

# Trocknung/Entfernung von Wasser und Säure aus Kälteanlagen

mit 3M Novec(tm) High-Tech-Flüssigkeiten

Joachim Hellmann, Neuss

*In der Kälte- und Klimatechnik stellt sich im Rahmen der Wartung bzw. Reparatur von Anlagen die Aufgabe, Kältemaschinen zu reinigen. Kommt es z. B. bei einem Kurzschluß des Verdichters zur Bildung von Säure (Compressor burn out), so ist diese zum Schutz der Anlage vor Korrosion zu entfernen. Bei Kaltwassersätzen besteht die Möglichkeit, daß im Fall einer Undichtigkeit größere Mengen Kühlwasser in die Kälteanlage gelangen. Hier ist es für den Kälteanlagenbauer wünschenswert, diese Wassermengen schnell und vollständig zu entfernen, um nach der Reparatur die Anlage wieder zügig in Betrieb zu nehmen.*

## Die Spülflüssigkeit FCKW R 11 – Rückblick auf eine Standardlösung für den Kälteanlagenbauer

In der Vergangenheit nutzte der Servicemonteur das FCKW R 11 (Handelsnamen Frigen 11 TR, Kaltron 11, etc.) zur Spülung von Kälteanlagen. Das FCKW R 11 ist eine leichtflüchtige Flüssigkeit, die weder brennbar noch giftig ist. Diese Flüssigkeit zeichnet sich durch ein gutes Lösevermö-

gen gegenüber Mineralölen und eine sehr gute Werkstoffverträglichkeit aus. Mit dem FCKW R 11 konnten saure Bestandteile mit dem Mineralöl zusammen aus der Anlage gespült werden. Auch zur Entfernung von Wasser eignete es sich sehr gut: R 11 nimmt bei Raumtemperatur nur 0,01 Gew.-% Wasser auf und konnte zur Verdrängung des Wassers aus Rohrleitungen und Anlagenteilen eingesetzt werden.

Es ist bekannt, daß FCKW die Ozonschicht zerstören und zum Treibhauseffekt und somit zur Erderwärmung beitragen. Aus diesem Grund ist der Einsatz von FCKW seit einigen Jahren verboten. Das Verbot der Anwendung von FCKW führte in der Kälte- und Klimatechnik zu Veränderungen. Der Einsatz neuer Kältemittel ohne Ozonabbaupotential (z. B. R 134a, R 404A, R 507) erfordert die Verwendung von Esterölen (POE) zur Schmierung der Verdichter.

## Maßnahmen im Servicefall – Zeitaufwand ist idealerweise zu minimieren

Der Einsatz von Esterölen stellt im Vergleich zu Mineralölen erhöhte Anforderungen an die Entfernung von Restfeuchte. Esteröle können durch Feuchte oder Wasser zersetzt werden, wobei saure Bestandteile entstehen können.

Vor der Inbetriebnahme wird die Restfeuchte aus einer Kälteanlage durch sorgfältiges Evakuieren entfernt. Nach einem Servicefall gilt erhöhte Aufmerksamkeit für rechtzeitige Filtertrocknerwechsel. Um die Abstände für Trocknerwechsel und den Zeitaufwand für die Evakuierung zu minimieren ist der Einsatz eines alternativen Spülmediums zur Entfernung von Wasser nach einer Undichtigkeit an einem Kaltwassersatz wünschenswert. Unter Umständen ist ein mehrfacher Wechsel des Esteröls erforderlich.

Säure, die durch einen „durchgebrannten“ Verdichter entstanden ist, wird heute

### zum Autor

**Dipl.-Ing. Joachim Hellmann,**  
Senior Account Executive,  
3M Deutschland GmbH,  
Specialty Materials Markets,  
Neuss



mittels eines Säurefilters und/oder durch mehrfache Esterölwechsel entfernt. Der in die Sauggasleitung installierte Filter führt allerdings zu zusätzlichen Druckverlusten und ist nach einiger Zeit auszutauschen.

