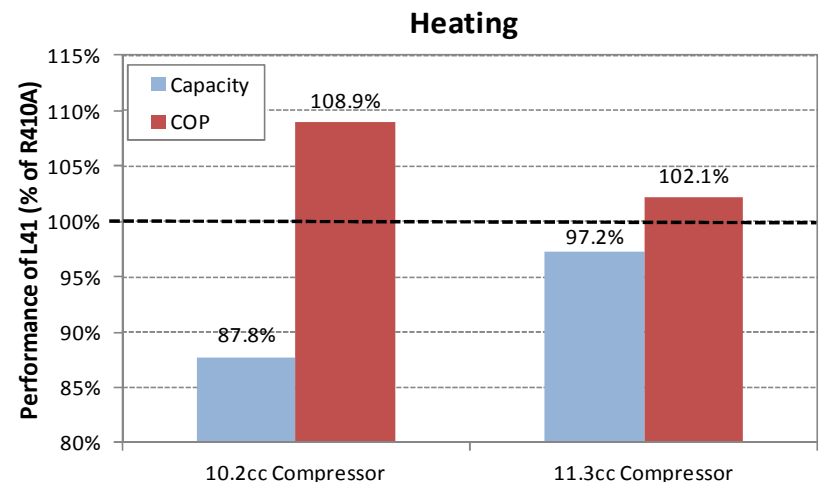
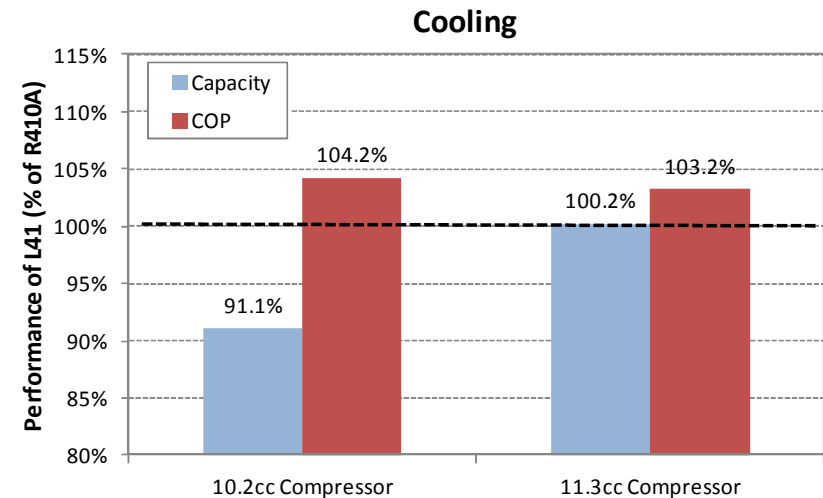
Working with Industry to Commercialize Solstice™

Klimatisierung L-41

Solstice™ L-41: Leistungsvergleich Mini-Split System

Ergebnisse

- Höhere Effizienz sowohl im Heiz- als auch im Kühlmodus
- Geringere Kapazität kann mit geringfügig größerem Verdichter ausgeglichen werden
- Kapazität und Effizienz entsprechen dem R410A, wenn ein größerer Verdichter gewählt wird
- Die Verdichtungsendtemperatur war bei L-41 etwas höher (~11°C) aber weit niedriger als die maximal zulässige Temperatur und unter den Temperaturen, die man typischerweise bei R-32 findet.



LGWP solutions for R410A based systems developed

Test - Ergebnisse einer Split-Wärmepumpe

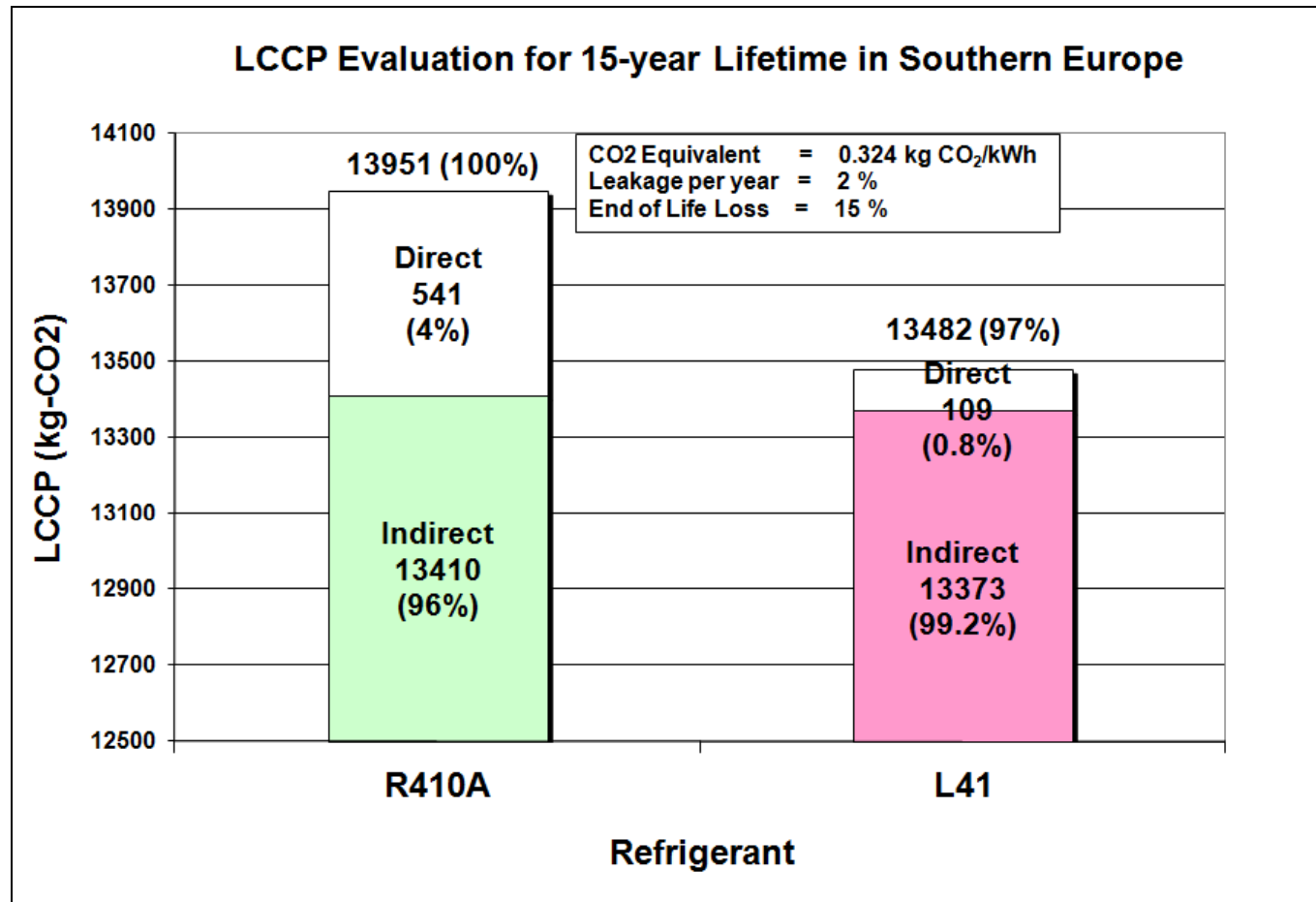
- Die Tests wurden mit dem Kältemittel L-41 in einer Split-Wärmepumpe mit Luftverteilsystem durchgeführt.
 - Herkömmliche Kompressortechnologie einsetzbar in allen Klimazonen.
 - Ein wegen der geringeren Kapazität gewählter Verdichter mit geringfügig höherem Volumen (~11%) hatte keinen negativen Einfluß auf die Effizienz.

L-41 Performance Summary								
Ref.	Glide Ev (°C)	Cooling			Heating Rating (+8°C Amb.)		Heating Low Temp (-8°C Amb.)	
		Capacity (35°C Amb.)	Efficiency (28°C Amb.)	Td (°C) 46°C Ambient	Cap.	Eff.	Cap	Eff.
R410A	0.1	100%	100%	96	100%	100%	100%	100%
R32	0.0	108%	101%	119	105%	100%	102%	98%
L-41*	3.8	104%	100%	109	104%	101%	105%	101%

