

# Mikro und Bypass Filtration in Hydraulische System.

Andrej Zatvarnický, Demian Peter, Marián Dzimko

## 1. Einleitung

Hydraulische Flüssigkeiten gehören zu den wichtigsten Medien in jeder Maschine. Viele von diesen Öle sind gefiltert, analysiert und gewechselt. Dennoch kommt es regelmässig zu Maschinenstillständen. Nach dem Die Pumpen, Ventile, Zylinder oder andere hydraulische Teile müssen gewechselt sein. Verschmutzungen im Öl sind unvermeidlich und gehören zu hydraulischen Systemen. Verschleiss durch Reibung, Materialermüdung und Abnutzung erzeugen zusätzliche Verschmutzung, weil die Schmutzteilchen mit hohen Geschwindigkeiten und hohen Druck in dem System zirkulieren. Schmutzpartikel aus der Umgebungsluft dringen durch die Tankbelüftung und die Dichtringe der Zylinder ein und tragen so zur Verschmutzung des System bei. Kondensat, das durch Temperaturschwankungen und undichte Wasser-Ölkühler verursacht wird, verschmutzt das Öl mit Wasser. Eine Kombination aus Metallteilchen, Wasser und Sauerstoff dienen als Katalysator. Bei relativ hohen Temperaturen beschleunigt sich die Oxidation des Öls. Während dieses komplexen Oxidationsprozesses werden durch Polymerisation klebrige Molekülstrukturen geformt, die man Schlamm, Harze oder Oxidationsprodukte nennt. Diese harzigen Substanzen haben eine dunkel-braune Farbe und setzen auf allen Teilen des Hydrauliksystems ab. Aufgrund ihrer mikroskopischen Grösse werden sie nicht durch traditionelle Filtersysteme entfernt. [2]

## 2. Kontamination und Verschmutzung

### 2.1. Feste Teilchen

In Hydrauliksystemen vermehren sich feste Teilchen unaufhaltsam. Diese Teilchen strömen unter hohem Druck und hoher Geschwindigkeit durch das Hydrauliksystem (Pumpen, Ventile, Dichtungen, Zylinder) und sandstrahlen die Komponenten. Am gefährlichsten sind vor allem die winzigen Partikel, die entweder die gleiche Grösse haben oder kleiner sind als das dynamische Spiel ( $<5\mu\text{m}$ ). Sie können die engsten Toleranzen überbrücken und Verschleiss an einer oder beiden Oberflächen verursachen. Regelpumpen und Servoventile haben kritische Toleranzen von 1 bis  $10\mu\text{m}$  und sind deshalb anfällig für feine Schmutzteilchen. Metalle sind ausserdem sehr aktive Katalysatoren und beschleunigen den Oxidationsprozess im Öl. Der Oxidationsprozess wird neutralisiert durch die sich im Öl befindlichen antioxidativen Additive. Sie setzen sie durch Polarisation an den Metallteilchen fest und verhindern so einen direkten Kontakt zwischen dem Öl einerseits und den Metallen andererseits. Jedes neue Metallteilchen muss immer wieder neutralisiert werden, wodurch das Additivpaket langsam aufgebraucht wird. Kleine Metallteilchen spielen hierbei eine wichtige Rolle, da sie eine enorme Kontaktfläche darstellen. Die Folgerung: Je stärker die Verschmutzung, desto schneller steigt der Säuregrad (T.A.N.-Wert, Total Acidity Number) im Öl (Bild 1), und das Öl verliert seine physikalischen und chemischen Eigenschaften. Ein Ölwechsel ist dann die einzige Lösung. [1], [2]

---

Ing. Andrej Zatvarnický, Ecofil s.r.o., sama Chalupku 18, 071 01 Michalovce, externý doktorant, Žilinská Univerzita, Strojnícka fakulta.

Peter Demian, Kean University, New Jersey, USA

Prof. Ing. Marián Dzimko, Csc.: Žilinská Univerzita, Strojnícka fakulta, Katedra konštruovania a častí strojov, Univerzitná 1, 01% 26 Žilina