Die beschriebenen Maßnahmen führen alle zu einem zeitlichen Mehraufwand und beinhalten zum Teil mehrfache Anfahrten zum Ort der Installation. Der Einsatz einer geeigneten Spülflüssigkeit könnte mehrfache Esterölwechsel vermeiden und saure Bestandteile bzw. Wasser wie beim Einsatz von FCKW R 11 entfernen. Ein Servicefall kann effektiver und wirtschaftlicher bearbeitet werden: mehrfache Anfahrten zum Anlagenstandort entfallen, Kosten werden eingespart und es steht mehr Kapazität für neue Geschäfte bereit.

## 3M Novec(tm) High-Tech-Flüssigkeiten als FCKW-R-11-Ersatz

Alternative Spülflüssigkeiten zu R 11 wurden in der Vergangenheit angeboten. Diese Ersatzspülflüssigkeiten sind jedoch brennbar oder enthalten gesundheitsschädliche Bestandteile. Außerhalb Deutschlands wurden auch Flüssigkeiten mit einem reduzierten Ozonabbaupotential eingesetzt.

3M hat Flüssigkeiten auf Basis von Hydrofluorethern (HFE) entwickelt und bietet damit eine sehr gute Alternative zu FCKW, wie z. B. R 11 an. Unter dem Markennamen Novec(tm) High-Tech-Flüssigkeiten sind reine HFE-Flüssigkeiten oder Gemische verfügbar, die genauso wirksam und einfach eingesetzt werden können wie früher FCKW R 11.

Die Novec(tm) High-Tech-Flüssigkeiten sind weder brennbar noch giftig. Die Werkstoffverträglichkeit ist ausgezeichnet. Diese Flüssigkeiten sind keine Gefahrstoffe und einfach in der Handhabung. Novec(tm) High-Tech-Flüssigkeiten zerstören kein Ozon und der Beitrag zur Erderwärmung, das Global Warming Potential, ist im Vergleich zu anderen FCKW-Ersatzstoffen, wie z. B. R 134a, deutlich niedriger.

Für die **Entfernung von Wasser** aus Kälteanlagen wird **Novec(tm) HFE-7100** eingesetzt. Diese Spülflüssigkeit löst kein Esteröl. Wasser ist nicht löslich in HFE-7100 und wird von der Spülflüssigkeit verdrängt. Aufgrund der physikalischen Eigenschaften kann HFE-7100 das Wasser effektiv unterwandern und ausspülen.

Zusammen mit dem Wasser kann teilweise Öl aus den Leitungen/Verdichter verdrängt werden. Vor dem Spülen sollte das Öl aus dem Verdichter abgelassen werden. Die Entfettung durch HFE-7100 ist nicht ausreichend, um Lager zu entfetten. Esteröl kann nicht in HFE-7100 gelöst werden. Der Siedepunkt von HFE-7100 beträgt bei Normaldruck 61 °C.

Für die **Entfernung von Säure/Esteröl** aus Kälteanlagen bzw. die Entfernung von Wasser und Öl wird **Novec(tm) HFE-72DE** eingesetzt. Diese Spülflüssigkeit hat ein ausgezeichnetes Lösungsvermögen für Esteröl. Bei Raumtemperatur lassen sich 50 % Esteröl in HFE-72DE lösen. Das Spülen mit HFE-72DE führt zu einer effektiven Reinigung und Entfettung der Kälteanlage. HFE-72DE beginnt bei Normaldruck bei ca. 43 °C an zu sieden.

## Umgang und Handhabung der Spülflüssigkeiten

Der Umgang mit Novec(tm) HFE-7100 und Novec(tm) HFE-72DE ist einfach und gefahrlos. Es sind aber, wie beim Umgang mit R 11, einige Hinweise zur Handhabung zu beachten:

- Eine gute Raumbelüftung wird empfohlen, insbesondere beim Spülen von größeren Anlagen oder Anlagenteilen.
- Rauchen verboten! – An der Zigaretten- glut können sich die Dämpfe der Flüssigkeit zersetzen. Die Zersetzungsprodukte gefährden die Gesundheit.

- Kontakt der Flüssigkeit mit heißen Oberflächen oder offenen Flammen ist zu vermeiden. Entsprechende Arbeiten an den Anlagen dürfen erst nach dem Entfernen von Resten der Spülflüssigkeit durchgeführt werden.

