

Mischbar oder nicht mischbar - das ist hier die Frage

Rüdiger Krethe

Wenn es zeitlose Fragestellungen von Schmierstoff-Anwendern gibt, die anscheinend nie „veralten“, dann gehört die Frage nach der Mischbarkeit verschiedener Schmieröle oder Hydraulikflüssigkeiten unbedingt dazu. Das ist aus der Sicht der Schmierstoff-Anwendung auch verständlich, spiegelt diese Frage doch nur den betrieblichen Alltag beim Umgang mit Schmierstoffen wider. Im Markt sind sehr widersprüchliche Aussagen dazu zu finden. Die beiden Extreme: Eine Seite neigt dazu, nahezu alles, was Öl heißt, bedenkenlos zu mischen. Die andere Seite ist übervorsichtig und verlangt auch bei unkritischen Konstellationen eine 100 %ige Absicherung durch aufwändige Laboruntersuchungen.

Eine bekannte Redensart bringt es auf den Punkt: „Vorbeugen ist besser, als auf den Rücken fallen!“ Mit diesem Artikel soll ein fundierter, aber praktikabler

Weg gezeigt werden, mit dem Thema „Mischbarkeit“ umzugehen. Weil auch bei dieser Thematik folgendes gilt: Die Beachtung einiger, einfacher Regeln hilft, potenzielle Probleme zu erkennen und zu vermeiden.

Mischbarkeit oder Verträglichkeit

In der Regel geht es angesichts der Anwender-Nachfrage nach Mischbarkeit eher um die Frage der Verträglichkeit. Allgemein ausgedrückt, geht es oft darum, ob das Öl A, wenn mit Öl B vermischt, in der Anlage XY ebenso gut funktioniert wie vorher, das heißt, bevor es vermischt wird.

Laien benutzen nicht immer die treffenden Fachausdrücke. Ein professioneller Schmierstoffberater



Bild 1: Öl ist nicht gleich Öl, auch wenn es gleich aussieht

Fachartikel | Mischbar oder nicht mischbar – das ist hier die Frage

hilft seinem Kunden, indem er die konkrete Situation hinterfragt und ihm dadurch hilft, die wirkliche Frage und deren Bedeutung zu erkennen:

- › Geht es „nur“ um die Mischbarkeit oder „doch“ um die Verträglichkeit?

Nachfolgend wird zunächst eine kurze Betrachtung zu den beiden Begriffen gegeben. Was ist der Unterschied und in welcher Beziehung stehen Mischbarkeit und Verträglichkeit.

Mischbarkeit

Zwei (oder mehr) Flüssigkeiten sind dann miteinander mischbar, wenn sie sich bei einer Vermengung zu einer einzigen, homogenen Phase mischen. Mit einfachen Worten ist dieser homogenen Mischung von außen nicht anzusehen, dass es sich tatsächlich um zwei oder mehr Flüssigkeiten handelt, die vermengt wurden. Im Umkehrschluss gilt dann, dass sich bei Nichtmischbarkeit eine mehr oder weniger starke Trübung oder gar Auftrennung in verschiedene Phasen-Schichten eintritt. (Bild 2)

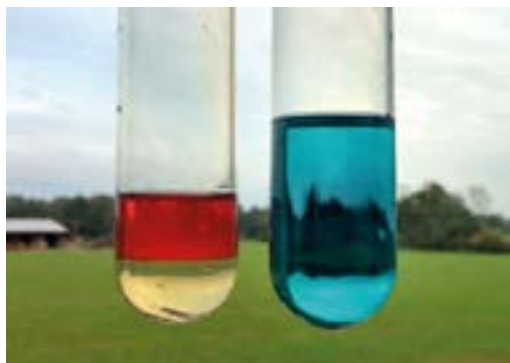


Bild 2: Wasser/Öl = nicht mischbar, Ethylenglykol/Wasser = mischbar

Mischbarkeit - Eine Frage der Polarität

Wasser und Mineralöl sind nicht miteinander mischbar. Laien führen diese Nichtmischbarkeit auf den Dichte-Unterschied zurück. Andererseits mischen sich Ottokraftstoff und Mineralöl, obwohl deren Dichteunterschied größer ist!