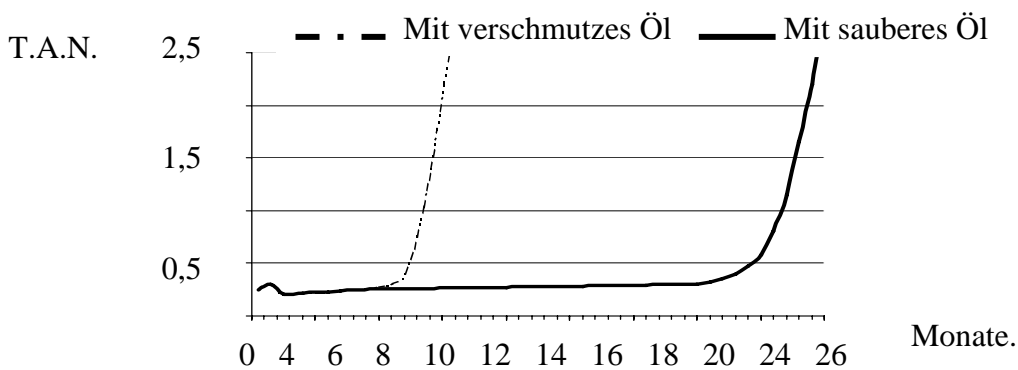


Bild 1 – Abhängigkeit T.A.N von verschmutzung und Zeit

## 2.2. Wasser

Die ständig wechselte Öltemperatur verursacht Kondensation. Der Einfluss von Wasser auf den Oxidationprozess im Öl ist äusserst dramatisch (Tabelle 1).

Test	Wasser	Kupfer	Zeit	T.A.N.
1.	NEIN	NEIN	+ 3500 Std	0,17
2.	NEIN	JA	3000 Std	0,89
3.	JA	JA	100 Std	11,20

Tabelle 1 - Oxidationprozess im Öl. Abhängigkeit T.A.N von Wasser, Kupfer und Zeit

Je mehr der Oxidationprozess fortschreitet, desto höher wird der Säuregehalt (T.A.N.) des Öls. Wenn der Säuregehalt 2,00 mg KOH/gr erreicht (je nach Ölart unterschiedlich), wird ein Ölwechsel erforderlich, um Schäden an der Anlage zu vermeiden. Die Toleranzen in modernen Maschinen sind meistens so klein, dass bewegliche Teile abwechselnd Druck und Vakuum produzieren. Bei einem Vakuum dehnt sich die Feuchtigkeit stark aus. An den Oberflächen dieser Teile werden durch die Zerstörung des Schmierfilms neue Verschleisssteilchen produziert. Wasser greift die Metalloberflächen an, und dringt langsam in die mikroskopischen Poren ein, wodurch eine Materialermüdung entsteht. Ausserdem ist Wasser die ideale Basis zur Vermehrung von Bakterien, die wiederum die Additive zerstören. Wasser kann die Lebensdauer von Hydraulikkomponenten um bis zu 50% verkürzen. [1], [2]

## 2.3. Schlamm – Harze – Oxidationsprodukte

Schlamm – Verschmutzung ist zweifellos die meist verkannte Verschmutzung von Hydraulikanlagen. Dennoch ist Schlamm quasi in jedem Hydrauliksystem vorhanden. Weil Schlamm zu den weichen Schmutzstoffen gehört, den meisten Benutzern ist deshalb nicht bewusst, dass sie sich im Öl befinden. Ihr Vorkommen kann jedoch weitreichende Folgen haben:

1. Die Effizienz des Wärmeaustausches sinkt
2. Die Hauptstromfilter verstopfen: Schlamm ist eine klebrige, harzähnliche Substanz
3. Montagskrankheit: Bei normalen Betriebstemperaturen sind die meisten Harze im Öl aufgelöst. Wenn das Öl abkühlt, verkleben die Harze und bilden eine sehr viskose Masse. Wenn die Maschine wieder gestartet wird, brauchen die Harze länger um sich aufzulösen als das Öl benötigt um warm zu werden.

Das Auftreten von Harzen verursacht einen Reibungskoeffizienten der 5 bis 6 mal höher liegt als der normale Wert. In einigen Fällen können sie sogar den Steuerkolben vollkommen blockieren.[1]

### 3. Filtration

#### 3.1. Hauptstromfilter

Hauptstromfilter, wie Ansaug-, Hochdruck- und Rücklaufilter werden eingebaut, um das Hydrauliksystem gegen grossen Schmutz und eine plötzliche Zunahme fester Schmutzteilchen zu schützen. Sie können aber keine weichen Schmutzstoffe, also Wasser und Harze, entfernen. Filter sind dabei störende Faktoren. Darum werden die meisten Filter mit einem Bypassventil versehen das verhindern soll dass der Hauptstrom blockiert wird wenn ein Filterelement verstopft ist. Öl, das durch ein Bypass ventil fliesst, wird jedoch überhaupt nicht gefiltert. Das Resultat ist, dass die versprochene  $\mu$ - Rate von den Filterelementen in der Praxis ist nicht eingehalten wird.