* 11% Larger Displacement Compressor

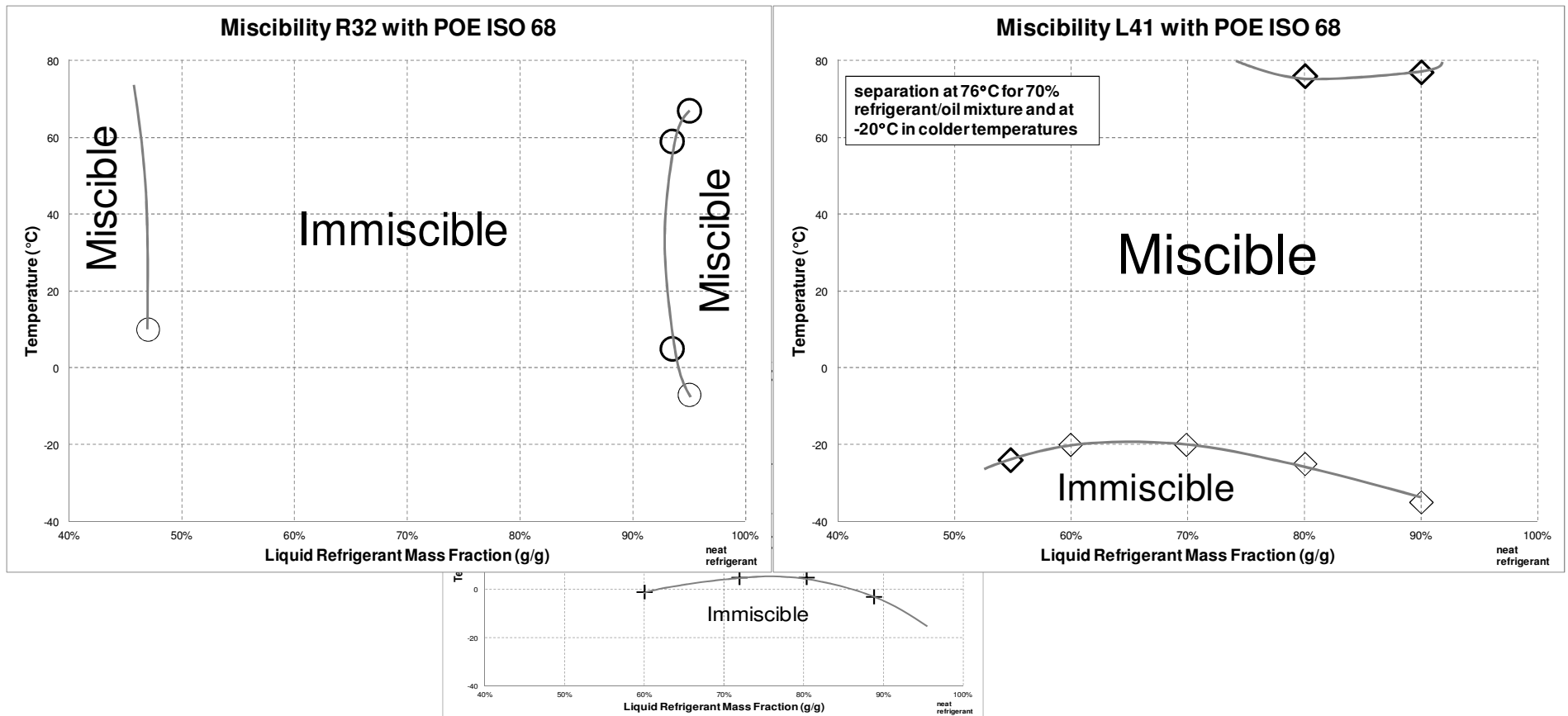
Honeywell LCCP Vergleich zwischen R410A und L-41

(Mini-split Heat Pump 3.5 kW)



- L41 zeigt wegen des niedrigen GWP's (461) deutlich reduzierte direkte Emissionen
- Verglichen mit R-410A reduziert L41 die CO₂ – Emissionen in Südeuropa um 3%.
- In Ländern wie Frankreich oder Deutschland sind Emissions-Reduktionen von 20-30% möglich.

- Die meisten heutigen Systeme unterstellen, dass Kältemittel und Öl mischbar sind (eine flüssige Schicht).
- Mangelnde Mischbarkeit kann zu Ölsammlungen in unterschiedlichen Teilen des Systems, zu schlechter Ölrückführung sowie Klumpenbildung und damit zur Schädigung des Verdichters führen.
- Anders als R-32 hat L-41 keine Mischungslücke bei allen möglichen Arbeitstemperaturen einer Klimaanlage oder Wärmepumpe.



LGWP Alternativen für Chiller-Anwendungen

Solstice™ Low GWP Ersatzkältemittel für Chiller

Solstice™ ze

- Gleiche (oder bessere) Effizienz verglichen mit R-134a
- 99.7% GWP-Reduktion

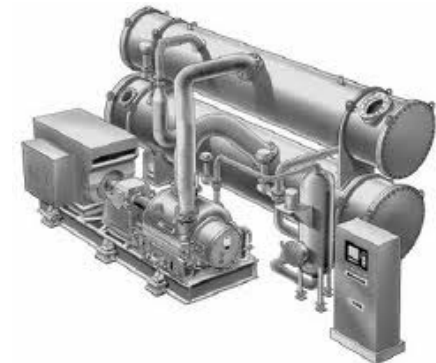
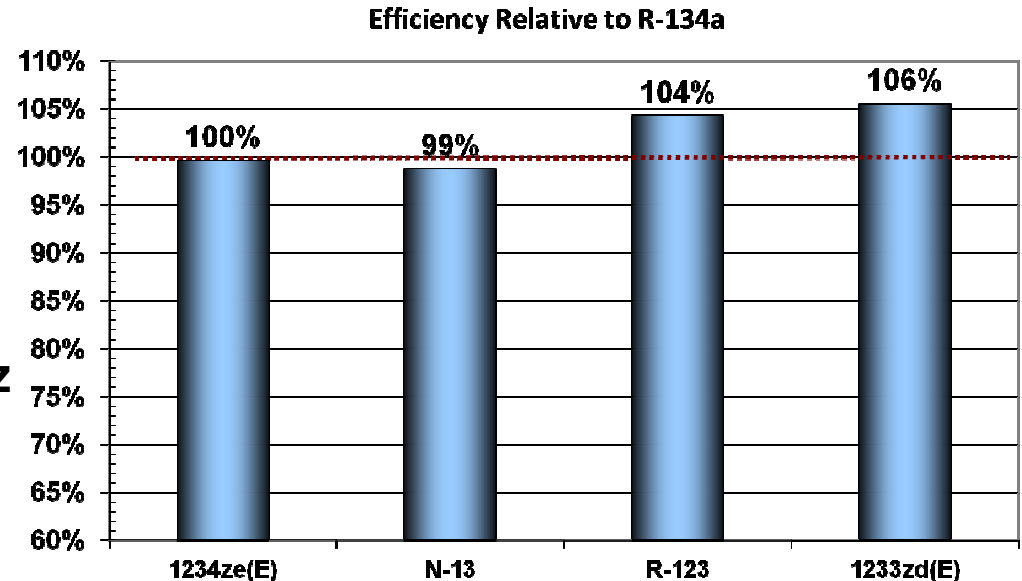
Solstice™ N-13

- Mit R-134a vergleichbare Effizienz und nicht brennbar.
- Potential für Retrofit.
- ~60% GWP-Reduktion

Solstice™ zd

- Bessere Effizienz als R-123
- 94% GWP -Reduktion

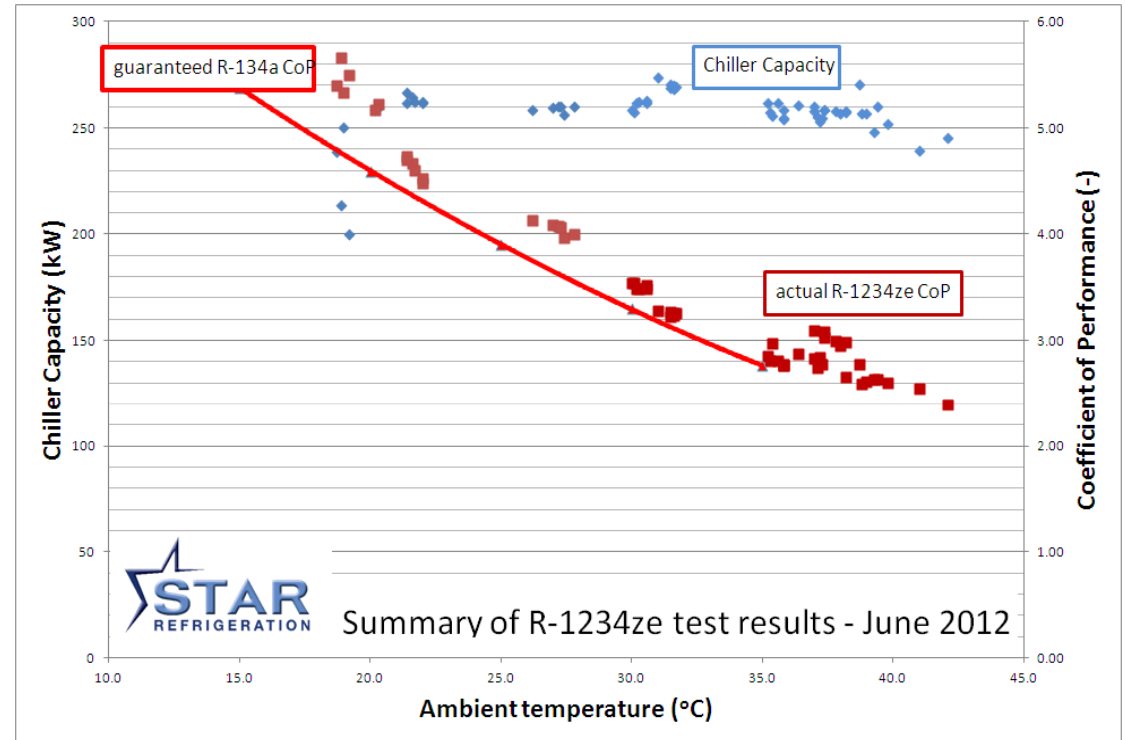
Leistung des Solstice ze, zd, N-13



HFOs Offer Large GWP Reductions & High Efficiency

Star Chiller mit Solstice™ ze

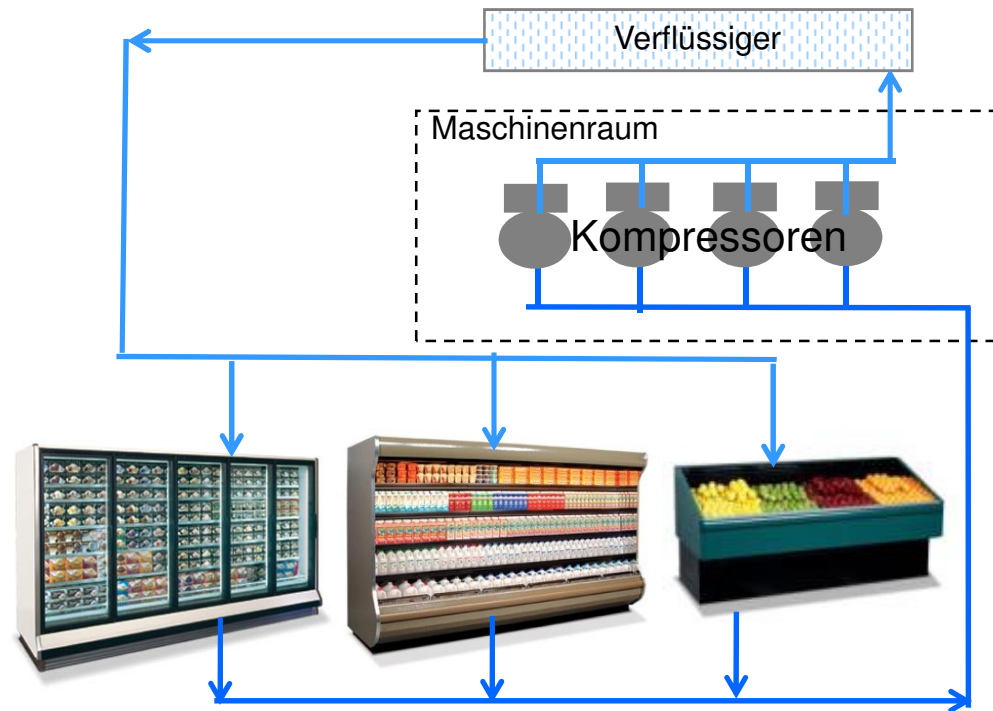
- Star Chiller installiert in Honeywell's Forschungszentrum