Wenn aus Atomen Moleküle werden, gehen sie Bindungen miteinander ein. Je nach Elektronegativität der beteiligten Atome sind diese sehr unterschiedlich. In den Wassermolekülen hat der Sauerstoff eine deutlich höhere Elektronegativität als der Wasserstoff, wodurch ein hohes Dipolmoment entsteht. Das Ergebnis: Die Wassermoleküle weisen eine hohe *Polarität* auf. Mineralöle bestehen aus verschiedenen Kohlen-Wasserstoff-Molekülen, in denen dagegen *unpolare* Bindungen dominieren (Bild 3).

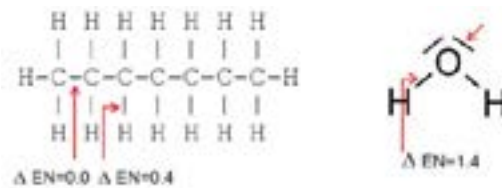


Bild 3: Polarität von Öl (links, Paraffin, unpolar) und Wasser (rechts, polar)

Wasser und Mineralöl sind nicht mischbar, weil sie eine sehr unterschiedliche Polarität haben. Eben deshalb sind bestimmte Verbindungen wasserlöslich, andere dagegen öllöslich. (Übrigens: Die Polarität einer Verbindung bestimmt neben der Mischbarkeit auch das Lösevermögen und die Materialkompatibilität.)

Verträglichkeit

Eine Definition des Begriffs „Verträglichkeit“, oft auch Kompatibilität genannt, ist im Gegensatz zur Mischbarkeit etwas komplizierter. An dieser Stelle soll eine praxisnahe, auf Schmieröle und Hydraulikflüssigkeiten bezogene Erklärung ausreichen:

Schmieröle sind dann kompatibel, wenn deren Mischung

- › den Anforderungen der Anwendung hinsichtlich Funktion, Leistungsfähigkeit und Lebensdauer genügt sowie
- › darüberhinausgehende Erwartungen des Anwenders erfüllt werden.

Als Beispiel soll die eingangs von einem Anwender gestellte Frage nach der Mischbarkeit dienen. Der Nutzer geht davon aus, dass durch die Vermischung die Anlage „genauso funktioniert wie vorher“.

Neben den beiden Flüssigkeiten ist auch die Maschine und deren Bedeutung im Betrieb in die Betrachtung einzubeziehen. Folgende Beispiele sollen das demonstrieren:

- › Eine Anlage soll vom Öltyp A auf B umgestellt werden, möglichst ohne Spülvorgang. Während in einem Fall selbst ein dadurch nur einmalig verkürztes Ölwechselintervall angesichts der hohen Ausfallkosten nicht tolerierbar ist, kann das in einer anderen Anwendung unkritisch sein.
- › In der einen Anlage, zum Beispiel einem Getriebe mit geringer Ölfüllung, welches *nicht* im „24x7“-Betrieb praktisch pausenlos verfügbar sein muss, mag selbst eine mehrfache Spülung einfach zu bewerkstelligen sein, in einem viele Hundert Liter Öl fassenden Hauptgetriebe einer Offshore-Windturbine dagegen nicht.
- › Während ein mineralisches HLP-Hydrauliköl und ein Bio-Hydraulikfluid vom Typ HEES (synthetischer Ester) miteinander *mischbar* sind, verändern sich durch deren Vermischung möglicherweise

Parameter wie die Materialkompatibilität, das Schaumverhalten oder die Filtrierbarkeit.

