

# Wussten Sie schon?

## Leistungsänderung von Einspritz- und Magnetventilen bei der Umstellung von Anlagen auf HFO und HFO-Gemische

Bei der Umstellung auf HFO/ HFO-Gemische, ist es nicht allein mit dem Wechseln vom Kältemittel getan. Neben einem Temperaturgleit kann es auch erhebliche Leistungsänderungen bei Einspritz- und Magnetventilen geben. Dies ist besonders bei leistungsgeregelten und mehrstufigen Verdichtern sowie Verbundanlagen zu beachten.

Bei einer Umrüstung von R404A auf R448A/ R449A muss mit einer Leistungserhöhung von bis +55% gerechnet werden. Aber auch Leistungsreduzierungen der Ventile sind möglich, wenn Systeme von R134a auf die Kältemittel R450A, R513A oder R1234ze umgerüstet werden. Dies erfordert häufig einen Austausch der Düse oder des Ventils. In der unteren Tabelle wird die Leistungsänderung von thermostatischen Einspritzventilen und Magnetventilen in unterschiedlichen Betriebspunkten dargestellt.

| Kältemittel-<br>umstellung   | Verflüssigungstemperatur °C |      |      |      |      |       |      |      |     |      |       |      |      |      |      |
|--|-----------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|------|-------|------|------|------|------|
|  | 30 °C                       |      |      |      |      | 40 °C |      |      |     |      | 50 °C |      |      |      |      |
|  | Verdampfungstemperatur °C   |      |      |      |      |       |      |      |     |      |       |      |      |      |      |
|  | -40                         | -30  | -20  | -10  | 0    | -40   | -30  | -20  | -10 | 0    | -40   | -30  | -20  | -10  | 0    |
| Leistungsänderungen von Expansions- und Magnetventilen bei einer Kältemittelumstellung |                             |      |      |      |      |       |      |      |     |      |       |      |      |      |      |
| R404A > R448A  | 42%                         | 41%  | 40%  | 40%  | 41%  | 50%   | 47%  | 45%  | 44% | 43%  | 63%   | 58%  | 55%  | 52%  | 50%  |
| R404A > R449A  | 38%                         | 37%  | 36%  | 36%  | 38%  | 45%   | 43%  | 41%  | 40% | 40%  | 57%   | 53%  | 50%  | 48%  | 46%  |
| R404A > R452A  | 5%                          | 5%   | 5%   | 7%   | 8%   | 6%    | 6%   | 6%   | 7%  | 8%   | 7%    | 7%   | 7%   | 8%   | 8%   |
| R134a > R450A  | -                           | -14% | -13% | -12% | -12% | -     | -14% | -13% | -13 | -12% | -     | -15% | -14% | -13% | -13% |
| R134a > R513A  | -                           | -11% | -10% | -10% | -9%  | -     | -13% | -11% | -1  | -10% | -     | -16% | -15% | -14% | -12% |
| R134a > R1234ze  | -                           | -24% | -24% | -23% | -22% | -     | -25% | -23% | -23 | -22% | -     | -25% | -24% | -23% | -22% |

### Einspritzventile

Führt die Kältemittelumstellung zu größeren Leistungen vom installierten Ventil, kommt es zu Überhitzungsschwankungen (Hunting). Der Verdampfer wird nicht vollständig ausgenutzt, flüssiges Kältemittel kann in den Verdichter gelangen etc. Reduziert sich bei der Kältemittelumstellung die Leistung vom installierten Ventil, kann die Verdampfungstemperatur kleiner werden als erwartet. Folgewirkungen sind: Erhöhung von Überhitzungs- und Sauggastemperatur, Steigerung der Verdichterlaufzeit sowie ungenügende Verdichterkühlung.

### Magnetventile

Pilotgesteuerte Magnetventile benötigen einen Mindestdruckabfall von in der Regel 0,05 bar, um geöffnet zu bleiben. Wird dieser Wert unterschritten, kommt es zu einem Schließen des Ventils, wodurch Funktionsstörungen und Pulsationen in der Anlage entstehen können. Zu einer Unterschreitung des Mindestdruckabfalles kommt es bei einer Überdimensionierung des Magnetventiles, die auch bei einer Kältemittelumstellung entstehen kann.

Beispiel: Systemumstellung von Kältemittel R404A auf R449A,  $T_o = -10^\circ\text{C}$ ;  $T_c = 40^\circ\text{C}$ ; TFL =  $39^\circ\text{C}$ ;  $Q_o = 15 \text{ kW}$

Wenn nur das Kältemittel getauscht wird, tritt Zustand 2 (rot) ein. Die Ventile sind überdimensioniert.

Mit dem Austausch von Düsen und Ventilen (Zustand 3) ist der Betrieb wieder gewährleistet.

| Berechnung Einspritzventil |            |                     |            |
|----------------------------|------------|---------------------|------------|
| Kältemittel                | R404A      | R449A               | R449A      |
| Zustand                    | 1          | 2                   | 3          |
| $Q_o$                      |            | 15 kW               |            |
| $T_o$                      |            | $-10^\circ\text{C}$ |            |
| $T_c$                      |            | $40^\circ\text{C}$  |            |
| TFL                        |            | $39^\circ\text{C}$  |            |
| Ventil                     | T-Baureihe |                     |            |
| Düse                       | X22440-B5B | X22440-B5B          | X22440-B4B |
| Leistung                   | 16.2 kW    | 22.4 kW             | 17.5 kW    |
| Auslastung                 | 93%        | 67%                 | 86%        |

| Berechnung Magnetventil |          |                     |          |
|-------------------------|----------|---------------------|----------|
| Kältemittel             | R404A    | R449A               | R449A    |
| Zustand                 | 1        | 2                   | 3        |
| $Q_o$                   |          | 15 kW               |          |
| $T_o$                   |          | $-10^\circ\text{C}$ |          |
| $T_c$                   |          | $40^\circ\text{C}$  |          |
| TFL                     |          | $39^\circ\text{C}$  |          |
| Ventil                  | 240RA8   | 240RA8              | 200RB4   |
| Auslastung              | 0,07 bar | < 0,05 bar          | 0,14 bar |