



Was für den menschlichen Körper das Blut ist, ist für die Maschine das Öl

Die Analogie trifft es auf den Punkt: Verfügt das Öl in der Maschine nicht über die entsprechende Reinheit und damit die erforderlichen Eigenschaften, werden teure Komponenten der Maschine angegriffen. Es kann zum ungeplanten Stillstand der Maschine und damit zu erheblichen Betriebsstörungen kommen.

Um diesen entgegenzuwirken, werden in definierten Intervallen Ölwechsel durchgeführt. Es kommt zu einem geplanten Stillstand der Maschine. Neben den Kosten für den Stillstand entstehen im gleichen Intervall weitere Kosten für das Neu-Öl, die Arbeit und die fachgerechte Entsorgung des Alt-Öls.

Aus ökonomischer Sicht ist es sinnvoll, jegliche Ausfälle, insbesondere Spontanausfälle, zu vermeiden und zu überlegen, ob die Intervalle des Ölwechsels verlängert werden können. Ein Aspekt, der auch eine ökologische Perspektive beinhaltet und auf die Umweltbilanz wirkt.

Aus diesen Gründen empfiehlt es sich, die Präventive Instandhaltung um eine professionelle Ölpflege zu erweitern. Dazu gehört die Öl-Aufbereitung bzw. „Öl-Dialyse“ mit einem geeigneten Feinfiltersystem. Sie senkt Kosten sowie Stillstandzeiten und arbeitet für die Werterhaltung der Maschinen.

Allgemeine Funktionen von Öl in Maschinenbau-Systemen

In Maschinenbau-Systemen haben technische Öle eine oder mehrere der folgenden fünf Funktionen zu erfüllen:

- I Kühlung:**
Abtransport entstehender Wärme
- I Schmierung:**
Verringerung von Reibung an Kontaktflächen durch einen Ölfilm
- I Dispersion:**
Transport des Schmutzes zu den Filtern
- I Korrosionsschutz:**
Konservierung von belasteten Flächen durch den Ölfilm
- I Druck-Transfer:**
Übertragung großer Drücke (Hydrauliköl)

Mineralöle sind komplexe organische Verbindungen und neigen zur Filmbildung, was die Auswahl für die oben erläuterten Aufgaben erklärt. Grundsätzlich gilt, dass Öl diese Funktionen nur erfüllen kann, wenn es sehr rein ist, die Additive ihre Funktion erfüllen und keine Fremdstoffe im Öl sind.

Vor allem Fremdstoffe im Öl lösen chemische oder physikalische Prozesse aus, die dieser Funktionserfüllung zuwiderlaufen.

Die vier Erzfeinde des Öls

Alle Öle, unabhängig von Ihrem Einsatz haben vier Erzfeinde, die sich gegenseitig unterstützen und in ihrer schädlichen Wirkung ergänzen:

- I Wasser
- I Oxydation (z.B.: durch Sauerstoff und andere flüchtige Gase)
- I Partikel (idR: Partikel > 1 µm)
- I Umweltbedingungen

Sie beeinträchtigen die Funktionsfähigkeit des Öls stark oder eliminieren diese sogar:



Wasser in Form von Kondenswasser oder extern eingebrachtes Leckwasser: Es führt durch unerwünschte chemische Reaktionen zur Veränderung der Zusammensetzung des Öls und zu Korrosion. In hydraulischen Systemen ist Wasser der Hauptgrund für die nachlassende Fähigkeit des Hydrauliköls, große Drücke schnell zu übertragen.

Oxydation einzelner Bestandteile des Öls entsteht durch Sauerstoff und andere flüchtige Gase. Sie führt langfristig zu Verlackung und Verharzung: Einzelne chemische Be-

standteile des Öls werden abgespalten und gehen mit dem Sauerstoff und anderen reaktiven Gasmolekülen in neuen Verbindungen auf, die dann als Fremdstoffe bis zur Partikelgröße anwachsen können und lack- bzw. harzförmige Fremdkörper bilden.

Partikel, unabhängig davon ob extern eingebracht (Umfeld) oder intern entstanden (Abbrand, Abrieb) sind zwangsläufig Fremdstoffe. Partikel stellen den größten Feind der Funktionsfähigkeit des Öls dar, da sie sich zwischen Gleitflächen (Ventilsitze, Welle-Nabe) festsetzen. Sie forcieren so eine weitere Partikelbildung, die zudem das Gesamtsystem ernsthaft beschädigen und letztendlich zum Stillstand führen können.

Umweltbedingungen wie beispielsweise große Temperaturschwankungen innerhalb kurzer Zeit gefährden ebenfalls die Funktionsfähigkeit des Öls. Typisch dafür ist zum Beispiel der Frühling in Deutschland: nach angenehmen Tagestemperaturen folgt Nachtfrost. Dadurch entsteht kondensiertes Wasser im System. Wind und Regen bedingen die Einbringung von Staub, Sand – und damit verbunden Wasser – in das hydraulische System.

