

# HERAUSFORDERUNGEN FÜR EINEN KÄLTEMITTELVERDICHTER-HERSTELLER

Quo Vadis, BITZER Rottenburg, 2019-09-10  
Heinz Jürgensen



DAS HERZ DER FRISCHE

## Herausforderungen aus Sicht eines Kältemittelverdichter-Herstellers

// Kältemittel

// Beispiele

// Was passiert, wenn ein neues Kältemittel auftaucht?

- Zu untersuchen
- Mitzuteilen

// Schlussfolgerungen

# KÄLTEMITTEL

Etwas Grundlagen



# GRUNDLEGENDE AUFGABEN KÄLTEMITTEL

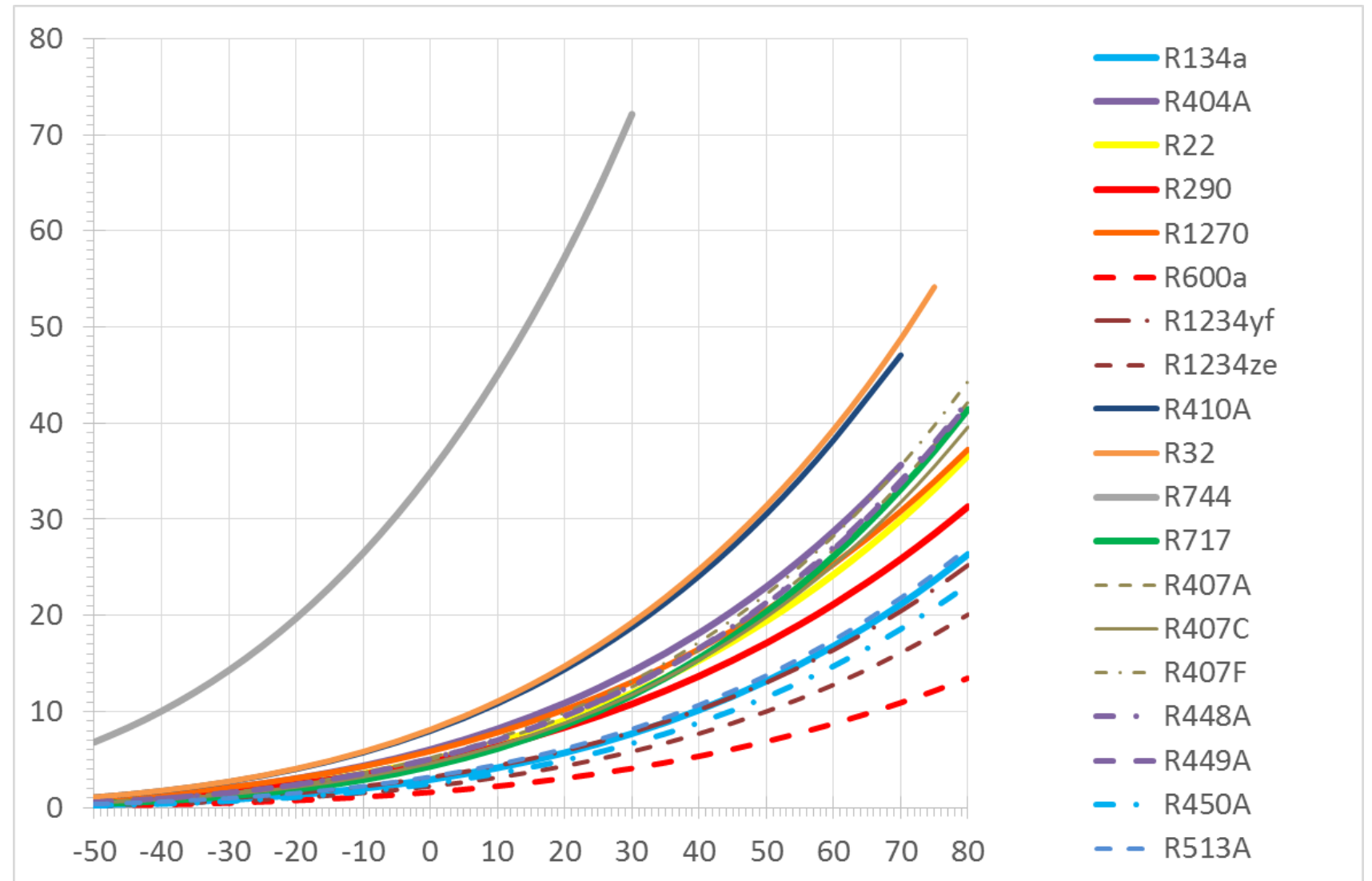


- // Das Arbeitsmedium, das die Wärme im Kältemittelkreislauf transportiert
  - Nimmt Wärme bei niedriger Temperatur auf
  - Gibt Wärme bei hoher Temperatur ab
  - Gefördert vom Verdichter
- // Gegen den natürlichen Wärmestrom