Solstice™ ze liefert einen um 7 bis 12% besseren COP als R-134a

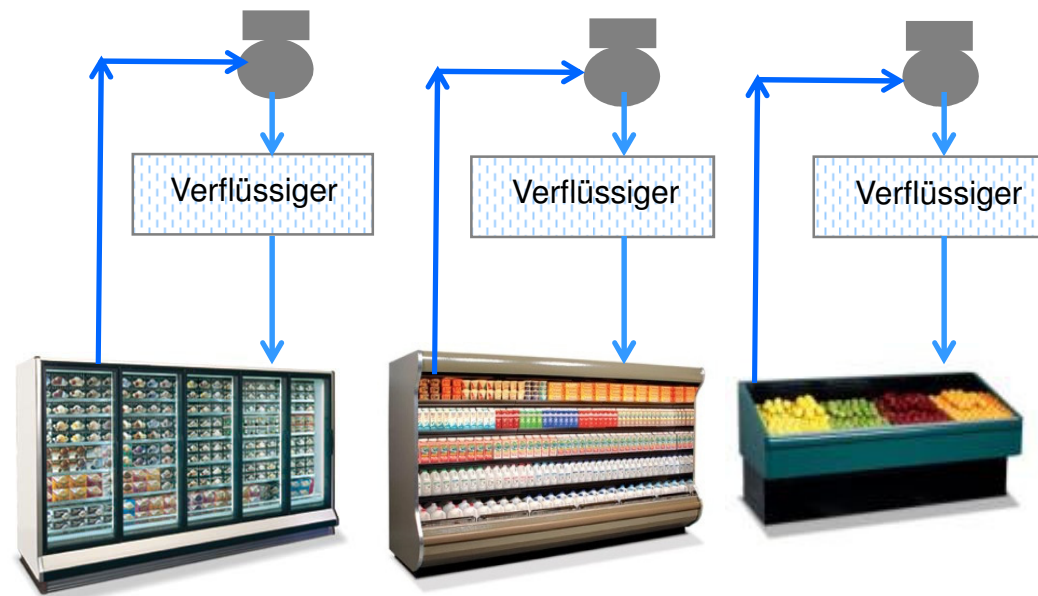
Gewerbliche Kälte

Zentrales Direktverdampfungs-System



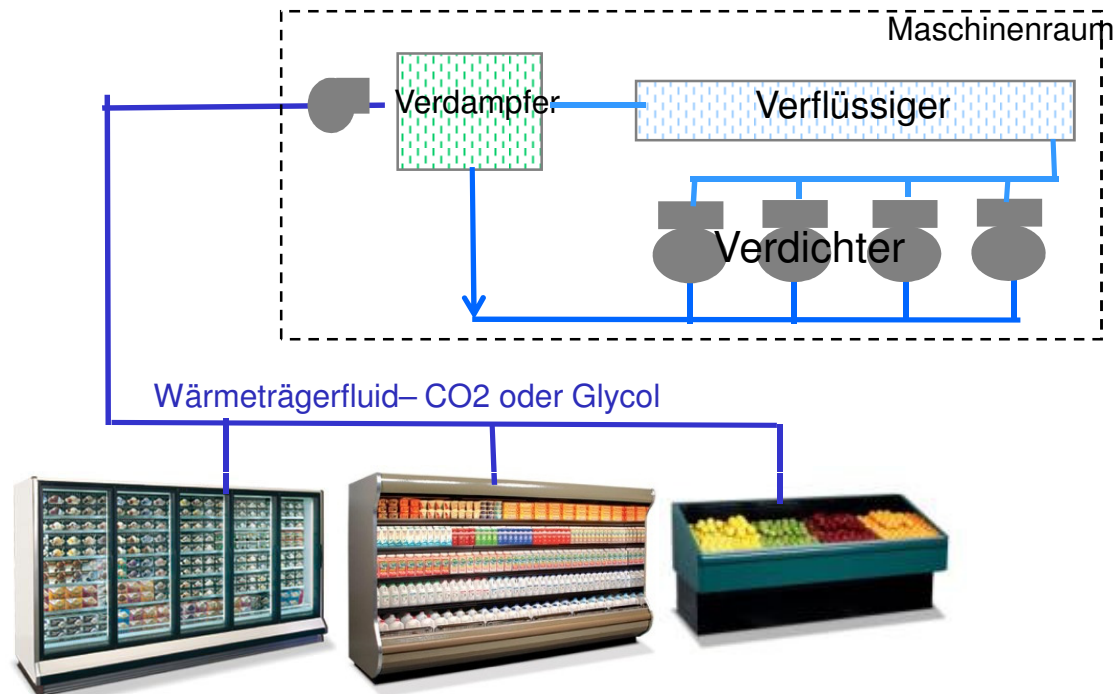
Besonderheiten	Für	Wider	Heute	Morgen
<ul style="list-style-type: none"> - Verdichter im Maschinenraum fern von den Kühlstellen - Lange Verbindungsleitungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Geeignete, übliche Bauart für die meisten Gebäude - Den Marktbetreibern und Kältefachfirmen vertraut 	<ul style="list-style-type: none"> - Große Kältemittel-Füllmenge - Höheres Leckagerisiko 	<ul style="list-style-type: none"> R22 R404A R407A R407F 	<ul style="list-style-type: none"> N40 GWP<150

Dezentrales Direktverdampfungs-System



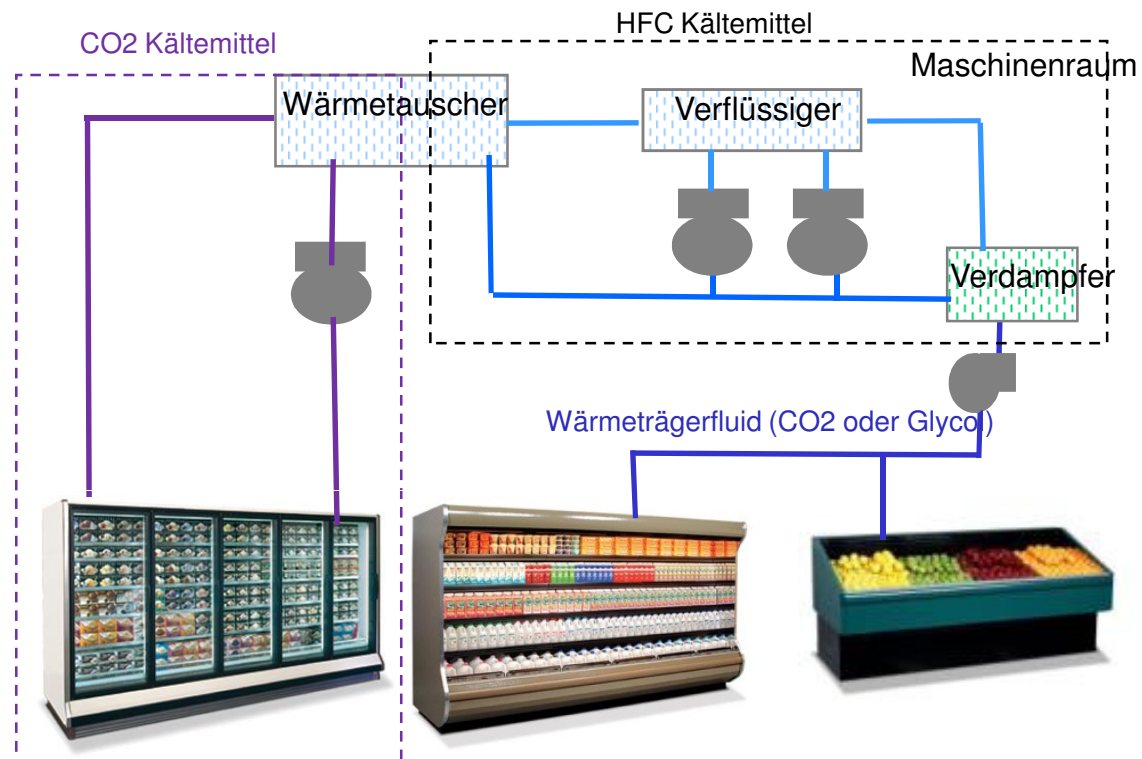
Besonderheiten	Für	Wider	Heute	Morgen
<ul style="list-style-type: none"> - Verflüssiger auf dem Dach und Verdichter auf dem Marktniveau nahe den Kühlstellen. - Kurze Verbindungsleitungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringere Kältemittelfüllmengen - Potentiell geringere Leckageraten - Potentiell effizienter als zentrale Systeme - Kürzere Leitungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht in allen Gebäuden machbar 	<p>R404A R407F</p>	<p>N40 GWP<150</p>

