

# FILTRATION IN DER MOBILEN HYDRAULIK



**Autor:** Robert Bieterman,  
Senior Application Engineer,  
Hydraulic Filtration bei Eaton

Die Kontamination in Hydrauliksystemen stellt eine erhebliche Gefahr für die Effizienz und Produktivität Maschinen dar. Tatsächlich lassen sich mehr als 80 Prozent aller Hydraulikausfälle auf verunreinigte Fluide zurückführen. Hierin eingeschlossen sind Schlauch- und Armaturenfehler sowie Pumpen- und Ventilfehler.

Zwischen der Fluidkontamination und der Komponentenlebensdauer besteht zweifelsohne eine direkte Korrelation. Tatsächlich ist diese Korrelation so stichhaltig, dass Erstausrüster (OEM) von Hydraulik- und Filtrationssystemen Tabellen veröffentlichen (Abb. 1), die zur Prognose der Auswirkungen einer unzureichenden Filtration herangezogen werden können. Es ist ebenfalls wichtig zu beachten, dass auf der Suche nach mehr Effizienz der Betriebsdruck und die Komponententoleranz zunehmen. Dementsprechend wächst auch die Menge an Schmutzpartikeln, die einem Hydrauliksystem schaden können.

Obgleich sich Anwender industrieller Hydrauliksysteme schon länger mit diesem Thema beschäftigen, wird das Problem erst seit Kurzem in der mobilen Welt berücksichtigt, in der Wechselfiltern verwendet werden und in der die zeitbasierte Fluidpflege gängige Praxis ist. Doch keine dieser Technologien ermöglicht den Schutz, den mobile Hochleistungs-Hydrauliksysteme des 21. Jahrhunderts benötigen.

## DAS SZENARIO FÜR EINE ABSOLUTE FILTRATION

Was mobile Hochleistungs-Hydrauliksysteme vom technischen Standpunkt gesehen benötigen, ist eine absolute Filtration, die sich nach einer als Beta Ratio bezeichneten Leistungsbewertung

bestimmt, welche im Zuge des Multi-Pass Filter Performance Beta Tests (ISO 16889) ermittelt wird. Die Testergebnisse werden als Betaverhältnis in Bezug auf die Anzahl und Größe an Partikeln angegeben, die vor wie auch nach dem Testfilter gemessen werden.

Moderne Hydrauliksysteme erfordern eine Filtration mit einem Betaverhältnis von 200 (Filtration von 99,5 Prozent der Schmutzpartikel) oder 1000 (Filtration von 99,9 Prozent der Schmutzpartikel) zur Erreichung einer maximalen Betriebslebensdauer. Im Hinblick auf die Erzielung hydraulischer Reinheit ist das Betaverhältnis allerdings erst der Anfang.

Andere wichtige Faktoren sind die Schmutzaufnahmekapazität der Filter, der Differenzdruck (Delta P) und die Betastabilität. Die Betastabilität ist die Eigenschaft eines Filterelements, in einem dynamischen Hydrauliksystem aus der realen Welt gute Leistungen zu erzielen und nicht nur in einem Labor. Aus praktischer Sicht sind Filterelemente üblicherweise die beste Option.

Die heutzutage innovativsten Filterelemente greifen auf mehrere Lagen synthetischer Medien zurück, um die Leistung in allen Bereichen zu maximieren. Jede Filterlage erfüllt eine bestimmte Funkti-

## POINTIERT

80 PROZENT HYDRAULIKAUSFÄLLE DURCH VERUNREINIGTE FLUIDE

MOBILE HOCHLEISTUNGS-HYDRAULIK BENÖTIGT ABSOLUTE FILTRATION

MODERNE FILTERELEMENTE ARBEITEN MIT MEHREREN LAGEN

FILTRATIONSSTRATEGIE DURCH FLUIDÜBERWACHUNG OPTIMIEREN

on, welche die Filtrationsleistung, Schmutzaufnahmekapazität oder Betastabilität unterstützen kann. Filterelemente tragen außerdem dazu bei, den Fluidverlust, der bei jedem Wechsel von Wechselfiltern entsteht, drastisch zu reduzieren, und haben somit positive wirtschaftliche und ökologische Auswirkungen. Unter weiterer Berücksichtigung des verlängerten Komponentenlebens, das erwartungsgemäß aus einem ordnungsgemäß geschützten System resultiert, machen diese Faktoren die etwas höheren Kosten von Filterelementen wieder wett.

Filterelemente sind im industriellen Anwendungsbereich der Hydraulik Standard. Da der Betriebsdruck und die Ausgefeiltheit der Komponenten in mobilen Umgebungen weiter ansteigen, werden diese Filter zudem großflächiger eingesetzt.

## MOBILE HERAUSFORDERUNGEN UND LÖSUNGEN

Die Aussage, dass der Installationsplatz bei Anwendungen im Bereich mobiler Geräte stark beeinträchtigt ist, entspricht der Wahrheit. Dieses Problem wird durch zusätzliche Komponenten, die für Diesel-Abgasnachbehandlungssysteme erforderlich sind, um die Einhaltung der globalen Emissionsstandards zu gewährleisten, weiter verschärft. Um den Flächenbedarf für die Filtration in mobilen Maschinen zu reduzieren, sollten Erstausrüster (OEM) für mobile Maschinen die Verwendung von Tankrücklauffiltern erwägen, die direkt in den Hydraulikbehälter integriert sind. Filteranbieter haben auf diese potentielle Lösung mit verschiedenen Konstruktionsentwürfen für diese Anwendung reagiert. Tatsächlich haben eine Reihe von Behälterherstellern vorinstallierte Varianten konstruiert. Eaton geht davon aus, dass die Nachfrage nach dieser Lösung steigen wird, da die globalen Emissionsstandards strenger werden.

