

# Schwerentflammbare Flüssigkeiten

## in der Energieerzeugung



Energy lives here™

Die Auswahl und Wartung von Flüssigkeiten für elektrohydraulische Steuerungen (Electro Hydraulic Controls, EHC) erfordert höchste Aufmerksamkeit. Sie kontrollieren und regeln die Dampfzufuhr für Turbinengeneratoren. Hohe Drücke und Temperaturen erfordern den Einsatz schwer entflammbarer Hydraulikflüssigkeit, um die Risiken für gefährliche Brände zu vermindern. Die Flüssigkeit, die in EHC-Systemen von Turbinenkraftwerken oft zum Einsatz kommt, ist Phosphatester. Sie bedürfen im Vergleich zu Mineralölen eine spezielle Pflege und Wartung.

### Was ist eine schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeit?

Schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeiten sind so formuliert, dass sie durch Funkenschlag von einer Zündquelle keine Flammenausbreitung entwickeln. Schwerentflammbar ist nicht zu verwechseln mit feuerfest, da sich schwerentflammbare Flüssigkeiten unter bestimmten Bedingungen entzünden können.

Es gibt mehrere Arten schwerentflammbarer Flüssigkeiten, die wie folgt klassifiziert werden:

- Emulsionen aus Öl und Wasser
- Wasserglykole
- Wasserfreie synthetische Flüssigkeiten

Die Internationale Organisation für Normung (ISO) führt die Klassifizierung dieser Flüssigkeiten noch weiter aus:

- **HFAE** – Öl-in-Wasser-Emulsionen mit höchstens 20% emulgierendem Öl
- **HFAS** – synthetische, wasserhaltige Flüssigkeiten
- **HFB** – Wasser-in-Öl-Emulsionen mit einem typischen Ölgehalt von 60%
- **HFC** – wasserhaltige Lösungen von Glykol- und Polyalkylenglykol-Verdickungsmitteln in Wasser
- **HFDR** – wasserfreie Flüssigkeiten aus Phosphatestern

- **HFDR** – wasserfreie, synthetische Flüssigkeiten ohne Phosphatester. Beispiele sind Polyolester und Polyalkylenglykole.

### Bestimmung der Entflammbarkeit

Die Entflammbarkeit einer Flüssigkeit wird normalerweise durch eine der folgenden drei Prüfmethode gemessen:

- Entzündung einer unter Druck stehenden Sprühflüssigkeit (Spray Flammability Test)
- Entzündung einer auf eine heiße Oberfläche gesprühten Flüssigkeit (Hot Surface Ignition Test)
- Entzündung von porigen oder dochtähnlichen Materialien, die in der Flüssigkeit getränkt wurden (Test zur Verdampfung der Flüssigkeit)

Ergänzend zu diesen Prüfverfahren gibt es den Spray Flammability Parameter (Parameter zur Zündung von Flüssigkeitsspray), der von Factory Mutual entwickelt wurde, sowie den „Stabilized Flame Heat Release“ Test (auch bekannt als „Buxton Test“) der im 7. Luxemburger Bericht der Europäischen Kommission beschrieben ist.

### Pflege von EHC-Flüssigkeiten

Die am häufigsten eingesetzten Flüssigkeiten für EHC-Systeme sind Phosphatester vom Typ HFDR wie z. B. Triarylphosphate.

HFDR-Flüssigkeiten erfordern während des Einsatzes eine spezielle Pflege und Wartung, besonders in EHC-Systemen. Für eine optimale Leistung des Systems müssen Wassergehalt, spezifischer elektrischer Widerstand, Säuregehalt, Chlorgehalt, Mineralölgehalt, Metallgehalt und die Sauberkeit überwacht und beibehalten werden.

Phosphatester sind hygroskopisch (verfügen über eine natürliche Neigung zur Wasseraufnahme),

# Schwerentflammbare Flüssigkeiten

haben aber eine schlechte hydrolytische Stabilität, d.h. die Flüssigkeit wird bei Wasserkontakt abgebaut. Das kann zu einem erhöhten Säuregehalt, einer verstärkten Korrosion im System und/oder Erosion von empfindlichen Bauteilen führen. Deshalb wird empfohlen, den Wassergehalt und die Gesamtsäurezahl (Total Acid Number, TAN) regelmäßig zu überprüfen.

Bei Einsatz von Servoventilen ist ein hoher spezifischer elektrischer Widerstand der Flüssigkeit (niedrige Leitfähigkeit) erforderlich, um elektromechanische Erosion des Servoventils zu vermeiden. Ein niedriger spezifischer elektrischer Widerstand tritt meist dann auf, wenn der Säuregehalt der Flüssigkeit durch Hydrolyse angestiegen ist oder wenn eine Verunreinigung mit Chlorverbindungen oder anderen Partikeln vorliegt.

Schon sehr kleine Chlormengen (besonders in Form von Chloridionen) können zu Erosionsproblemen am Servoventil führen. Eine Verunreinigung mit Chlor kann durch den Einsatz chlorhaltiger Lösemittel entstehen. Hervorgerufen werden können sie auch durch Leckagen des Kühlsystems sowie durch aus der Luft aufgenommene Chloride in Meeresnähe.