Dazu kommt, dass in vermeintlich „gleichen“ Anwendungen das Öl unterschiedlichen Drücken, Temperaturen und Umgebungsbedingungen ausgesetzt ist und sich Mischungen zweier Öle in diesen Anwendungen demzufolge auch unterschiedlich verhalten können. Letztendlich drückt die Anwendung selbst dem Begriff „Verträglichkeit“ ihren deutlichen Stempel auf.

Mischbarkeit und Verträglichkeit

Die Mischbarkeit zweier Flüssigkeiten ist die Grundvoraussetzung für ihre Verträglichkeit. Daraus resultiert die 1. Praxis-Regel:

1. Was nicht mischbar ist, ist unverträglich!

Die Mischbarkeit zweier Flüssigkeiten ist eine Grundvoraussetzung für deren Verträglichkeit. (Bild 4)

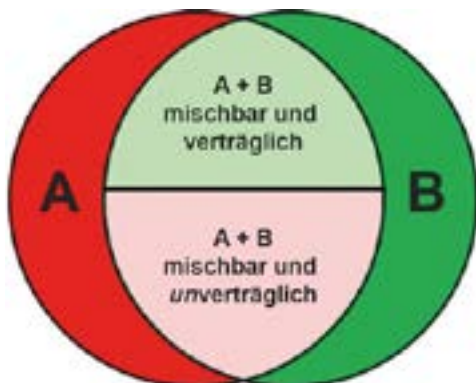


Bild 4: Mischbarkeit und Verträglichkeit

Die Mischbarkeit zweier Flüssigkeiten allein bedeutet jedoch nicht, dass sie auch verträglich sind. Die Verträglichkeit ist eine „Teilmenge“ der Mischbarkeit. Daraus resultiert die Regel 2:

2. Was mischbar ist, ist nicht automatisch auch verträglich!

Zwei Beispiele:

- › Mineralölbasische Hydraulikflüssigkeiten vom Typ HLP 46 sind miteinander mischbar. Weisen beide Flüssigkeiten unterschiedliche Additiv-Systeme auf (zum Beispiel zinkhaltig oder zinkfrei), können Unverträglichkeiten in Form von erhöhter Schaumneigung, Ablagerungsbildung oder eingeschränkter Filtrierbarkeit auftreten.

DLS Schmiersysteme GmbH
 ist Ihr kompetenter
 Ansprechpartner für den
 effizienten Einsatz von
 automatischen Schmiersystemen.

Durch präzise Schmierung
 schützen Sie Ihre **Maschinen**
 und **Anlagen** vor Verschleiß.



www.dls-schmiersysteme.de

- › Zum Spülen beziehungsweise Reinigen eines verunreinigten Getriebes wurde Motorenöl verwendet, weil die darin enthaltenen Detergent-Additive eine bessere Reinigungsleistung haben als das Getriebeöl. Nach einem kurzen „Reinigungslauf“ wurde das Öl abgelassen und das Getriebe mit neuem Getriebeöl befüllt. Die neue Ölfüllung schäumte sehr stark und musste nochmals ersetzt werden. Beide Öle, Motorenöl und das Getriebeöl, sind Mineralöle und mischbar. Die sehr unterschiedliche Additivierung beider Öle ist die Ursache für deren Unverträglichkeit und die damit verbundene Störung.

Mischbarkeits-Prüfung

Eine Prüfung auf *Mischbarkeit* ist relativ einfach zu bewerkstelligen. Bei Schmierstoffen reicht dem Experten in der Regel schon das technische Datenblatt, sofern dort Angaben zum Grundöltyp gemacht werden.

In den allermeisten Fällen ist eine Nicht-Mischbarkeit bereits visuell gut zu erkennen (Bild 5), oft schon bei einer Beimengung von Flüssigkeit A zu B im einstelligen Prozentbereich.

