

## **Empfohlene Filtertrockner für flüssige Kältemittel und Feuchtigkeitsindikatoren für Kälte- und Klimaanlage mit Fluorkohlenwasserstoffen (HFKWs) als Kältemittel und Polyolester-Kältemaschinenölen**

### **1 Feuchtigkeitsaufnahmekapazität**

Die Einführung neuer Kältemittel auf der Basis von Fluorkohlenwasserstoffen (FKWs), die mit den traditionellen Mineralöl und Alkylbenzol-Schmiermitteln nicht mischbar sind, hat zum Bedarf von Polyolester-Schmiermitteln (POE) geführt. Polyolester-Schmiermittel haben spezifische Eigenschaften, die bei der Verwendung dieses Schmiermittels berücksichtigt werden müssen. Zwei Eigenschaften, die Zersetzung/Hydrolyse und die hygroskopischen Eigenschaften des Schmiermittels, beeinflussen sich unter bestimmten Bedingungen gegenseitig. Diese Situation wird dadurch weiter verschlechtert, dass Polyolester eine hohe Affinität zu Feuchtigkeit aufweist. Trockner mit hoher Feuchtigkeitsaufnahmekapazität und niedrigem EPD (End Point Dryness oder Equilibrium Point Dryness – Definition des niedrigstmöglichen Wassergehaltes des Kältemittels in der Flüssigkeitsphase nach Trocknung) können die Feuchtigkeit aus der Anlage so weit reduzieren, dass die Anlage betriebssicher arbeitet.

Die am häufigsten verwendeten und effektivsten Trocknungsmittel für die Entfernung von Feuchtigkeit aus Kältemitteln und Schmiermitteln sind heute Molekularsiebe, die drei- bis viermal so viel Wasser aufnehmen können wie andere kommerzielle Adsorptionsmittel. Molekularsiebe sind synthetisch produzierte kristalline Metall-Aluminiumoxid-Silikate. Diese extrem porösen Adsorptionsmittel nehmen sehr stark Wasser auf. Im Gegensatz zu anderen Adsorptionsmitteln sind die Poren eines bestimmten Molekularsiebs exakt gleich groß. Ein anderes Adsorptionsmittel, das Wasser aufnehmen und Säure entfernen kann, ist aktiviertes Aluminiumoxid.

**Filtertrockner mit Silica Gel können die Feuchtigkeit nicht so stark aufnehmen wie für einen niedrigen EPD erforderlich wäre. Es wird empfohlen Filtertrockner zu verwenden mit einem Adsorptionsmittel, das mindestens zu 70% aus Molekularsieben und maximal zu 30% aus aktiviertem Aluminiumoxid (in Gewichtsprozent) besteht, unabhängig davon, ob der Trockner für Blockeinsatz oder für Granulat konzipiert ist.**

Zum Vergleich der Wasseraufnahmekapazität von Flüssigkeitsfiltertrocknern und dem EPD-Wert (End Point Dryness oder Equilibrium Point Dryness – Definition des niedrigstmöglichen Wassergehaltes des Kältemittels in der Flüssigkeitsphase nach Trocknung) eines Kältemittels in der Anlage werden folgende Bedingungen empfohlen (Tabelle 1):

Kältemittel	DIN 8948		ARI 710-86M		
	EPD, [PPM]	Flüssigkeitstemperatur, [°C]	EPD, [PPM]	Flüssigkeitstemperatur [°C]	Absorbierte ppm ARI-Bedingung
R134a	50	+24°C / +52°C	60	+24°C / +52°C	990
R404A	50		50	+24°C / +52°C	
R407C	50				
R410A	50				
R448A/R449A	50 *		50*	+24°C / +52°C *	990
R513A/R450A	50 *		50*	+24°C / +52°C *	990
R452A	50 *		50*	+24°C / +52°C *	990
R1234yf	50 *		50*	+24°C / +52°C *	990
R290	15		15	+24°C / +52°C *	550
...					