#### 3.2. Bypass filtration

Eine wirksame Ölfilterung ist notwendig. Wasser und Harze können durch Bypass Öltreiniger entfernt werden. Bypass-Öltreinigugssystem, das ideale Filterprinzipien und Mechanismen in die Praxis umsetzt mit filtration weniger als  $1\mu$ . Sie arbeiten mit niedriger Durchfluss und Druck, keine Druck – und Durchflussunterschiede und eine axiale Filterung in Verbindung mit einem Zellulose-Filtermaterial. Das Resultat ist Filtersystem, das mit einem einzigen Filterelementen folgendes wirksam entfernt die feste Teilchen, Wasser, Schlamm, Harze und Oxidationsprodukte. Die Basis ist ein spezielles Zellulosegewebe, das um eine zentrale Achse gewickelt ist. Der Filter wird axial durchströmt von oben nach unten (Bild 2). Dies resultiert in einer Kombination von Mikrofilter und Tiefenfilter. [2]

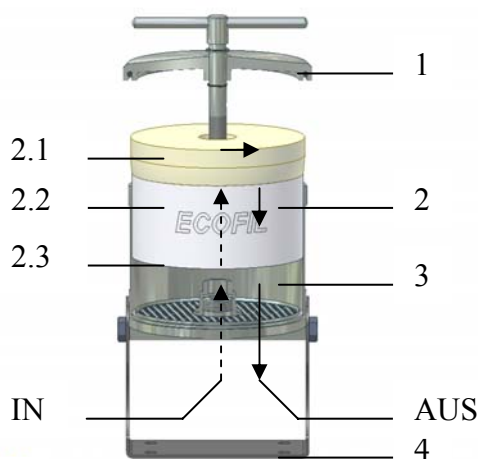


Bild 2 – Bypass Tiefenfilter  
1-Deckel, 2- Filterelement, 3- Filtertopf, 4- Halter

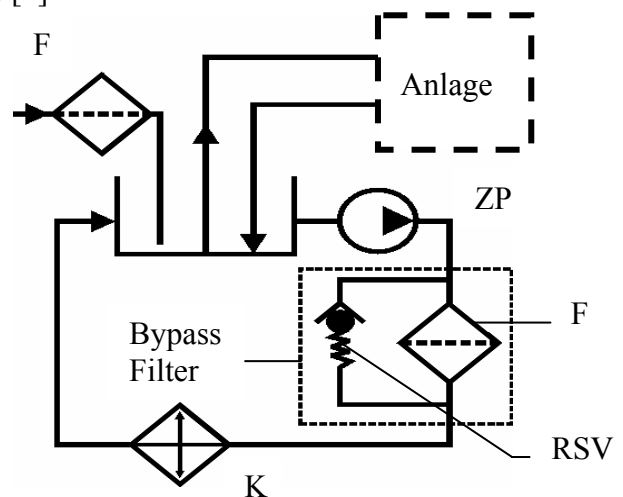


Bild 3 – Hydraulische system mit Bypass Filter  
F- Filter, ZP- Zahnradpumpe, K- Kühler, RSV- Rückschlagventil

Dieser Aufbau lässt das Öl durch das Filtermaterial in 3 Lagen (2.1,2.2,2.3) mit einer unterschiedlichen Dichtheit durchlaufen. Grosse Schmutzteilchen werden an der Oberfläche (Lage 2.1) zurückgehalten, kleine Teilchen ( $100 - 10\mu$ ) im mittel Teil (Lage 2.2) und kleinste Teilchen in dem komprimierten, unseren Teil 2.3 ( $< 10\mu$  max bis  $0,1\mu$ ). Diese progressive Entfernung von Teilchen ergibt einen hohen Micronwert und Beta-Ratio bei  $2\mu > 300$ , und eine hohe Schmutzaufnahmegrad. Ausserdem absorbiert das Zellulosegewebe bis 400ml. Wasser pro Filterelement.. Die Entfernung von Harz resultiert aus einer Kombination eines speziellen Zellulosegewebes mit einer langen Durchflusstrecke durch das Filterelement. Die Kombination dieser 3 Eigenschaften und der hohe Grad an Effizienz von jeder dieser Eigenschaften machen diese filtration einzigartig im Bereich der Ölfilterung (Bild 4). [1], [2]