Sekundärkreislauf-System



Besonderheiten	Für	Wider	Heute	Morgen
<ul style="list-style-type: none"> - Sekundärkreislauf (z.B. CO₂ oder Glycol) übernimmt die Versorgung der Kühlstellen - Kurze Verbindungsleitungen im eigentlichen Kältekreislauf 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringere Kältemittelfüllmengen (etwa 1/4 eines zentralen DX-Systems) - Sehr geringe Leckageraten - Das Kältemittel bleibt ausschließlich im Maschinenraum, was die Option einer A2L Lösung mit extrem niedrigen GWP eröffnet 	<ul style="list-style-type: none"> - Höherer Energieverbrauch - Effizienzverluste 	<p>R404A R407F</p>	<p>N40 L40 GWP<150</p>

CO2 Kaskade mit Sekundärkreislauf



Besonderheiten	Für	Wider	Heute	Morgen
<ul style="list-style-type: none"> - Wärmeträgerflüssigkeit für die Normalkühlung - DX CO2 für die Tiefkühlung - Kurze Verbindungsleitungen im eigentlichen Kältekreislauf 	<ul style="list-style-type: none"> - Sehr geringe Kältemittelfüllmenge und Leckageraten - Das Kältemittel bleibt ausschließlich im Maschinenraum, was die Option einer A2L Lösung mit extrem niedrigen GWP eröffnet - Höhere Effizienz 	<ul style="list-style-type: none"> - Höhere Investitionskosten 	<ul style="list-style-type: none"> - R404A - R407F - R134a 	<ul style="list-style-type: none"> - N40 - L40 - N13 - R1234ze - GWP<150

Supermarket Energy Consumption



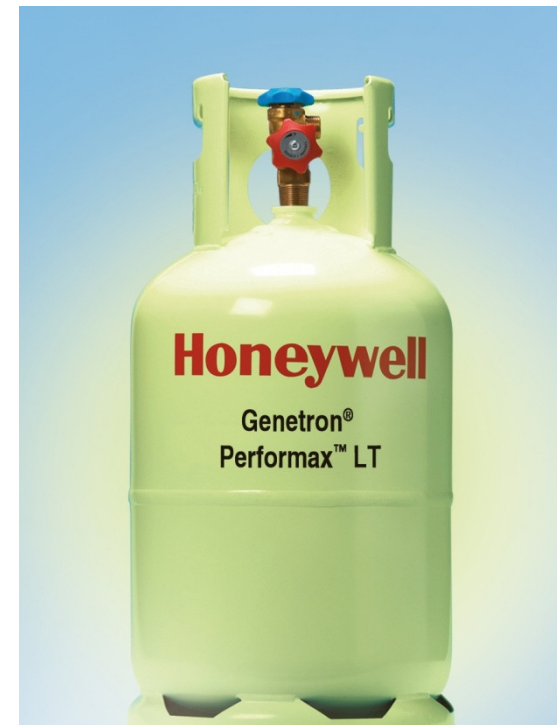
Refrigeration accounts for 50% of supermarket energy consumption. Efficient refrigerants will reduce the energy bill, and Carbon footprint.

Honeywell What is Genetron™ Performax LT?

Genetron® Performax™ LT is a ternary blend of HFC-32/HFC-125/HFC-134a. This product was developed to be used in low and medium-temperature commercial refrigeration applications, especially for retrofitting existing HCFC-22 and R-404A systems.

- ASHRAE R-407F
- A1 ASHRAE safety rating
- EPA SNAP approved
- Reach registered
- 100% Zero ozone depleting

**Blend of
R-32 / R-125 / R-134a
30% / 30% / 40%**



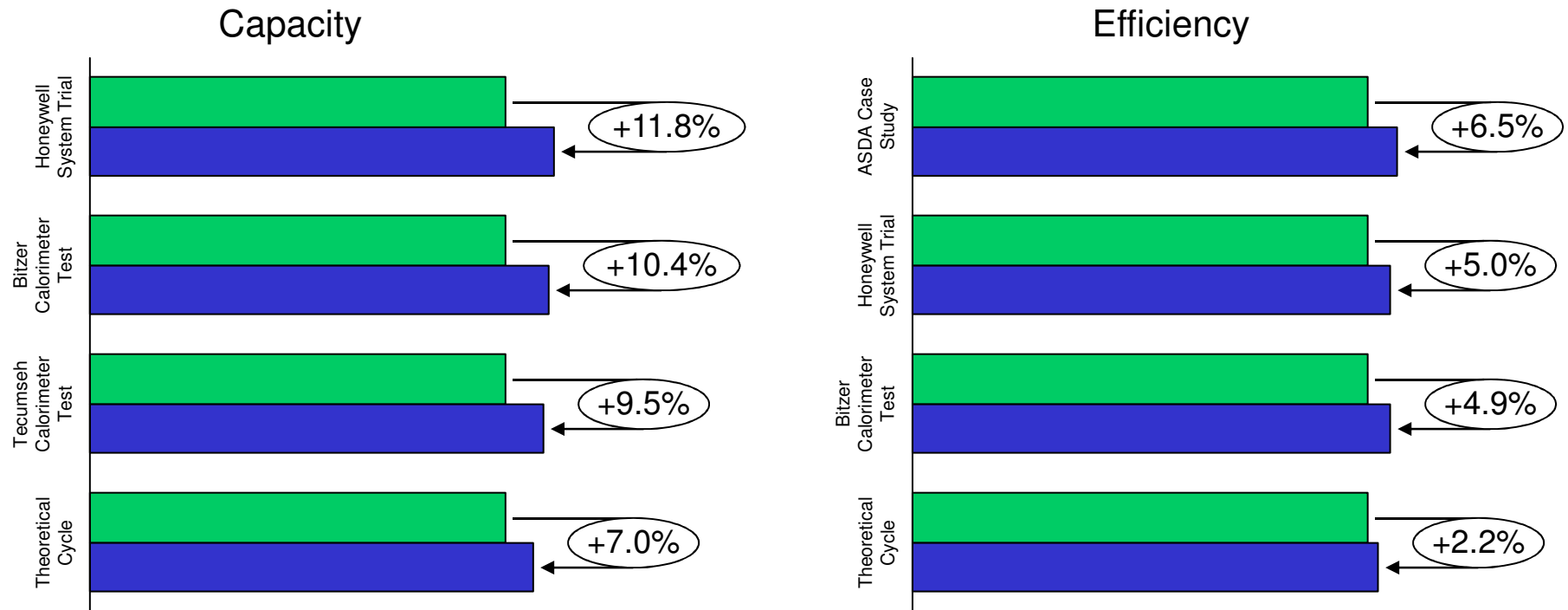
- Various alternatives exist to replace R404A and meet / exceed the proposed F-Gas Regulation

Type	Applied Cost	Safety	Retro-Fit	Performance	Tech Available
R404A	\$	☺	Base	Base	●
CO ₂	\$\$\$	☹	No	☑	◐
H/C	\$\$	☹	No	☑☑	◑
R134a	\$\$	☺	No	☑☑	●
R407A	\$+	☺	Yes	☑☑	◑
R407F	\$+	☺	Yes	☑☑☑	●

- Many factors to consider when making decision
- Not all are able to be used as new and retro-fit

Supermarkets need to consider many possible Solutions

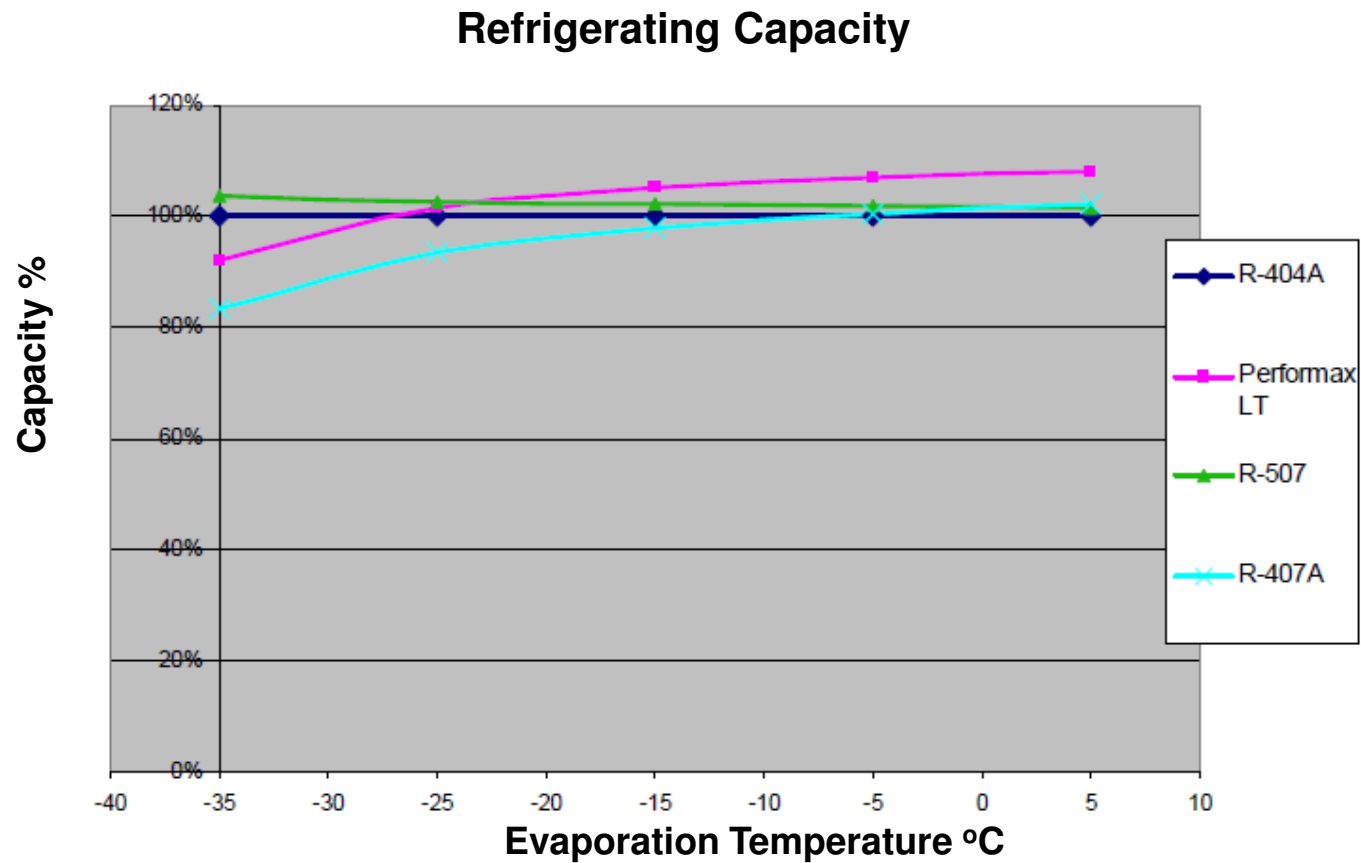
Honeywell Performance Comparison - R407A V R407F