# KÄLTEMITTEL DAMPFDRUCK



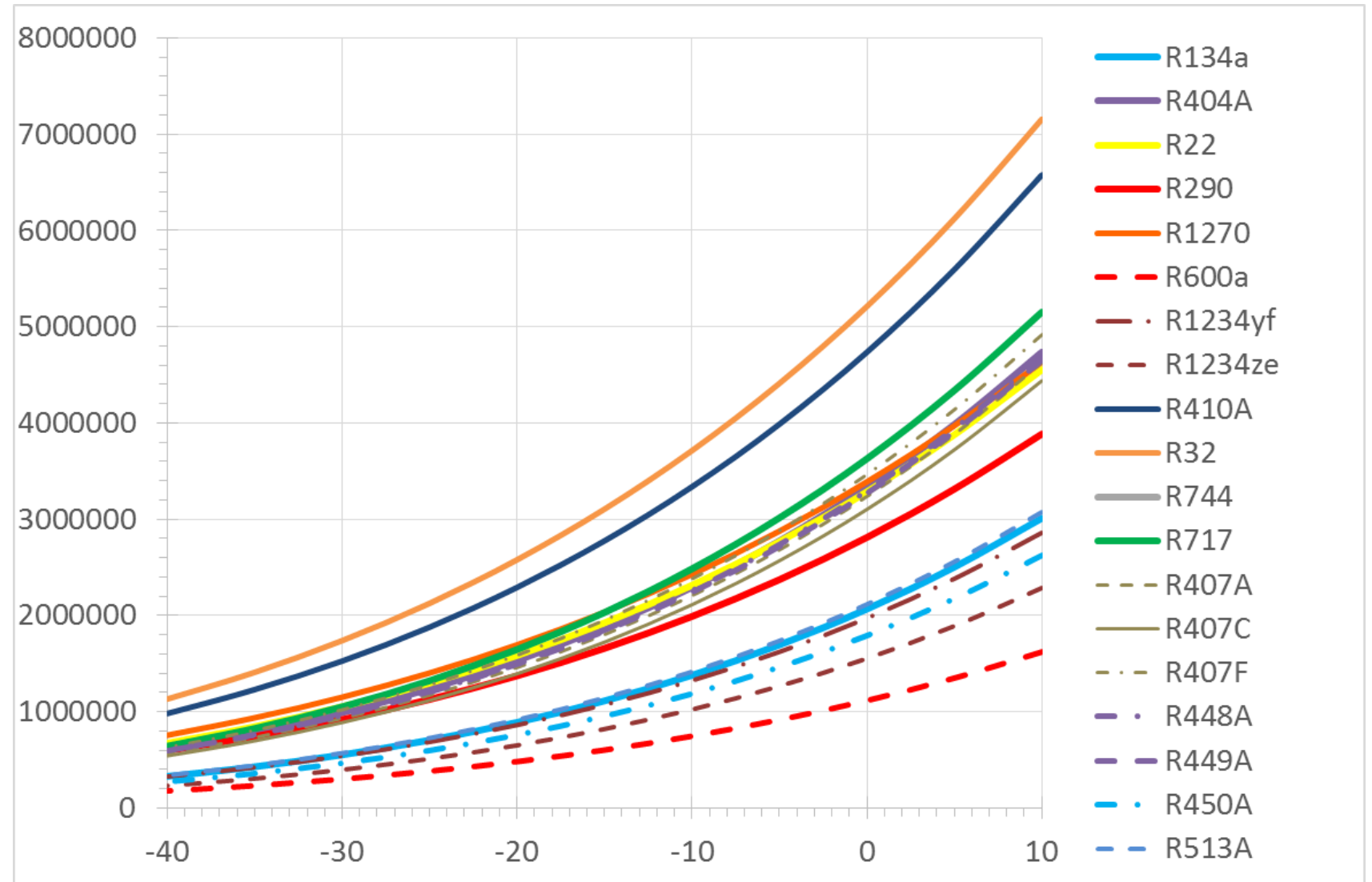
Druck  
in bar  
über  
Sättigungstemperatur  
in °C