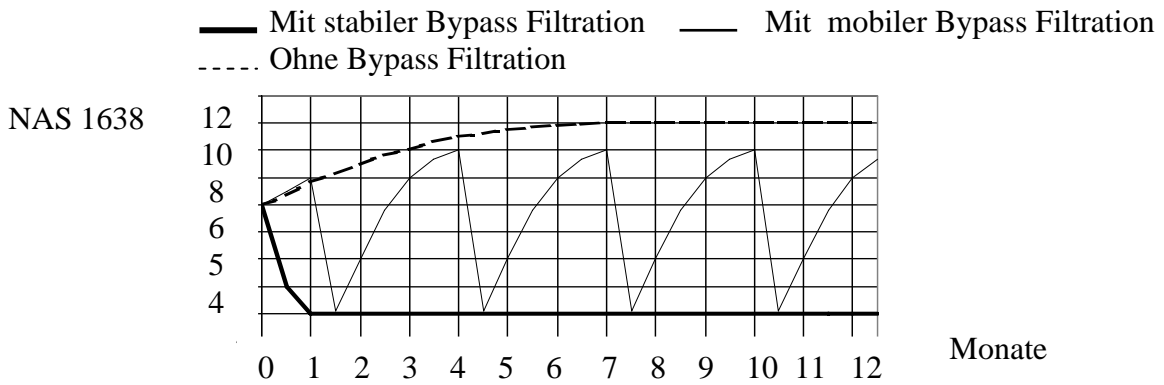


Bild 4 – Vergleich von Bypass Filtration, stabiler oder mobiler filtration, und ohne ByPass

#### 4. Zusammenfassung

Die einzigartige reinigende Wirkung von Bypass mikrofiltration bietet eine grosse Anzahl von Vorteilen für die Hydraulikanlag. Eine erhebliche Verminderung von Erosion und des Sandstrahleffekts an den geringen Fertigungstoleranzen, was zu Verschleiss und Fehlfunktionen von Pumpen und Ventilen führt. Keine Kavitation von Pumpen. Die Viskosität, der Säuergrad und die schmierenden Eigenschaften des Öls bleiben stabil. Die Standzeit des Hydrauliköls kann auf bis zu 10 Jahre oder 35.000 Arbeitsstunden verlängert werden. Keine Ablagerungen oder

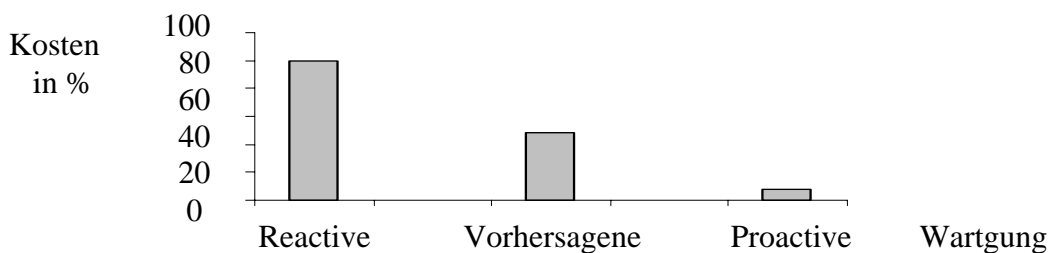


Bild 5 – Wartungskosten bei verschiedene Wartung

Korrosion an Metalloberflächen und darum keine Rostentwicklung. Kein Blockieren von Hauptstromfiltern beim Starten mit kaltem Öl und eine optimale Arbeit der Wärmetauscher. Mit Bypass filtration wird die reactive Wartung in proactive Wartung umgesetzt (Bild 5).

Für laufenden Kosten des Unternehmens bringt die Bypass und mikrofiltration höhere Maschinenleistung, Steuerbarkeit, Systemeffizienz, Zuverlässigkeit und Lebensdauer Hydraulikkomponenten, geringerer Energieverbrauch. Das bringt auch Ansehnliche Verminderung des Ölverbrauchs und der Ölentorgungskosten. Die teuren Saug-, und Rücklauf filter halten 2 bis 4 mal so lang und Eine erhebliche Reduzierung der Maschinenstillstand, Produktionsausfälle und Arbeitskräfte. [2]

Literaturverzeichnis:

- [1].Christofer Dickenson, Filter and filtration Handbook, Elsevier Science Publishers LTD,1992
- [2].Katalog RRR Eastern Europe –Austria, September 2000,