- Handschuhe tragen: wiederholter Hautkontakt führt zur Entfettung der Haut und damit unter Umständen zur Hautreizung.

Diese Hinweise galten so auch für den Umgang mit R 11 und anderen FCKW oder HFCKW.

## Praktische Hinweise

- Umpumpen bzw. Einfüllen der Spülflüssigkeit: Abhängig von der Größe der Anlage werden elektrische Pumpen oder einfache Handpumpen eingesetzt. Bei kleinen oder mittleren Anlagen ist es auch möglich mittels einer Vakuumpumpe die Spülflüssigkeit durch die Anlage in eine leere Druckgasflasche zu saugen. Wird das Reinigungsmittel in Druckgasflaschen mit Ventil für die Flüssig- und Gasphase angeboten, ist der Anschluß an die Anlage einfach und mittels Stickstoff kann das Reinigungsmedium durch die Anlage „gedrückt“ werden.

- Verdampfungsgeschwindigkeit/Verluste von Spülflüssigkeiten: Die Siedepunkte von HFE-7100 bzw. HFE-72DE sind im Vergleich zu R 11 höher (61 °C bzw. 43 °C gegenüber 24 °C bei R 11). Dies führt zu vergleichsweise geringeren Verlusten bei der Handhabung. Reste der Spülflüssigkeit werden beim Spülen mit Stickstoff bzw. dem Evakuieren restlos entfernt.

- Partikel (Metallspäne, feiner Metallstaub aus Abrieb etc.) werden von den Spülflüssigkeiten sehr gut von Rohrleitungen oder aus anderen Anlagenteilen abgespült. Bei einer Kreislaufführung der Spülflüssigkeit wird eine Filterung vorgeschlagen. Sollte ein Flüssigkeits- oder Ölabscheider installiert sein, ist darauf zu achten, das Staub oder Späne vollständig ausgespült werden. Ansonsten besteht die Möglichkeit, daß nach dem Entfernen der Spülflüssigkeit Staub oder Späne gesammelt in diesen Anlagenteilen zurückbleiben und bei Inbetriebnahme den Filtertrockner zusetzen. Die Spülflüssigkeit hat eine hohe Dichte, daher werden Staub und leichte Partikel auf der Flüssigkeitsoberfläche schwimmen.

- Da Wasser (wie auch Kältemaschinenöl) auf der Spülflüssigkeit aufschwimmt,

ist eine vollständige Füllung der Anlage bei der Wasserentfernung notwendig. Spezielle Rohrgeometrien, Sammler und Abscheider sind dabei zu berücksichtigen.

- Die Kreislaufführung von HFE-7100 ist möglich. Im Auffangbehälter werden sich 2 Phasen bilden, wobei das trockene HFE-7100 die untere Phase bildet. Mittels Tauchrohr kann die Spülflüssigkeit wieder entnommen werden. Von Fall zu Fall ist zu entscheiden ob das bei der Esterölenfernung eingesetzte HFE-72DE mehrfach eingesetzt werden kann.
- Kunststoffe und Elastomere von Dichtungen oder Isolationen von HFE-72DE können angegriffen werden. Verdichter sollten daher nicht mit HFE-72DE gespült werden. HFE-7100 ist dagegen mit den meisten Kunststoffen und Elastomeren verträglich. Es wird hier auf die Angaben des Herstellers verwiesen.
- Ein Rücknahme-Service wird für verschmutzte Spülflüssigkeiten angeboten.
- Größere Anlagen sind abschnittsweise zu spülen.

## Anwendungsbeispiel

Die Firma Ultratroc in Flensburg hat Novec(tm) HFE-72DE zum Entfernen des Esteröls aus einem Drucklufttrockner getestet.