# KÄLTEMITTEL VOLUMETRISCHE KÄLTELEISTUNG



Volumetrische Leistung  
in  $\text{J}/\text{m}^3$   
über  
Verdampfungstemperatur  
in  $^{\circ}\text{C}$   
bei  
40  $^{\circ}\text{C}$  Verflüssigung  
10 K Überhitzung

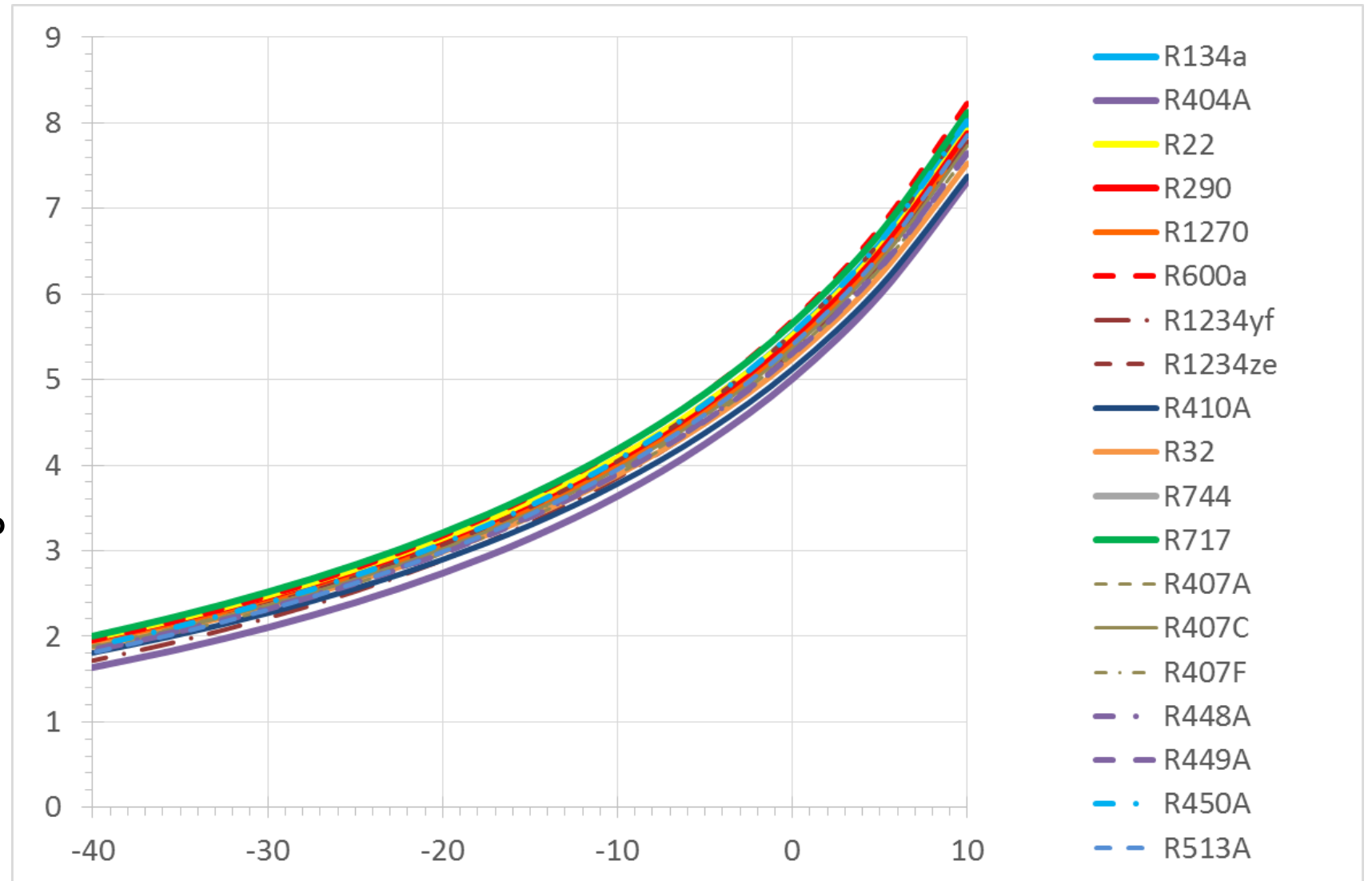


# KÄLTELEISTUNGSZAHL

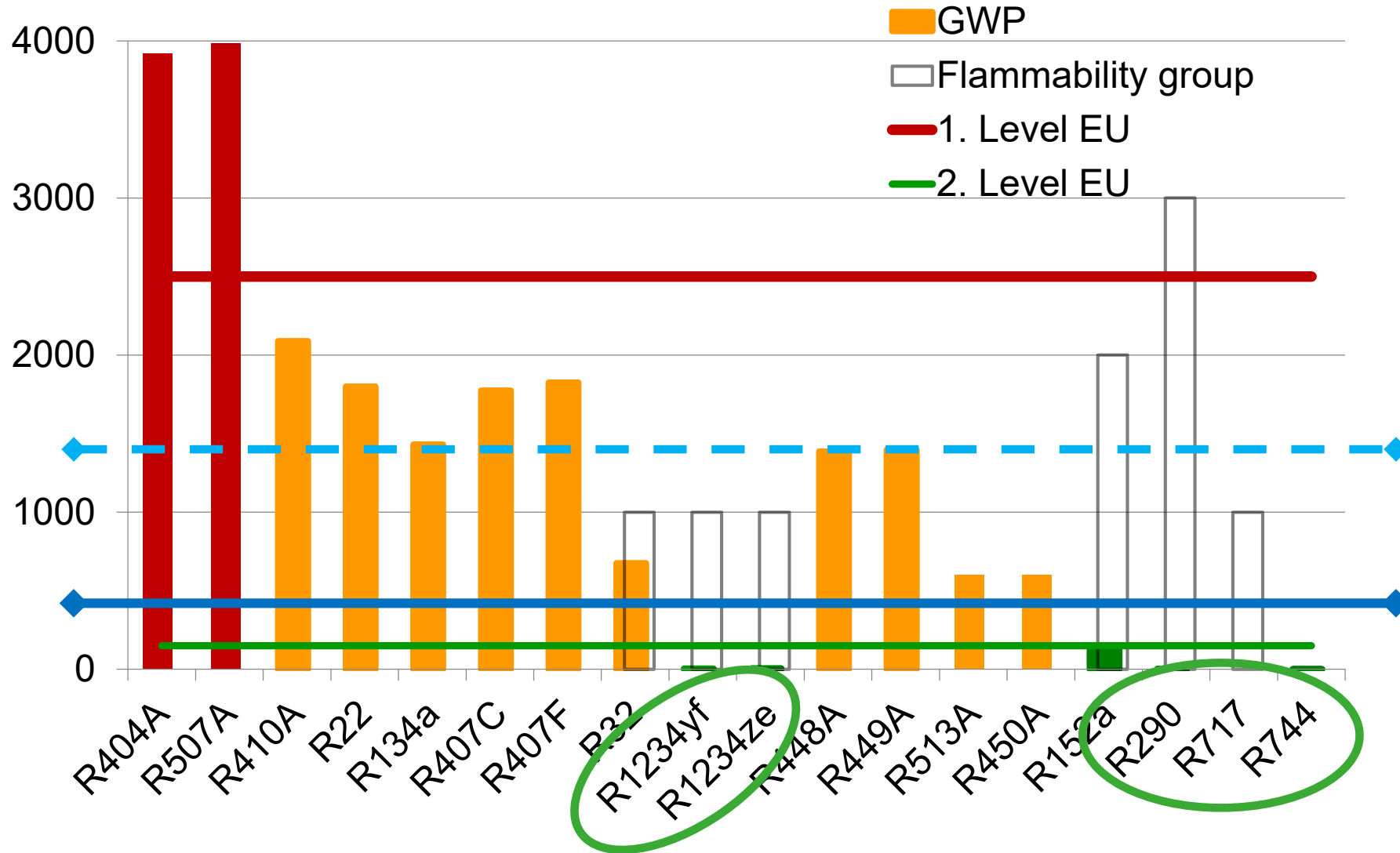


COP  
über  
Verdampfungstemperatur  
in °C  
bei  
40 °C Verflüssigung  
10 K Überhitzung

$$\text{COP} = Q/P \Rightarrow P = Q/\text{COP}$$



# AUSWAHL KÄLTEMITTEL MIT IHREM GWP





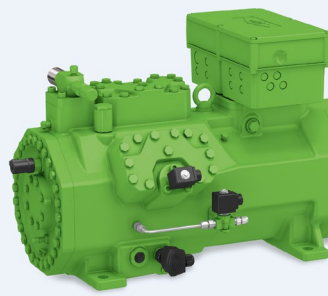
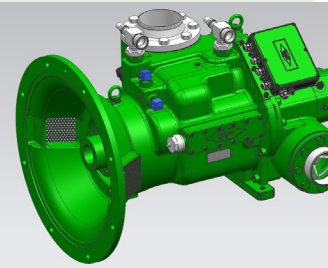
## BEISPIELE