- Med Temp (70%) & Low Temp (30%)
- Similar COP and Capacity results with other 3rd parties / Supermarkets trials
- Clear Benefits shown by R407F

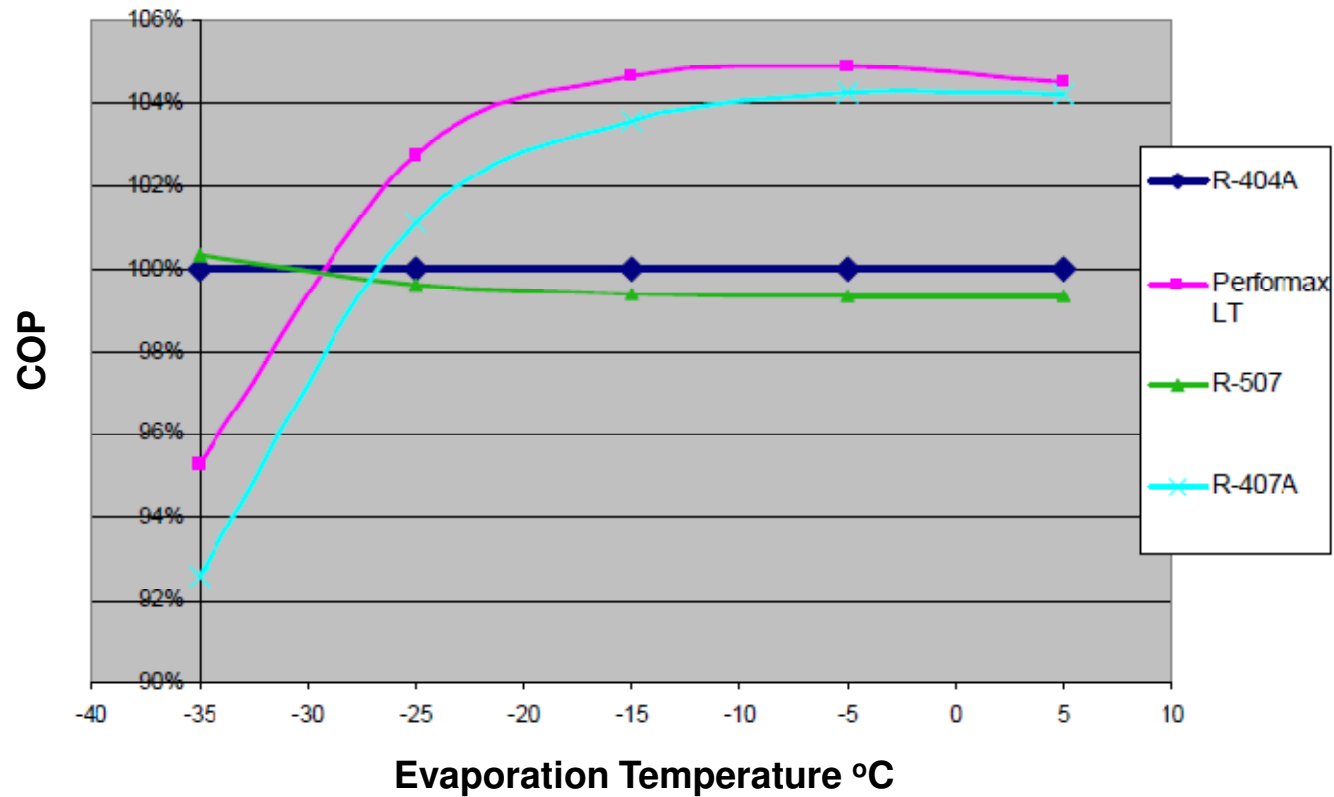
Consistent Performance Improvement with R407F

Refrigerant Comparison to R-404A



- Evaporation -35 to +5°C
- Condensation +40°C

Refrigerant Comparison to R-404A



- Evaporation -35 to +5°C
- Condensation +40°C

- A structured evaluation, involving a multi-disciplinary team.
- Initially Two identical 404A MT systems.
 - Similar Loads – Similar layout
- First R404A system converted to 407A(2009)
- Second R404A system converted to Performax-LT (2010)
- Base line and performance historical data available



ASDA WAL*MART

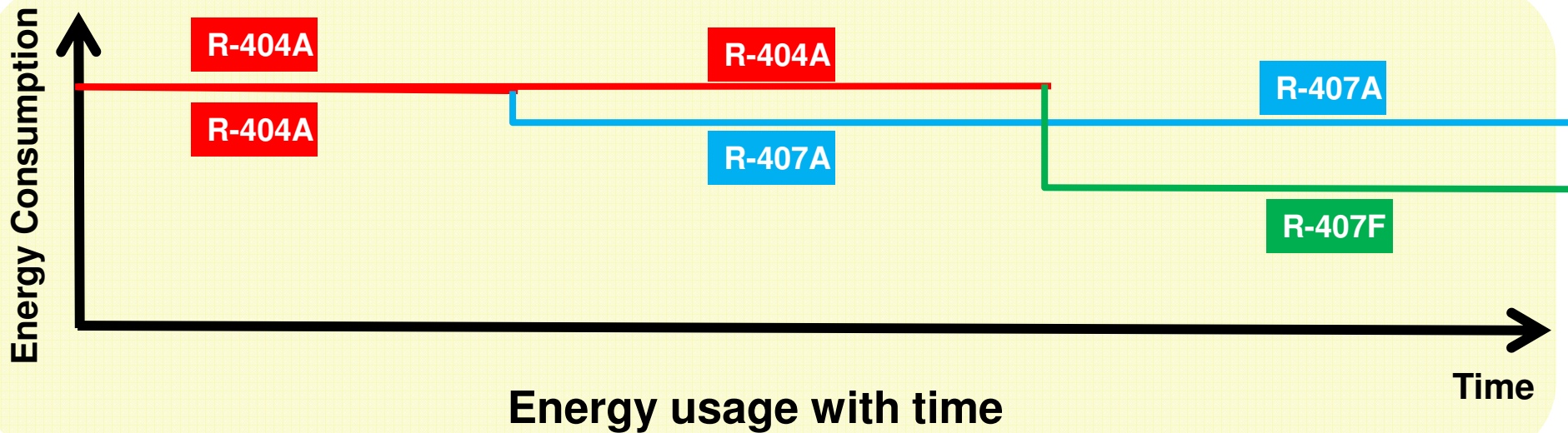
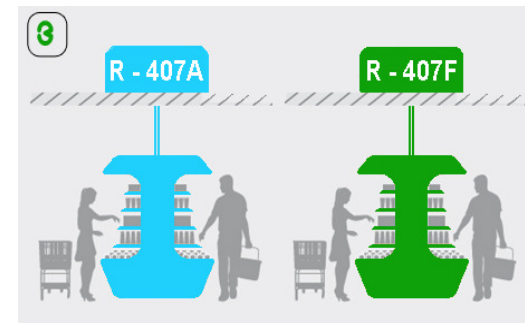
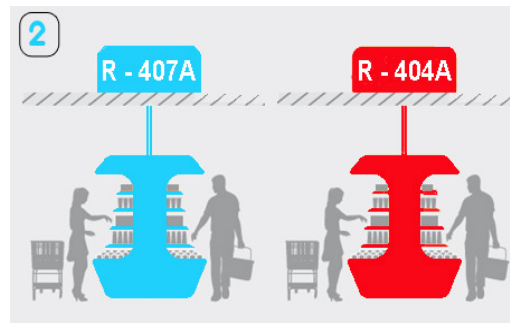
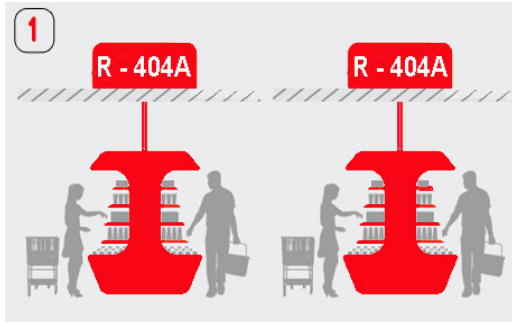


Copeland®

A-GAS®



Honeywell



15% lower Energy consumption for the MT R407F Pack.

4% lower Energy consumption for the LT R407F Pack.