Die Anzahl der klassischen Grundöltypen ist überschaubar. Deren Mischbarkeit ist in einer Vielzahl

Fachartikel | Mischbar oder nicht mischbar – das ist hier die Frage

Tabelle 1: Mischbarkeit von Grundölen

Legende: + verträglich - nicht verträglich o bedingt (Prüfung!)	Mineralöl	PAO	Ester	Polyglykol	Silikonöl (Methyl-)	Silikonöl (Phenyl-)	Polyphenylether	PFPE-Fluid
Mineralöl		+	+	-	-	+	+	-
PAO	+		+	-	-	+	+	-
Ester	+	+		-	-	+	+	-
Polyglykol	-	-	-		-	-	-	-
Silikonöl (Methyl-)	-	-	-	-		+	-	-
Silikonöl (Phenyl-)	+	+	+	-	+		+	-
Polyphenylether	+	+	+	-	-	+		-
PFPE-Fluid	-	-	-	-	-	-	-	

verfügbarer Mischbarkeitstabellen dokumentiert, wie zum Beispiel in Tabelle 1.

Es ist zu beachten, dass es in der Tabelle 1 nicht um fertig formulierte Schmierstoffe geht, die neben den Grundölen auch Additive enthalten. Die Tabelle kann also nicht zur hinreichenden Prüfung der Verträglichkeit benutzt werden! Eine *Nicht*-Mischbarkeit kann anhand der Tabelle hingegen einfach ermittelt werden.

Verträglichkeits-Prüfung

Nicht in jedem Fall ist eine tatsächliche Prüfung der Verträglichkeit sinnvoll bzw. notwendig. Je ähnlicher die beiden zur Vermischung kommenden Produkte sind und je unkritischer die Anwendung ist, desto eher wird darauf verzichtet. In diesem Fall schätzt der Experte das Risiko anhand der chemischen Zusammensetzung ab. Zunächst werden die Grundöltypen herangezogen, dann die Additiv-Systeme beider Flüssigkeiten. Ergibt sich daraus ein nur sehr geringes Restrisiko, ist eine teure Verträglichkeitsprüfung nicht gerechtfertigt oder unwirtschaftlich.

Zwei Beispiele:

- › In einer Mobilhydraulik ist ein mineralisches Hydrauliköl im Einsatz, das motorenölartig additiviert ist, das heißt stark detergierend und mit Zinkdithiophosphaten als Verschleißschutz-Additiv versehen. Es soll durch ein „gleichwertiges“ Öl (gleich hinsichtlich der Erfüllung neutraler Spezifikationen) eines anderen Herstellers ersetzt werden. Ist dieses auf vergleichbarer Basis hinsichtlich Grundöl und Additivierung aufgebaut, ist deren Kompatibilität gut einschätzbar.
- › Wird beim Vergleich zweier Schmieröle anhand der Tabelle 1 festgestellt, dass die Grundöle nicht miteinander mischbar sind, ergibt sich allein deshalb die Unverträglichkeit beider Öle. Auf eine weitere Verträglichkeitsprüfung kann verzichtet



Bild 5: Trübung eines mineralölbasischen Getriebeöls durch Eintrag eines Polyglykols



werden. Unter Bezugnahme auf Regel 1 ist es also sinnvoll, die einfache Mischbarkeitsprüfung der aufwändigen Verträglichkeitsprüfung vorzuschalten.

Je fordernder und kritischer die Anwendung ist, umso mehr kommt eine Verträglichkeitsprüfung ins Spiel. Eine mögliche Vorgehensweise für Hydraulikflüssigkeiten ist in der Norm ASTM D7752-11 beschrieben:

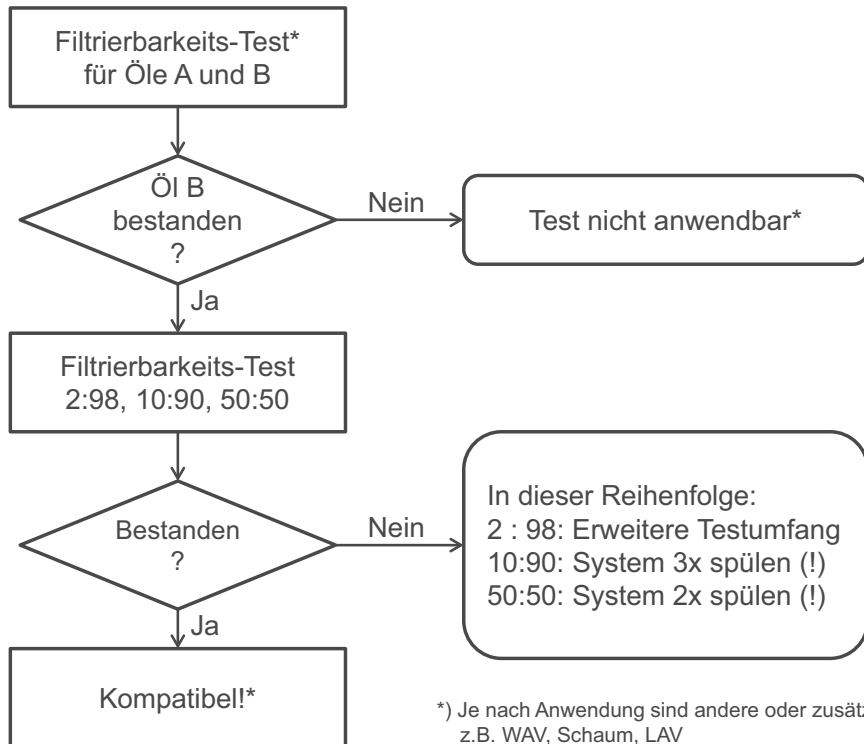


Bild 6: Beispiel einer Verträglichkeitsprüfung von Hydraulikölen nach ASTM D7752

Welche Testverfahren in welchen Mischungsverhältnissen geprüft werden, geben die Öltypen A und B sowie die Anwendung vor. Welche Ergebnisse zum Urteil „verträglich“ oder „unverträglich“ führen, ist nicht immer leicht zu beantworten. Als Mindestanforderung sollten die Festlegungen der entsprechenden Anforderungsnorm gelten. Gibt der Maschinenhersteller oder Anwender spezielle Vorschriften bzw. Anforderungen vor, beispielsweise über die der DIN 51524 hinaus, sind diese in die Prüfung mit einzubeziehen.

Diese Vorgehensweise kann prinzipiell auf Schmieröle übertragen werden. Je nach Anwendung sind dann andere Tests sinnvoll, zum Beispiel bei einer Dampfturbine das Wasserabscheidevermögen WAV in Verbindung mit einem Schaumtest und dem LAV.

Geht es um die Umstellung einer konkreten Anlage, so kann für die Prüfung das Gebrauchtöl aus der Anlage und eine Frischölprobe des „neuen“ Öls verwendet werden. Die Konzentrationen können dann je nach zu erwartendem Vermischungsgrad gewählt werden.

Die liebe Sicherheit

Anwender wünschen sich 100 % Sicherheit. In der Welt der Technik gibt es diese genau genommen nicht! Auch die beste Verträglichkeitsprüfung kann keine wirkliche 100 %-Sicherheit bieten. Der Grund ist einfach: Eine Verträglichkeitsprüfung findet stets unter vereinfachten Bedingungen statt. Zunächst geht es um die Zeit: Keine Verträglichkeitsprüfung kommt auch nur näherungsweise an die reale Einsatzzeit des Fluids heran. Dazu können die Prüfbedingungen nicht alle Aspekte der Praxis berücksichtigen. Vor allem die alterungsbedingten Veränderungen lassen sich nicht immer genau vorhersagen.

Eine gut durchdachte, anwendungsorientierte Verträglichkeitsprüfung liefert jedoch eine hohe Sicherheit zu vertretbaren Kosten. Deshalb ist eine ausgewogene Betrachtung der Thematik Mischbarkeit und Verträglichkeit notwendig und hilfreich, um unvorhergesehene Störungen zu vermeiden. **X**