Der Schaden des Drucklufttrockner war ein Kurzschluß im Verdichter. Der Verdichter wurde aus der Anlage entfernt und das Verdichteröl auf Säure untersucht. In diesem Fall konnte keine Bildung von Säure festgestellt werden. Um die Ent-



Bild 1 Drucklufttrockner ohne beschädigtem Verdichter vor dem Spülen



Bilder 2a–c Spülen der Kälteanlage mit einer Handpumpe

fernung des restlichen Esteröls aus der Anlage und den Einfluß auf Anlagenkomponenten zu testen, wurde mit HFE-72DE gespült. Die Anlage war mit einem Flüssigkeitsabscheider nach dem Verdampfer ausgestattet und ist in Bild 1 dargestellt.

An der Druckseite wurde nun ein Kupferrohrstück angelötet, das als Schlauchanschluß diente. Nun wurde darauf geachtet, dass Heißgasregler und Pressostaten voll geöffnet waren. Mit einer Handpumpe („Öl-Einziehpumpe“) wurde nun die Spülflüssigkeit durch die Anlage in einen Auffangkanister gepumpt (Bilder 2a bis c). Der Auffangkanister war mit einem Schlauch an der Sauggasleitung angeschlossen.

Es wurden für die relativ kleine Anlage nur ca. 2 bis 3 l Spülflüssigkeit benötigt und in wenigen Minuten durchgepumpt. Danach wurde die Anlage mit trockenem Stickstoff für ca. 5 bis 10 Minuten gespült, um letzte Spülflüssigkeitsreste zu entfernen. Bevor ein neuer Verdichter eingebaut wird, sind die Flüssigkeitsreste zu entfernen (siehe auch Abschnitt „Umgang mit der Spülflüssigkeit“).

Zur Bewertung wurde der Flüssigkeitsabscheider aus der Anlage entfernt und aufgeschnitten. Der Flüssigkeitsabscheider enthielt keine Reste der Spülflüssigkeit und war trocken. Lediglich am Boden befand sich noch ein Ölfilm. Durch das kurze Spülen mit HFE-72DE konnten mehr als 95 % des Esteröls entfernt werden (Bild 3). Weiteres Spülen führt zu einer vollständigen Öl-Entfernung. Der

Filtertrockner und der Heißgasregler wurden ebenfalls visuell untersucht. Es konnten keine negativen Einflüsse der Spülflüssigkeit auf diese Bauteile festgestellt werden.

Ultratroc wird auf Basis dieses Modellversuchs HFE-72DE zur Entfernung von Esteröl mit sauren Bestandteilen für den Service empfohlen, wobei größere Anlagen mit höherer Kälteleistung für die Spülung von Interesse sind.

### Zusammenfassung

3M(tm) Novec(tm) High-Tech Flüssigkeiten wurden entwickelt, um dem Anwender alle erforderlichen Leistungsmerkmale zu bieten, ohne dabei Kompromisse in puncto Sicherheit am Arbeitsplatz oder Umweltverantwortung eingehen zu müssen. Für die Anwendung als Spülflüssigkeit für Kälteanlagen zählen hierbei:

- Wegfall von wiederholten Anfahrten zum Kunden – Kosten und Zeitersparnis für den Kälteanlagenbauer,
- schnelle Trocknung/Wasserverdrängung mit Novec(tm) HFE-7100 oder zur Trocknung und Ölentfernung Novec(tm) HFE-72DE,
- hohe Löslichkeit für Esteröle → effektives Ausspülen von sauren Bestandteilen aus Kälteanlagen mit Novec(tm) HFE-72DE,
- leichtflüchtige Medien – schnelle und rückstandsfreie Entfernung aus Anlagen sowie
- Rücknahme-Service für gebrauchte Spülflüssigkeiten

### Arbeitssicherheit:

- nicht brennbar,
- nicht toxisch,
- kein Gefahrstoff.

### Umweltrelevante Vorteile:

- international zugelassener FCKW-Ersatzstoff,
- keine Ozonschädigung,
- geringster Beitrag zur Erderwärmung,
- langfristige Alternative. □

### Reinigungsleistung:

- effektives Spülmedium für Kälte- und Klimaanlage → mehrfache Esterölwechsel können entfallen,
- erhöhte Kundenzufriedenheit durch kürzere Reparaturzeiten,



Bild 3 Flüssigkeitsabscheider nach dem Spülen mit HFE-72DE