Energy / TEWI Comparison on Supermarket

Energy & Cost savings calculated from ASDA 'real-life' comparison (4 x MT / 2 x LT Scroll Packs per Store)

R407F Annual Savings per Store over R407A

~9% reduced TEWI

€6,521 savings (energy)

Calculated R407F Annual Savings for Total Estate (500 stores)

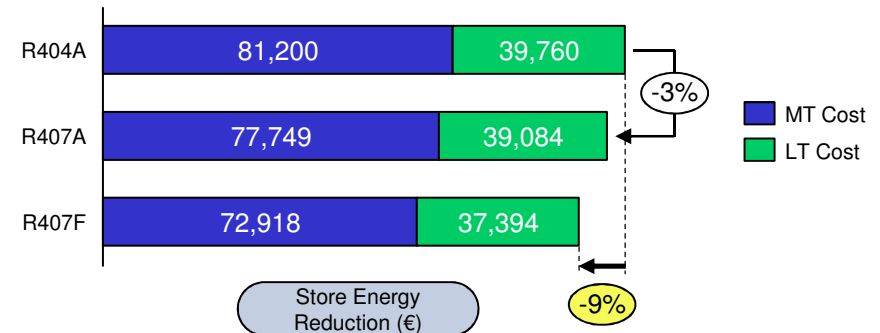
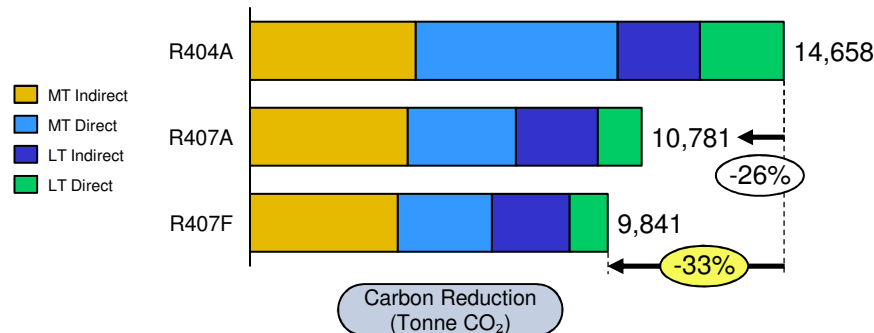
€3,260,600 (over R407A)

Significant Carbon and Energy savings found when introducing R407F (Performax™ LT)

	MT			LT		
	R404A	R407A	R407F	R404A	R407A	R407F
Refrigerant						
Refrigerant Charge	612	612	612	254	254	254
Refrigerant GWP	3922	2107	1824	3922	2107	1824
Average COP (%)	100.0%	105.0%	112.0%	100.0%	102.0%	107.0%
Average Capacity (%)	100.0%	103.5%	111.2%	100.0%	101.0%	111.0%
Annual Energy Consumption (kWh)	580,000	552,381	517,857	284,000	278,431	265,421
Annual Energy Cost (€)	81,200	77,749	72,918	39,760	39,084	37,394
Total Saving (%)	0.0%	-4.3%	-10.2%	0.0%	-1.7%	-6.0%
Annual Cost Savings per Store (€)	0	3451	8282	0	676	2366
TEWI						
Direct	5,520,607	2,965,813	2,567,462	2,291,232	1,230,909	1,065,581
Indirect	4,564,194	4,346,852	4,075,172	2,282,097	2,237,352	2,132,801
Total	10,084,801	7,312,665	6,642,634	4,573,329	3,468,262	3,198,381
TEWI (Tonne CO ₂)	10,085	7,313	6,643	4,573	3,468	3,198
Annual Operating Cost Saving / Store (€)	-	3,451	8,282	-	676	2,366
Annual Operating Cost Saving - Estate (€)	-	1,725,500	4,141,200	-	337,960	1,182,860
Annual Leakage Rate (%)		15%				
Recovery Efficiency (%)		0.95				
Total Estate (no. of Stores)		500				
System Operational Lifetime (Yrs)		15				
Energy Cost (€/kWh)		0.14				
CO ₂ Emission Factor (kg CO ₂ /kWh)		0.05246				

Total Annual Operating Cost Saving (€)	
Savings R407A (€)	2,063,460
Savings R407F (€)	5,324,060
Nett Diff / Store (€)	6,521
Nett Diff Estate (€)	3,260,600
Diff (%)	61.2%

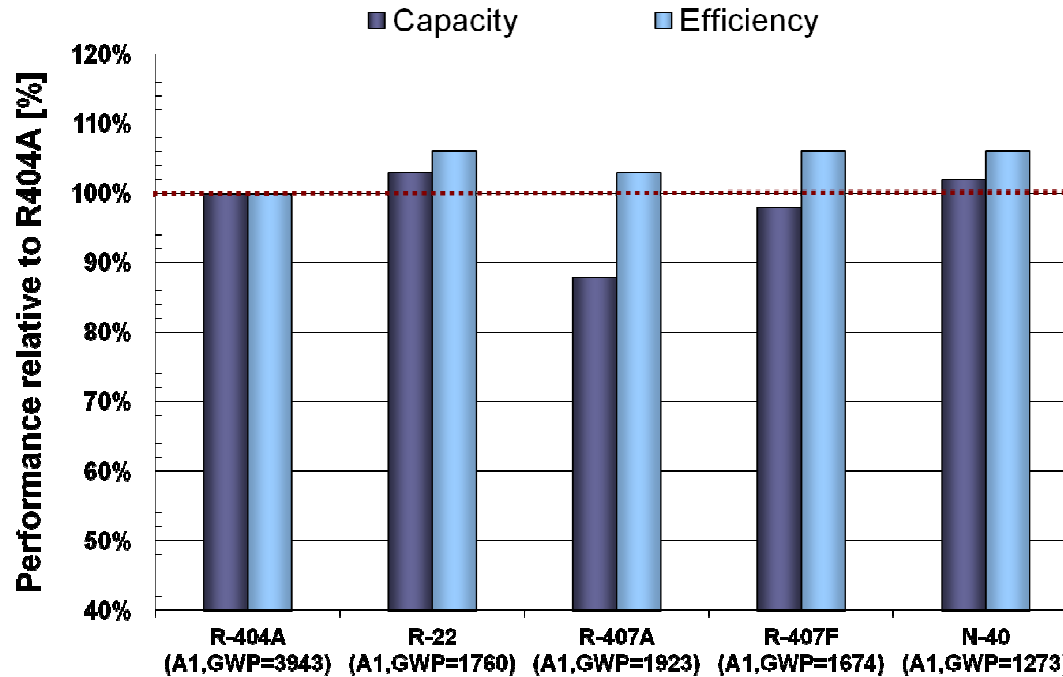
Based On: ASDA UK recorded data from field trial



Environmental & Operational savings justify Investment

Laborvergleich – Tiefkühlung

-26°C Kühlstelle
35°C Umgebung



➤ Leistung:

- N40 und R407F kommen der Kapazität des R404A gleich, jedoch mit einer um 6% höheren Effizienz.
- Beide haben eine mit R22 vergleichbare Leistung und eine um 4% höhere Effizienz als R407A

➤ Expansionsventil-Anpassung:

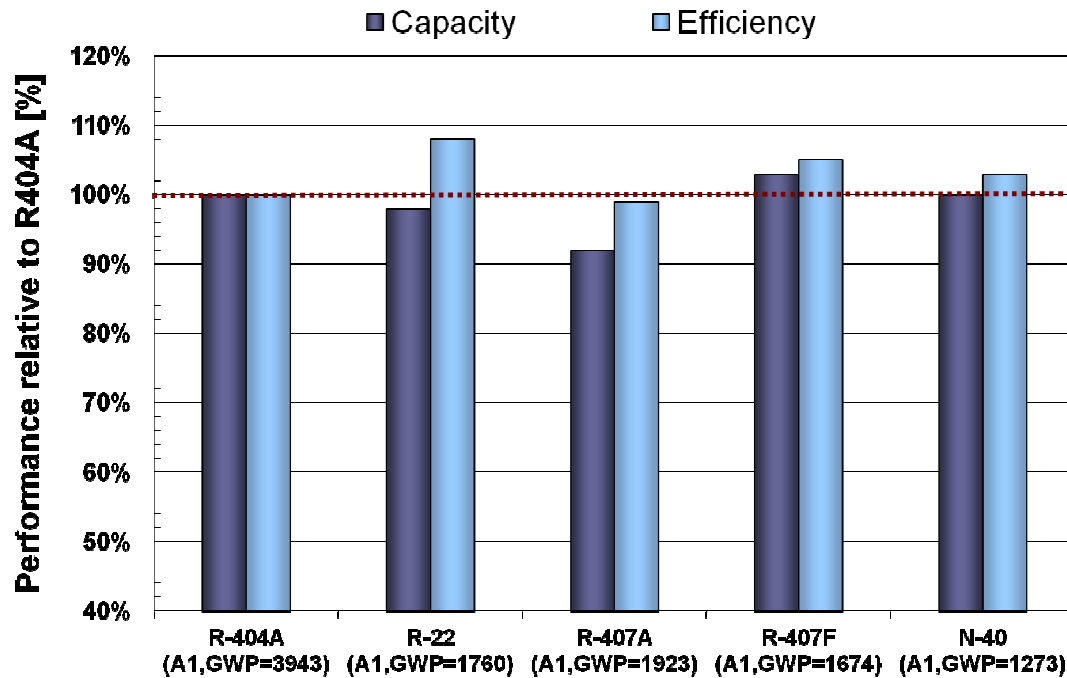
- R404A Ventil: N40 erscheint besser zu sein, braucht weniger Anpassung als R407F oder R407A
- R22 Ventil: N40 und R407F brauchen keine Anpassung

➤ Verdichtungsendtemperatur:

- R407F braucht evtl. Maßnahmen wie Flüssigeinspritzung oder Kopflüfter. Nicht erforderlich für N40.

Laborvergleich – Normalkühlung

2°C Kühlstelle
35°C Umgebung



➤ Leistung:

- N40 und R407F haben eine um etwa 3-5% höhere Effizienz als R404A, 4-6% besser als R407A.
- Beide haben eine um 3-5% niedrigere Effizienz als R22(wie erwartet).

➤ Expansionsventil-Anpassung:

- R404A Ventil: Bei beiden, N40 und R407F, muss das Ventil um etwa 2 Umdrehungen geschlossen werden. Bei R407A sind es 3 Umdrehungen.
- R22 Ventil: Für N40 und R407F bedarf es keiner Anpassung. Bei R407A nur geringe Anpassungen.