Entwickelte Verdichter



# FÜR SPEZIFISCHE KÄLTEMITTEL ENTWICKELTE VERDICHTER



Kältemittel	Druck	Volumetr. Leistung	Druckgas temperatur	Materialien	Schmierung	anderes
R744 Kohlendioxid CO <sub>2</sub>	Sehr hoch Gehäuse + Kurbeltrieb neu	Sehr hoch andere Motoren pro Hubvolumen	Hoch begrenzte Anwendung	Spezifische Elastomere	Höhere Viskosität POE/PAG	
R410A R32	Hoch Gehäuse neu	Hoch andere Motoren	Hoch begrenzte Anwendung			
R717 Ammoniak NH <sub>3</sub>			Hoch begrenzte Anwendung	Kein Cu – kein Motor innen	Nicht lösliches Öl	
R290 Propan R1270 Propylen				Spezifische Elastomere	Anderes Öl geänderte Schmierung	Untersu- chung Zündquellen

## WAS, WENN EIN NEUES KÄLTEMITTEL AUFTAUCHT ?

Meist Gemisch aus mehreren Komponenten

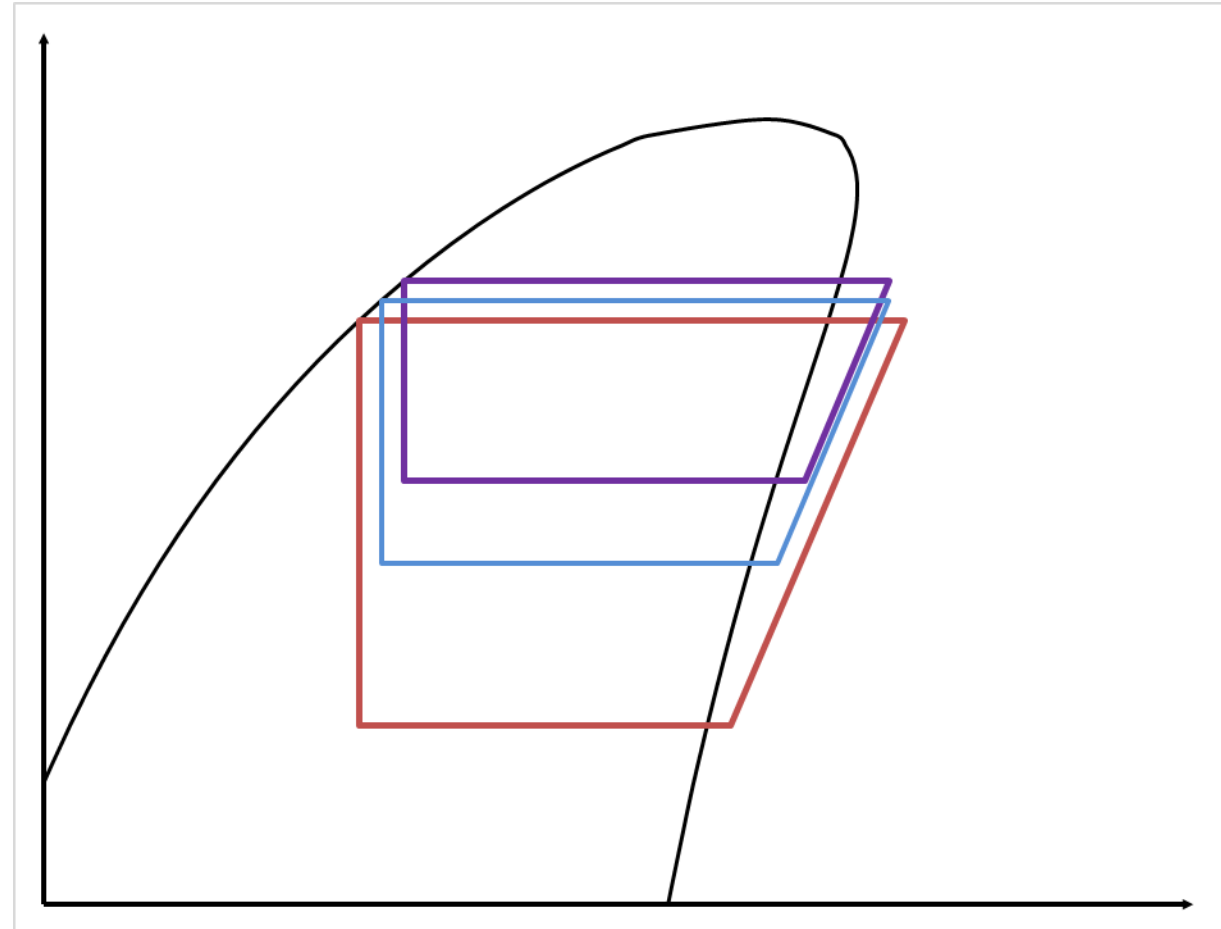


## Kaltdampftkompressionsanlagen

// Energieeffizient

// Brauchen passende Kältemittel

- Thermodynamik
  - Verdampfung
  - moderate Drücke
  - ...
- Materialkompatibilität
  - Incl Schmierung
- Kosten und Verfügbarkeit
- Umweltfreundlich



## Neue Kältemittelgemische

// Meist kein Problem, wenn

- Bekannte Komponenten enthalten
  - Inclusive ungesättigter HFKW (HFO)
  - Siehe auch A-520-2

// Problem, wenn

- Ungewöhnliche / ungeprüfte Komponenten enthalten
  - R13 I1 in R466A
  - VDF in R468A

Typ	Kältemittel	GWP	Gruppe	Material/Öl
HFKW	R32	675	A2L	bekannt
	R125	3500	A1	bekannt
	R134a	1430	A1	bekannt
	R143a	4470	A2	bekannt
	R152a	124	A2	bekannt
	R227ea	3220	A1	bekannt
HFKW ungesättigt	R1234yf	4	A2L	bekannt
	R1234ze(E)	6	A2L	bekannt
KW	R290	3	A3	bekannt
	R600	3	A3	bekannt
	R600a	3	A3	bekannt
	R1270	2	A3	bekannt
CO <sub>2</sub>	R744	1	A1	bekannt
Neu	R13 I1	0,4	A1	???
	R1132a (VDF)	?	A2	???