\*) Der ARI-Standard definiert keine Nennbedingungen für Kältemittel auf Fluorkohlenwasserstoffbasis, da der Standard noch nicht für neue Kältemittel überarbeitet wurde.

**Tabelle 1:** EPD und Flüssigkeitstemperatur

## 2 Feuchtigkeitsindikatoren

Um bezüglich des Feuchtigkeitsgehalts des Kältemittels im sicheren Bereich zu bleiben, müssen Schaugläser mit Feuchtigkeitsindikatoren verwendet werden, die den relativen Feuchtigkeitsgehalt der Anlage auf einen Wert von 3% oder niedriger anzeigen

Beispiel:

Für ein Kältemittel mit einer Wasserlöslichkeit von 1000 ppm bei einer Flüssigkeitstemperatur von 24°C sowie einer Wasserlöslichkeit von 1500 ppm bei einer Flüssigkeitstemperatur von 52°C, erfolgt der Farbumschlag des Feuchtigkeitsindikators mit einer Empfindlichkeit von 3% bei folgenden Werten:

$3\% \times 1000 \text{ ppm} = 30 \text{ ppm}$  Trocknung, d. h. Farbumschlag bei einer Flüssigkeitstemperatur von 24 °C

$3\% \times 1500 \text{ ppm} = 50 \text{ ppm}$  Trocknung, d. h. Farbumschlag bei einer Flüssigkeitstemperatur von 52 °C

Um die Auswahl eines Flüssigkeitsanzeigers zu erleichtern, wird empfohlen, dass der Benutzer die "zulässigen" maximalen Farbwerte für jedes Kältemittel überprüft. Diese Höchstwerte sollten die Leistungsfähigkeit bestehender Produkte auf dem Markt widerspiegeln.

Kältemittel	Anzeige der Luftfeuchtigkeit ist "ok"	Anzeige der Luftfeuchtigkeit ist nicht "ok"
R134a	<30 ppm	>100 ppm
R290	<25 ppm	>500 ppm
...		

### 3 Durchflusskapazität

Zur Auswahl der Größe der Filtertrockner müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Aufgrund der Umweltproblematik und der Reduzierung der Kältemittelmenge in der Anlage sollte der Filtertrockner immer so klein wie möglich sein und entsprechend der Kältemittelfüllung in der Anlage ausgewählt werden. Die Größe der Filtertrockner sollte so gewählt werden, dass eine sichere Trocknung der Kältemittelfüllung in der Anlage möglich ist.
- Es sollte für gleich große Filtertrockner eine größere Anschlussweite ausgewählt werden. Dies führt zu geringeren Druckabfällen im Filtertrockner, sodass sich kein Flash-Gas in der Flüssigkeitsleitung bilden kann, das die Funktion von Expansionsventilen beeinträchtigt und damit den Wirkungsgrad der Anlage verschlechtert. **Größere Anschlüsse führen zu geringeren Druckverlusten.**
- Filtertrockner sollten basierend auf einem Druckabfall von 0,07 bar ausgewählt werden entsprechend DIN 8949 und ARI 710-86. **Es muss überprüft werden, ob der Druckabfall unter 0,07 bar liegt. Wenn nicht, muss eine größere Anschlussgröße oder bei Bedarf eine größere Trocknergröße gewählt werden.**

---

Diese Empfehlungen richten sich an Fachleute, Hersteller und Installateure von industriellen, gewerblichen und Haushaltskälteanlagen. Dieser Entwurf stützt sich auf die aktuellen wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse, die nach Meinung des ASERCOM zum Zeitpunkt des Entwurfs galten, jedoch übernehmen weder der ASERCOM noch seine Mitgliedsunternehmen die Verantwortung dafür und insbesondere keine Haftung für alle Maßnahmen – Handlungen oder Unterlassungen –, die auf der Grundlage dieser Empfehlungen ergriffen werden.

---