Jeder Feind für sich stellt eine Gefahr für die Leistungsfähigkeit des Öls dar. Hinzu kommt jedoch die enge Zusammenarbeit: Ein kleiner Erfolg des einen wie das Eindringen von Staub durch feinste Dichtungen, begünstigt durch Temperatur- und Luftfeuchtigkeitschwankungen, verstärkt die Wirkung des nächsten Feindes in der Bildung von größeren Partikeln. Das potenziert das Risiko für das Öl und für den Ausfall der Maschine.

Praxisbeispiel Hydrauliköl

In hydraulischen Systemen hat die Hydraulikflüssigkeit die Aufgabe, hohe Drücke zu übertragen und Reibung zwischen gleitenden Oberflächen zu minimieren. Solange die beiden aneinander gleitenden Flächen vollständig durch einen Flüssigkeitsfilm getrennt sind, wird die Oberfläche der Bauteile nicht verändert.

Dieser Idealzustand ist jedoch nur in den seltensten Fällen gegeben - über kurz oder lang befinden sich in allen Hydraulikflüssigkeiten feste Fremdstoffe und Wasser.

Wenn die Größe dieser Schmutzpartikel genau der Höhe des Schmierspaltens entspricht, können diese Feststoffe in den Schmierspalt eindringen und gleichzeitig die Oberflächen der aufeinander gleitenden Bauteile berühren. Dadurch kommt es neben der unerwünschten Reibung zur Überlastung an den schwächsten Stellen oder einzelnen Materialspitzen wie beispielsweise Paßfedernuten. Bei mehrfacher Wiederholung dieser Überlastung kommt es zum Ermüdungsbruch dieser Materialspitzen und es entstehen neue Feststoffpartikel. Durch ständige Wiederholung dieses Verschleißvorganges ist es nur eine Frage der Zeit, bis der Stillstand der Hydraulikanlage eintritt. Um den Verschleiß zu vermindern und um Störungen und Ausfälle am Hydrauliksystem vorzubeugen, müssen also möglichst alle Schmutzpartikel aus dem Hydrauliköl entfernt werden. Zudem wird durch das Vorhandensein von Partikeln das Öl chemisch durch ungewünschte Reaktionen (z.B.: Abspaltung von Molekülbestandteilen) geschädigt.

Schmutzpartikel als Katalysator

Hydrauliköle verändern sich unter Einfluss von Temperatur, Sauerstoff und dem Vorhandensein eines Katalysators wie zum Beispiel Schmutzpartikel.

Jeder Schmutzpartikel für sich hat eine Oberfläche. Die Oberfläche eines einzelnen Partikels ist extrem klein. Aufgrund der hohen Anzahl von Schmutzpartikeln im Öl (bereits in neuem Öl befinden sich teilweise über 100.000 Partikel pro 100 ml mit einer Partikelgröße von $>5\mu\text{m}$) haben diese zusammen eine sehr große Oberfläche, die katalytisch wirksam ist. Dadurch nimmt das Öl Sauerstoff auf und es bilden sich langkettige Moleküle. Diese Moleküle können sich verbinden (polymerisieren) und bilden klebrige, harzige Bestandteile im Hydrauliköl. Diese lagern sich an Oberflächen von hydraulischen Bauteilen an. Insbesondere

bei kaltem Hydrauliköl führen die Verharzungen zu Betriebsstörungen und unruhigem Lauf durch Verkleben von Hydraulikbauteilen. Mit zunehmender Erwärmung des Öles lösen sich die Verharzungen teilweise und die Maschine läuft wieder ruhiger. Bei weiterem Fortschreiten der Oxydation des Öles und Bildung von Verharzungen nehmen die Störungen weiter zu und das Öl muss letztendlich doch gewechselt werden.

Aber auch dieser Öl-Wechsel hat seine Tücken, denn auch Neu-Öl ist schon mit Partikeln durchsetzt und verfügt damit nicht über die notwendige und angestrebte Reinheit.

Vor allem bei Neu-Ölen, die in Fässern, Tankwagen oder Minicontainern angeliefert werden, ist mit einer hohen Belastung des Öls durch Kondenswasser und Feststoffverschmutzung zu rechnen.

An der Bildung von Verharzung im Öl sind Schmutzpartikel aller Größen beteiligt. Da die Zahl der Partikel mit fallender Größe stark zunimmt, sind insbesondere Feinstpartikel unter $4\mu\text{m}$ für die Beschleunigung der Oxydation im Hydrauliköl verantwortlich.