## Kinematische Viskosität und Dampfdruck: RENISO TRITON SEZ 32 und R32

### Verdrängerverdichter

// Arbeiten meist mit mischbarem Öl-Kältemittel-System

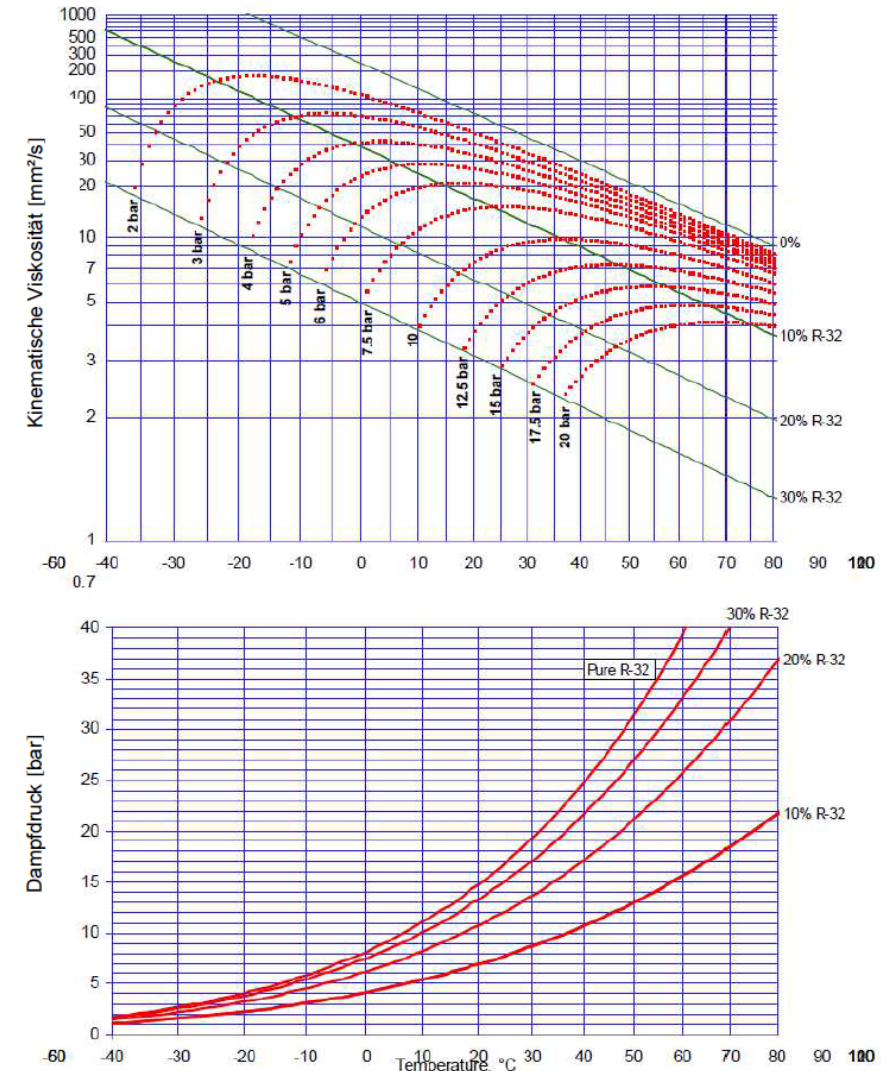
– Kältemittel im Öl senkt Viskosität

- Passendes Öl finden
- Anlage muss korrekt ausgelegt und betrieben werden
  - Korrekte Menge und Viskosität erhalten
  - Ölrückführung
  - Ausreichend Überhitzung
  - ...

– Kann anders sein

- R717 nicht mischbares System
  - Sehr gute Ölabscheidung notwendig

// Oft Verdichter-Zuverlässigkeitsprüfung notwendig



Sämtliche Prozentangaben stellen Massenanteile Kältemittel im Kältemittel/Öl-Gemisch dar

## Standard Öl-Kältemittel-Stabilitätstest

### // Sealed glass tube

- Öl und Kältemittel
- Verschiedene Metallstreifen
- 2 Wochen bei hoher Temperatur
- Analyse des Öls
- Untersuchung der Metallstreifen