Der Mineralölgehalt muss ebenfalls überwacht werden. Eine zu hohe Verunreinigung durch Mineralöl (> 0,5 %) kann sich negativ auf die Schaumneigung und das Luftabscheidevermögen auswirken. Eine noch höhere Mineralölmenge (> 4 %) gefährdet die Schwerentflammbarkeit und senkt die Oxidationsstabilität.

Bei Einsatz von Servoventilen mit engen Toleranzen ist es entscheidend, die Verunreinigung durch Partikel zu minimieren. Servoventile reagieren besonders empfindlich auf abrasiven Verschleiß und Erosion durch Partikel. Das beeinträchtigt die empfindliche Steuerung des Systems. Eine Verunreinigung mit Partikeln kann sich zudem negativ auf den spezifischen elektrischen Widerstand der Flüssigkeit auswirken und zu einer weiteren Erosion der Ventilkomponenten beitragen.

## Aufbereitung von Phosphateestern

Um den optimalen Zustand der Flüssigkeit beizubehalten, werden spezielle Aufbereitungsmethoden angewendet. Bei Phosphateestern wird das normalerweise durch einen absorbierenden Feststofffilter wie Bleicherde oder aktiviertes Aluminiumoxid (aktivierte Tonerde) in Kombination mit Vakuum-Trocknern und herkömmlichen Partikelfiltern erreicht.

Bleicherde oder aktiviertes Aluminiumoxid (aktivierte Tonerde) werden zum Entfernen von Säuren und

Chloriden aus der Flüssigkeit eingesetzt, um einen niedrigen Säuregehalt beizubehalten. Üblicherweise sollte die Säurezahl unter 0,2 mg KOH/g und der Chlorgehalt unter 100 ppm gehalten werden. Auch die Kalzium-, Magnesium- und Natriumgehalte sollten überwacht werden. Ein übermäßig hoher Gehalt dieser Stoffe kann ein Anzeichen dafür sein, dass die absorbierenden Filter gewechselt werden müssen. Seit einiger Zeit werden Ion Charge Bonding-Filter (ICB) eingesetzt, die die Auswaschung von Metallen von den absorbierenden Filtern verhindern.

Vakuum-Trockner können zur Aufrechterhaltung eines niedrigen Wassergehalts sowie zur Entfernung von in der Flüssigkeit eingeschlossener Luft eingesetzt werden. Der Wassergehalt sollte normalerweise unter 0,15 % oder 1500 ppm liegen.

Partikelfilter werden zur Senkung und Kontrolle des Partikelgehalts in der Flüssigkeit eingesetzt. Die Reinheitsklasse der Flüssigkeit wird gemäß der ISO-Norm 4406 ermittelt. Gewöhnlich sind 2 Mikrometer, Beta > 75 Filter erforderlich, um zu verhindern, dass Komponenten des Servoventils durch Partikel blockiert oder beschädigt werden. Eine ISO-Reinheitsklasse von 18/16/13 oder niedriger sollte das Ziel sein.

## Überwachung des Flüssigkeitszustands

Ein ausführliches Programm zur Überwachung des Flüssigkeitszustands ist für die Beibehaltung eines langfristig reibungslosen Betriebs von entscheidender Bedeutung. Empfehlung für einen Zeitplan zur Flüssigkeitsüberwachung:

- Viskosität bei 40 °C - ASTM D445
- Wassergehalt - ASTM D6304
- Mineralölgehalt - (Chromatographie oder IR-Spektroskopie)
- Flammpunkt - ASTM D92
- Selbstentzündungstemperatur - ASTM D2155
- TAN - ASTM D664
- Spezifischer Durchgangswiderstand - ASTM D1169
- Reinheitsklasse (ISO-Partikelzählung 4406)
- Schaumneigung - ASTM D892
- Luftabscheidevermögen - ASTM D3427
- Metallgehalte - ASTM D5185

Die Gesamtsäurezahl, der Wassergehalt, die Reinheitsklasse (Partikelzählung) und der spezifische Durchgangswiderstand sollten einmal im Monat überprüft werden. Andere Eigenschaften werden für gewöhnlich viertel- oder halbjährlich überprüft.

# Schwerentflammbare Flüssigkeiten

## Materialverträglichkeit

Bei Phosphateestern muss besonders auf Materialverträglichkeit geachtet werden. Phosphatester weichen manche Lacke auf, weshalb Lacke auf Epoxidbasis erforderlich sind oder der Tank unlackiert bleiben sollte. Phosphatester sind mit den Dichtungen aus Nitrilkautschuk, die normalerweise in Mineralölsystemen eingesetzt werden, nicht verträglich und erfordern den Einsatz spezieller Dichtungsmaterialien.

Vorsicht ist geboten bei der Mischung von Phosphateestern verschiedener Hersteller. Generell sind Phosphatester untereinander kompatibel, jedoch empfiehlt es sich dringend, den Anlagenbauer und/oder Hersteller der Flüssigkeit hinsichtlich spezieller Kompatibilitätsprobleme zu kontaktieren.

## Referenz:

- „Current Standards for Certification of Fire Resistant Hydraulic Fluids Used in General Industrial Applications“, Fluid Power Journal Jan./Feb. 2006, S. 30-36.
- „Managing the Health of Fire Resistant Steam Turbine Electrohydraulic (EHC) EHC Control Oils“, Machinery Lubrication 2006
- „Reolube Turbofluids Guide to their maintenance and use“, Veröffentlichung der Great Lakes Chemical Corporation