Wasser als Beschleuniger der Öl-Degeneration

Wasser ist ein weiterer großer Feind für funktionierende Hydrauliksysteme, denn es:

- I beschleunigt die Alterung des Öls,
- I erhöht die Korrosion metallischer Flächen und den Verschleiß an bewegten Flächen,
- I verringert die Lebensdauer von Wälzlagern und die Gebrauchseigenschaften von Elastomeren,
- I beschleunigt die Oxydation des Öls und kann zu ungewünschter Verlackung führen.

Bisher gibt es kein wirtschaftlich vernünftiges Verfahren, Wasser in hydraulischen Systemen vollständig zu vermeiden.

Durch Temperatur- und Luftfeuchtigkeitschwankungen in der Systemumgebung entsteht Kondenswasser im System. Zu-

dem dringt Wasser bei Geräten im Außen-Einsatz wie z.B. bei Baumaschinen immer wieder eigenständig auch durch die besten Dichtungssysteme in den Öl-Kreislauf ein. Da zudem auch neues Hydrauliköl, nach der Herstellung und im Handel oftmals im Freien gelagert wird, ist auch bei einem Ölwechsel keine Garantie für einen wasserfreien Hydraulikkreislauf gegeben.

Dennoch kann dem Wasser-Risiko im Rahmen einer professionellen Instandhaltungsstrategie begegnet und dieses minimiert werden. Die größte Herausforderung stellen dabei Hydrauliksysteme dar, die im Freien arbeiten müssen. Sehr gute Erfolge konnten in diesem Bereich mit Nebenstromfiltern wie dem DELTA TECHNIK Filterelement 6534 erzielt werden, der über hohe Wasseraufnahmeeigenschaften verfügt.



Dieses Filterelement zeichnet sich durch hohe Wasseraufnahme-Kapazität aus: bis zu 5 Liter je Element bei einer gleichzeitig extrem hohen Filterfeinheit bis zu 1 Mikrometer. Das Filterelement 6534 wurde eigens für stark belastete Hydrauliksysteme und Hydrauliköle der Viskositätsgruppen 20 - 55 entwickelt.



Professionelles Öl-Management

Im Rahmen eines professionellen Öl-Managements, als Bestandteil der präventiven Instandhaltung, empfiehlt sich folgender Öl-Pflegeprozess:

I Start-Öl-Pflege

Sicherung der Öl-Reinheit durch das Einfüllen des Neu-Öls bei Ölwechsel über ein hochwertiges Feinstfiltersystem

I Kontinuierliche Öl-Pflege

Kontinuierliche Öl-Aufbereitung durch integrierte Feinstfilter-Einheiten und regelmäßige Aufbereitung des Öls bzw. Hydrauliköls mit mobilen Feinstfilter-Einheiten.

I Permanenter Öl-Pflege-Check

In regelmäßigen Abständen gilt es, einen Blick auf das Hydrauliköl werfen: Hoher Wassergehalt ist schnell an der Farbe des Öl oder am weißen Schaum auf dem Öl zu erkennen. Wenn man im Aufbau eines professionellen Öl-Management-Systems schon fortgeschritten ist, empfiehlt sich Anschaffung eines einfachen Prüfsystems zur Integration der Messung in einen Prüfplan.

Fußnote:

1): Erläuterung Beta-Wert: Bei Ölfiltern werden zur Klassifizierung Bx - Werte (beta-Wert) angegeben. Der DIN ISO-Standard 16889 beschreibt die Ermittlung dieses Wertes über den sogenannten Multipass-Test.

Der Beta-Wert errechnet sich aus der Division der Partikelanzahl vor dem Filter zur Anzahl nach dem Filter:

$$\text{Beta}(x) = \frac{\text{Anzahl Partikel vor dem Filterelement}}{\text{Anzahl Partikel nach dem Filterelement}}$$

Beispiel: Beta(4) = 200 bedeutet das der Beta-Wert bei 4 Mikrometer großen Partikeln bei 200 liegt. Von 200 Partikeln passiert 1 Partikel den Filter, 199 werden zurückgehalten.

Aus dem Beta-Wert ergibt sich der Abscheidegrad:

$$\eta = \frac{\text{Beta}(x) - 1}{\text{Beta}(x)} \cdot 100\%$$

Mit unserem obigen Beispiel ergibt sich:

$$\eta = (B-1) / B \cdot 100 \% \Rightarrow \eta = 199 / 200 \cdot 100 \% \Rightarrow \eta = 99,5 \%$$

d.h.: das Filterelement hält 99,5% der Partikel mit einer Größe 4 Mikrometer und grösser zurück. Bedenkt man, dass die Spaltweiten des Kegels in einem Servoventils idR. bei 2,5 - 8 µm liegen, so erklärt dies die Höhe dieses Anforderungskriteriums.