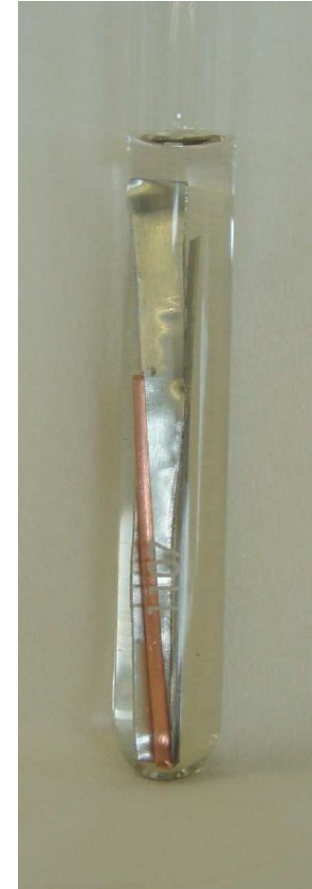


Abb: Fuchs Europe 2014



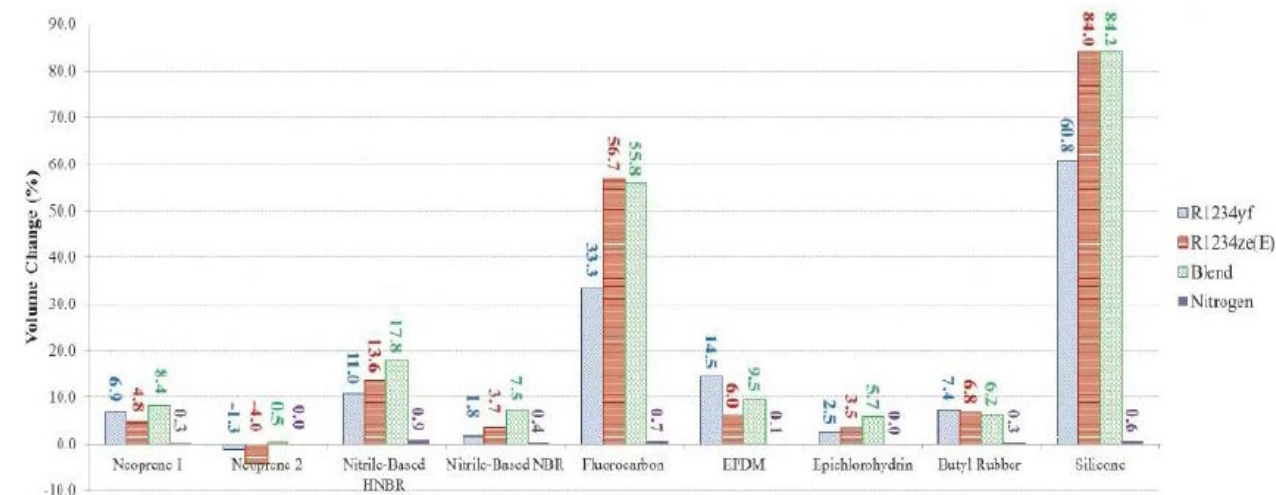
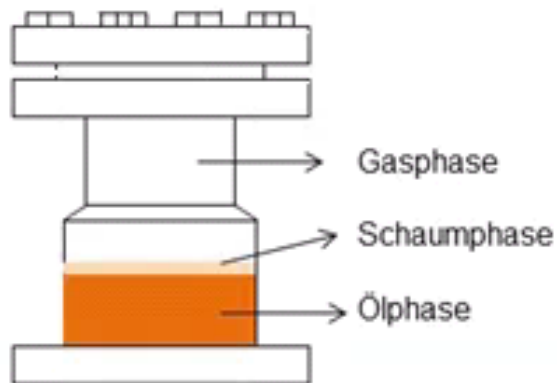
Verschiedene Bereiche mit Öl-Kältemittelgemischen

// Motor elektrische Isolation

- Stabilität z.B. UL motorette test
  - Langzeitstabilität der Isolation bei hoher Temperatur

// Elastomerdichtungen und andere Kunststoffteile

- Geometrie und Festigkeit
  - Quellen oder Schrumpfen
  - Härte und Festigkeit
  - Externe Quellen



**Volumenänderung von Elastomeren mit R1234yf/ze**

Auszug: "Material compatibility of HVACR system materials with low GWP refrigerants";



Brauchen wir ATEX Verdichter

// Hoffentlich nicht

- Vermeide ATEX, wenn möglich
  - Vermeide Betrieb in entflammbarer Atmosphäre
    - Z.B. abschalten bei Leckage
      - Braucht Gassensor

// Verdichter, Druckbehälter, ...

- Risikobewertung erweitert für brennbare Kältemittel
- Untersucht auf Zündquellen (extra)
  - Abhängig von Einstufung Brennbarkeit A3, A2L
    - A2L: Keine Zündquellen im normalen Betrieb ohne Fehler
      - Incl Frequenzumrichter, IQ MODULE, Schutzgerät
    - A3: Schutzgerät usw im Schaltschrank unterbringen