Honeywell Fractionation of Blends during Leak Events

			System ON	System ON	System OFF
Performax LT	Description	Start	Vapor leak at discharge line	Two-phase leak in the middle of the condenser	Slow Vapor leak in the middle of the condenser
	Time (hours)	0	26.7	22.1	20.3
	Charge (%)	100%	82%	78%	79%
Composition	R32	30.0%	same	28.3%	29.2%
	R125	30.0%	same	28.0%	29.8%
	R134a	40.0%	same	43.7%	41.1%
Performance before top-off	Capacity	100%	100%	96%	99%
	COP	100%	100%	100%	100%
Performance after top-off	Capacity (%)	N/A	100%	97%	99%
	COP (%)	N/A	100%	100%	100%

- There were no changes in composition during vapor leaks at the discharge line
- Leaks in the middle of the condenser with system ON or OFF caused minor changes in composition, mostly within typical refrigerant tolerances ($\pm 2\%$)
- Performance decreased less than 5% due to the fractionation
- If the charge is topped-off, composition and performance get even closer to original values



4GE-23Y

Op. Frequency: 50 Hz

MT conditions

$t_o = -10^\circ\text{C}$
$t_c = 45^\circ\text{C}$
$\Delta t_{oh} = 10\text{ K}$
$\Delta t_{uc} = 0\text{ K}$

Refrigerant(i)	R404A	R407A	R407F
Evaporator capacity [kW]	41,053	39,281	42,994
Power input [kW]	20,131	17,404	18,281
COPo [-]	2,039	2,257	2,352
COPo_R(i)/COPo_R404A [%]	100,0%	110,7%	115,4%

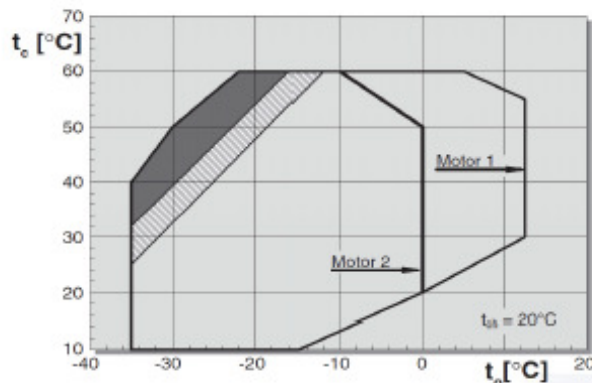
LT conditions

$t_o = -35^\circ\text{C}$
$t_c = 40^\circ\text{C}$
$\Delta t_{oh} = 10\text{ K}$
$\Delta t_{uc} = 0\text{ K}$

Refrigerant(i)	R404A	R407A	R407F
Evaporator capacity [kW]	12,622	9,974	11,218
Power input [kW]	10,34	8,199	8,671
COPo [-]	1,221	1,217	1,294
COPo_R(i)/COPo_R404A [%]	100,0%	99,7%	106,0%

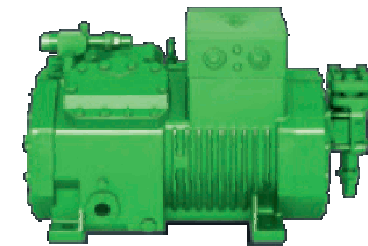
- Bitzer confirms capacity and COP benefits of R407F at MT & LT conditions
- Best replacement (COP / Capacity) for R22, R404A & R507A
- Announce full qualification on Semi-Hermetic and Screw products

R407F 4VES-7Y .. 6FE-50Y ③ ④



- t_o Evaporating temperature ($^\circ\text{C}$)
- t_{oh} Suction gas temperature ($^\circ\text{C}$)
- Δt_{oh} Suction gas superheat (K)
- t_c Condensing temperature ($^\circ\text{C}$)
- Additional cooling or max. 0°C suction gas temperature
- Additional cooling or limited suction gas temperature according to $<20\text{ K}$ suction gas superheat

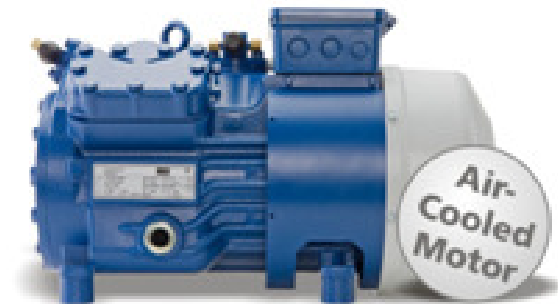
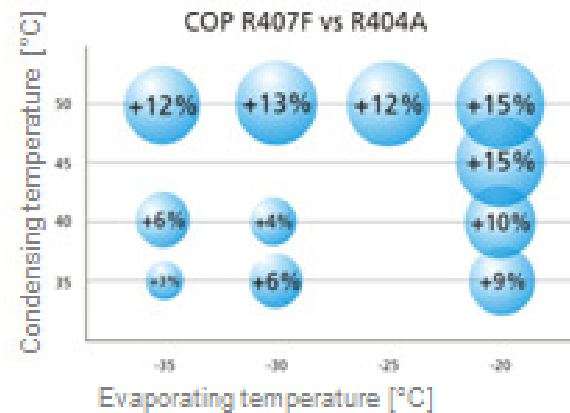
- ③ Evaporating and condensing temperatures are based on dew point conditions (saturated vapour)
- ④ Lower evaporating temperatures are possible with **CAC** operation. Selection upon request.



Honeywell GEA Bock Calorimeter Test - R404A V R407F

- GEA Bock confirms positive test results with R407F
- Savings measured on Low Temperature applications between 5 to 15% COP improvement
- Announce full qualification on Semi-Hermetic

High efficiency with Bock HA compressors



Low GWP R407F & GEA Bock Compressors



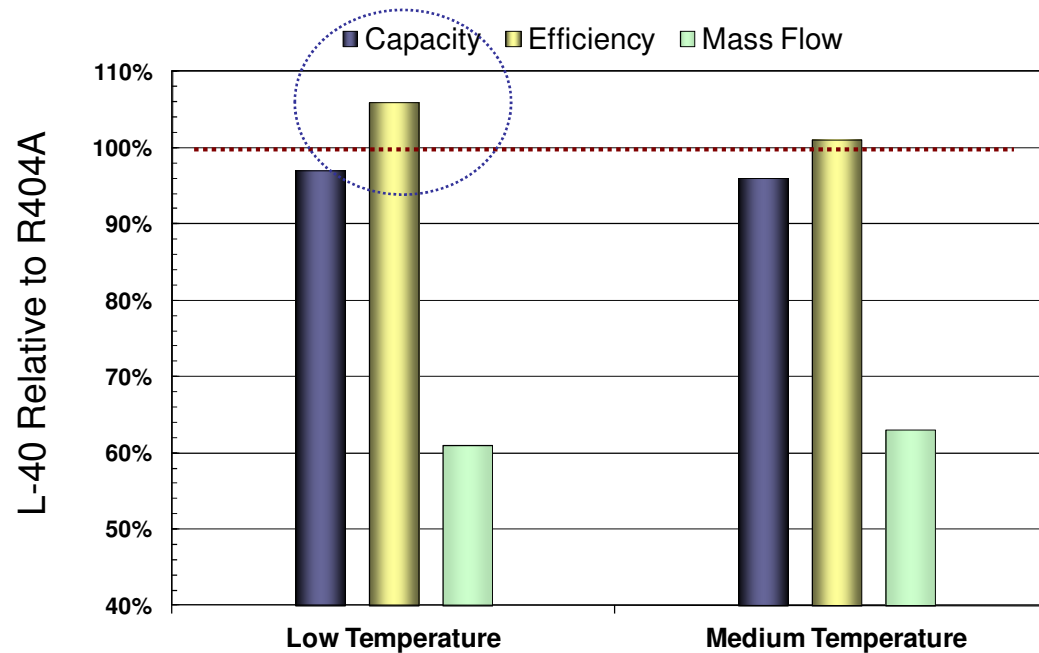
Low temperature refrigeration:
R407F in combination
with the air-cooled Bock HA series offers a energy
saving potential of around 5 to 15% compared to
R404A systems!

†R407F

GEA Refrigeration Technologies

GEA Refrigeration Technologies has released Bock HG and HA compressors for R407F applications.

Laborvergleich L40 (GWP=283, gering brennbar A2L)



- **Wurde für Systeme entwickelt, in denen gering brennbare Kältemittel eingesetzt werden können:**
 - Zur Kühlung eines Wärmeträgerfluids wie CO₂
 - Für kleine und mittlere Kälteanlagen bei denen angepasste Standards (wie z.B. prEN378) ausreichende Füllmengen von A2L Kältemitteln erlauben.
 - Hermetisch geschlossene Kälteanlagen.
- **Es bietet eine GWP-Reduktion von 90% gegenüber R404A und eine bessere Effizienz.**

Zusammenfassung und Fazit

- Honeywell hat eine ganze Familie von Kältemitteln mit niedrigem GWP entwickelt, um die heute gängigen Stoffe im Bereich der Klimatisierung und Kühlung zu ersetzen.
- Solstice L-20 bietet einen niedrigen GWP zusammen mit einer überlegenen Leistung in heißen Klimazonen.
- Der neueste R-410A-Ersatz, L-41, bietet neben einem niedrigen GWP eine mit R-410A und R-32 vergleichbare Leistung ohne das Problem der hohen Verdichtungsendtemperatur oder der Mischungslücke bei herkömmlichen Schmierstoffen mit R-32.
- N-40 und L-40 sind vielversprechende, energieeffiziente Ersatzkältemittel für R-404A mit niedrigem GWP.
- Die Umrüstung einer existierenden Anlage mit R-404A/R-507 auf Performax LT (R407F) ergibt eine bedeutende Reduktion der direkten Umweltbelastung (~50%) und zusätzlich beträchtliche Energieeinsparungen während des Betriebes.
- Wir arbeiten weiterhin eng mit Industriepartnern an der Evaluierung dieser Produkte in einer Vielzahl von Anwendungen.

Vielen Dank!!!