Einsatzbereiche des Öl-Pflege-Prozesses sind:

I Neumaschinen mit Wartungsverträgen

Hier empfiehlt sich die Start-Pflege im Rahmen der vertraglich definierten Öl-wechsel.

I Maschinen außerhalb der Garantiefrist oder ohne Wartungsverträge

Hier empfiehlt sich die Öl-Start- und die oben beschriebene Öl-Pflege.

Das nachfolgende Schaubild verdeutlicht die Zielsetzung der Präventiven Instandhaltungsstrategie und die Ziele der Öl-Pflege:

Präventive Instandhaltungsstrategie	Spontanausfälle vermeiden
	Schonung teurer System-Komponenten
	Zeit und Kosten für Ölwechsel sparen

Professionelle Öl-Pflege	Additive erhalten
	Verunreinigung entfernen Abrieb, Abbrand, Fremdpartikel
	Wasser eliminieren

Auswahlkriterien für ein geeignetes Feinstfiltersystem

In der Praxis haben sich folgende physikalische Auswahlkriterien für ein Öl-Feinstfiltersystem durchgesetzt:

- I Beta-Wert(4) > 2001)
- I Hohe Schmutz- und Partikelaufnahme
- I Geringe Druckdifferenz am Filterelement
- I Hohe Wasserrückhaltefähigkeit

Die Kombination des Reinheitsgrades mit der Wasseraufnahmekapazität und der Standzeit führen letztendlich zu einem Feinstfiltersystem, das aus wirtschaftlichen (schnelle Amortisation) und ökologischen (niedrigere Entsorgungskosten, weniger Öl-Nachkauf) Aspekten den Anforderungen des hydraulischen Systems an das Öl am besten gewachsen ist.

In der täglichen Praxis beim Außen-Einsatz wie z.B. auf Baustellen oder in Steinbrüchen werden an Feinstfiltersysteme noch zusätzliche Anforderungen gestellt:

- I Hohe Flexibilität (Einsatz an mehreren Maschinen möglich)

- I Einfache Bedienung („plug and filter“)
- I Robust und wetterfest („kann auch mal einen Schlag ab“)
- I Standzeit eines Filterelements > 1.500 Betriebsstunden
- I Schnelle Amortisation

Die Delta Technik Filtersysteme sind als mobile oder integrierte feststehende Nebensystemeinheiten aufgebaut und im gesamten Öl-Pflege-Prozess einsetzbar.

Die mobilen Feinstfiltersystem-Einheiten werden zu der jeweiligen Maschine gerollt und mit Standardverschraubungen an den Hydrauliktank angeschlossen. Sie erledigen die Ölaufbereitung vollautomatisch, eine weitere Bedienung ist nicht notwendig.

Beispiel für eine mobile Feinstfilter-Einheit:



Die integrierte Filtersystem-Einheit wird einfach über Standardanschlüsse verbunden und bereitet Hydraulik als integraler Bestandteil des Hydrauliksystems auf.

Beispiel für eine integrierte Filtersystem-Einheit:



In diesem System wird das Öl kontinuierlich während der Betriebszeit des Hydrauliksystems aufbereitet und sichert so hohe Öl-Reinheit und hohe Auslastung.

Ein Beispiel aus der Praxis:



In Großmaschinen wie z.B. bei Baggern oder Radladern ist eine kontinuierliche Öl-Aufbereitung sinnvoll, weil diese Hydrauliksysteme großen Belastungen von Umwelt- als auch Einsatzbedingungen (hohe Drücke im System) ausgesetzt sind. In diesen Fällen hat sich der Einbau eines zusätzlichen Ne-

benstrom-Feinfiltersystems in den Hauptstrom aus Wirtschaftlichkeitsgründen bewährt.

Die Feinfiltersysteme, deren Technologie sogar die NASA überzeugt hat, ermöglichen aufgrund ihrer Qualität eine kurze Amortisationszeit. Die Wirtschaftlichkeit der Systeme gilt für den laufenden Einsatz sowie für die Nachrüstung.

Autor: C. Ruckes, Geschäftsführer
Bilder: Delta Technik Filtersysteme GmbH



info

DELTA TECHNIK Filtersysteme GmbH
65558 Hirschberg
Fon: +49 (0) 64 39-22 99 067
www.delta-technik.de

Motek



www.motek-messe.de

32. Motek

Internationale Fachmesse
für Produktions- und
Montageautomatisierung

- Montagetechnik
- Handhabungstechnik
- Robotersysteme
- Zuführ- und Fügeösungen
- Antreiben – Steuern – Prüfen

Bondexpo



www.bondexpo-messe.de

7. Bondexpo

Microsys



www.microsys-messe.de

6. Microsys

7.–10.10.2013
Stuttgart

 **SCHALL**
MESSEN FÜR MÄRKTE.
www.schall-messen.de