## Neues Kältemittel bzw Kältemittelgemisch

### // Verfügbare Verdichtermodelle

- Passender Motor
- Einsatzgrenzen
- Notwendiger Öltyp und Viskosität
  - Möglicherweise abhängig von max Verdampfungs- und Verflüssigungstemperatur

### // Kompatibilität älterer oder vorhandener Verdichtermodelle

### // Sicherheitsinformation

- Information über Restrisiken in Betriebsanleitung
  - Inclusive Brennbarkeit bilaterales “Agreement” für A3, R744

### // Anwendungsleitfäden

- Überhitzung
- Öltemperatur
- ...

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Zu Herausforderungen für Kältemittelverdichter-Hersteller



## Neue Kältemittel bzw Kältemittelgemische

- // Unbekannte / ungeprüfte Inhaltsstoffe bedeuten viel Aufwand
  - Materialkompatibilität
  - Schmierung, Zuverlässigkeit usw
- // Gemische bekannter Inhaltsstoffe können leichter bewertet werden
  - Siehe auch A-520-2
  
- // Brennbarkeit
  - Für viele Bauteile schon untersucht
    - A2L: kann für vieles eingesetzt werden
    - A3: kann mit spezifischen Verdichtern eingesetzt werden
      - Nicht notwendigerweise ATEX
  - Restrisiken-Information wichtig



DAS HERZ DER FRISCHE