Fragen?

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.

Full Performance Overview

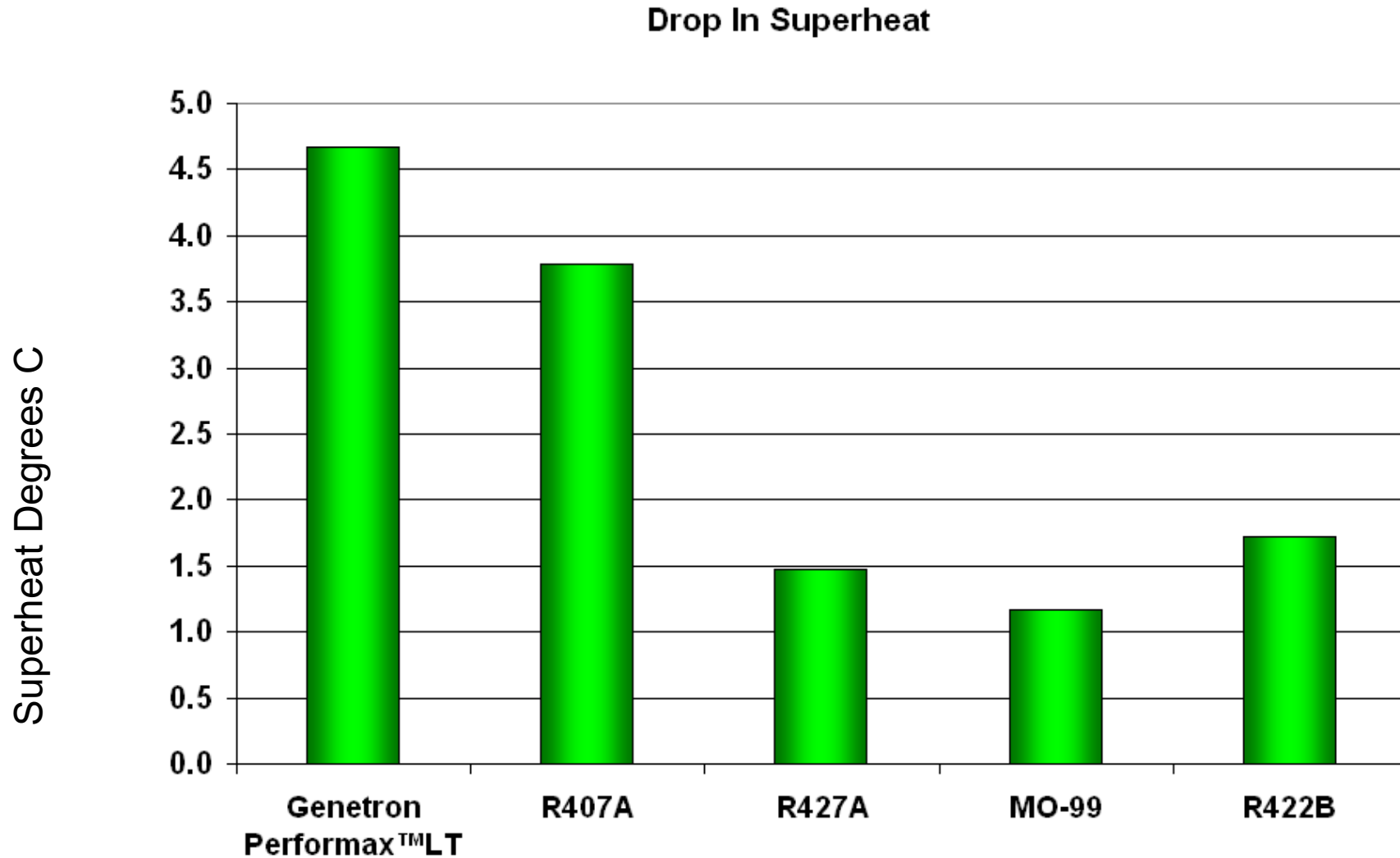


ASHRAE No.	Application	Trade Names	Capacity Relative to R22 *	Mass Flow Rel to R22*	Efficiency (COP) Rel. to R22	GWP	TXV Change* or adjustment
R407A	Low	Klea 60	95%	105%	93%	2107	yes
	Medium		103%	112%	96%		
R407C	Low	Klea 66,Suva 9000	91%	92%	95%	1774	Yes
	Medium	Genetron 407C	99%	99%	97%		
R407F	Low	Genetron Performax LT	101%	102%	94%	1824	No
	Med		107%	110%	96%		
R421A	Low	Choice-R421A	74%	109%	89%	2631	Yes
	Medium		84%	117%	94%		
R-422A	Low	ISCEON 79, MO79	89%	160%	82%	3143	Yes
	Medium		98%	163%	89%		
R-422B	Low	NU-22B	75%	108%	88%	2526	Yes
	Medium		85%	116%	94%		
R-422C	Low	One Shot	87%	152%	83%	3085	Yes
	Medium		97%	157%	90%		
R-422D	Low	ISCEON 29, MO29	79%	123%	86%	2729	Yes
	Medium	Genetron 422D	89%	129%	92%		
R-424A	Low	RS44	72%	102%	89%	2440	Yes
	Medium		82%	109%	95%		
R427A	Low	FX100	86%	94%	94%	2138	Yes
	Medium		94%	100%	97%		
R428A	Low	RS-52	97%	170%	81%	3606	Yes
	Medium		104%	170%	88%		
404A	Low	Genetron 404A	95%	142%	85%	3922	Yes
	Medium		102%	143%	91%		
R434A	Low	RS45	87%	137%	85%	3245	Yes
	Medium		96%	141%	91%		
R507A	Low	AZ50	97%	150%	85%	3985	Yes
	Medium		103%	150%	90%		
R438A	Low	MO99	81%	100%	94%	2264	Yes
	Medium		90%	107%	96%		

Full Disclosure: Low and medium temperature thermodynamic analysis using:
-29C suction temperature, 5.5 degrees of superheat and 41C condensing temperature.
-7C suction temperature, 5.5 degrees superheat and 41C condensing temperature.

Key Performance Comparison - Superheat

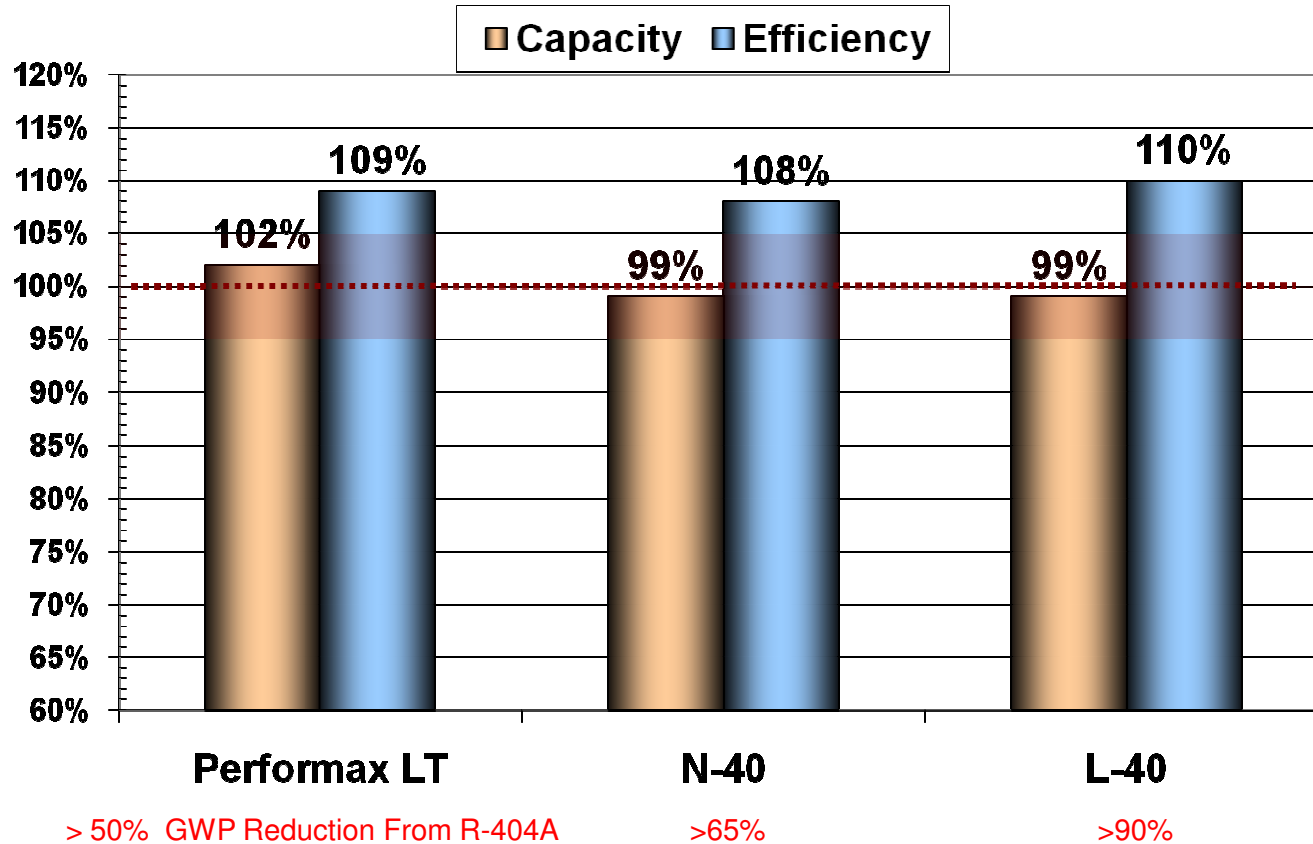
Honeywell



safeguarding compressors and ensuring full use of refrigerating capacity

R-404A Replacement

Honeywell



Supermarket/Deli Cases (MT)



Supermarket Freezer Cases (LT)

All options offer significantly improved efficiency & GWP reduction compared to R-404A