Ein bemerkenswertes Merkmal in Bezug auf Hydraulikfluide ist die Viskositätsverdi-

Abbildung 1: Empfindlichste Systemkomponente	Niederdruck unter 140 bar (mäßige Bedingungen)		Mittlerer Druck 140 – 210 bar (oder Niederdruck plus schwere Bedingungen) <sup>1</sup>		Hoher Druck 210 bar und höher (oder mittlerer Druck plus schwere Bedingungen) <sup>1</sup>	
	ISO-Soll Levels	Filter Micron Werte	ISO-Soll Levels	Filter Micron Werte	ISO-Soll Levels	Filter Micron Werte
<b>PUMPEN</b>						
Außen-Zahnradpumpe	22/18/14	25 VG	20/16/13	10 VG	20/16/13	10 VG
Flügelzellenpumpe	22/18/14	25 VG	20/16/13	10 VG	20/16/13	6 VG
Kolbenpumpe	20/16/13	10 VG	20/16/13	6 VG	19/15/11	3 VG
Variable Kolbenpumpe	20/16/13	6 VG	19/15/11	3 VG	18/14/10	3 VG
<b>VENTILE</b>						
Rückschlagventil	22/18/14	25 VG	20/16/13	10 VG	20/16/13	10 VG
Wegeventil (Magnet)	22/18/14	25 VG	20/16/13	10 VG	20/16/13	10 VG
Durchflussregelventil	22/18/14	25 VG	20/16/13	10 VG	20/16/13	10 VG
Einschraubventil	20/16/13	10 VG	20/16/13	6 VG	19/15/11	3 VG
Proportionalventil	19/15/11	3 VG	18/14/10	3 VG	17/13/9	3 VG
Servoventil	18/14/10	3 VG	17/13/9	3 VG	16/12/8	3 VG
<b>ANTRIEBE</b>						
Zylinder, Flügelrad-, Getriebemotoren	23/19/15	25 VG	22/18/14	16 VG	20/16/13	6 VG
Kolbenmotoren	20/16/13	10 VG	20/16/13	6 VG	19/15/11	6 VG
Hydrostatische Getriebe	19/15/11	6 VG	18/14/10	3 VG	17/13/9	3 VG
<b>TEST STÄNDE</b>						
	15/11/7	1 VG	15/11/7	1 VG	15/11/7	1 VG
<b>SCHMIERÖLE</b>						
Papiermaschinen-Öle	20/16/13	10 VG	NZ	NZ	NZ	NZ
Dampfturbinen-Öle	19/15/11	6 VG	NZ	NZ	NZ	NZ
Diesel-Maschinen	20/16/13	10 VG	NZ	NZ	NZ	NZ
Mobiles Schaltgetriebe	20/16/13	10 VG	NZ	NZ	NZ	NZ
Industrie-Schaltgetriebe	19/15/11	6 VG	NZ	NZ	NZ	NZ
Radiallager	19/15/11	6 VG	NZ	NZ	NZ	NZ
Rollenlager	18/14/10	3 VG	NZ	NZ	NZ	NZ
Kugellager	17/13/9	3 VG	NZ	NZ	NZ	NZ

### Richtlinien für das Bestimmen, Erreichen und Erhalten der Soll-Reinheitsklassen mit Hochleistungs-Filtration (Beta Ratio ≥ 200)

<sup>1</sup> Schwere Bedingungen schließen ein: hohe Strömungsschübe, Druckspitzen, häufige Kaltstarts, extrem hohe Beanspruchung und Vorhandensein von Wasser; NZ = nicht zutreffend

ckung bei geringen Temperaturen. Druckabfälle im gesamten Hydraulikkreislauf nehmen zu und es gibt Kaltstartprobleme. Darüber hinaus ist die Leistung geschmälert, bis das Fluid Betriebstemperatur erreicht hat. In Umgebungen mit geringen Temperaturen lassen sich Maschinen zwar

oftmals starten, allerdings sind Beeinträchtigungen der Betriebsfunktion möglich.

Wenn OEMs nach einer Lösung für dieses Problem suchen, kann ein größerer Filter installiert werden. Damit gehen jedoch gewisse Nachteile wie zusätzliche Kosten und sperrigere Systeme einher. Es wurde

zudem festgestellt, dass es gängige Praxis ist, den Filter über ein Druckbegrenzungsventil zu umgehen, bis das Fluid die passende Temperatur erreicht hat. Dies sollte allerdings vermieden werden, da die Kontamination nach unten abfließt. Vom technischen Standpunkt aus wird die Verwendung eines Bypass-Ventils empfohlen, welches unfiltriertes Fluid zurück in den Behälter führt, um so die Verunreinigung des Systems mit kontaminiertem Fluid zu mindern.

### REALISTISCHE ZIELE

Angesichts der modernen Filtrationstechnologie ist ein erreichbares Ziel für mobile Geräte die Reduktion der Fluidkontamination in einem solchen Maße zu realisieren, sodass die Verschmutzung im Laufe der vertretbaren voraussichtlichen Betriebslebensdauer der entsprechenden Komponente nicht mehr zu Fehlern von Systemkomponenten beiträgt. Um dies zu erreichen, ist die Festlegung eines angestrebten Reinheitsgrads erforderlich, welcher die spezifischen Betriebsanforderungen des Systems berücksichtigt.

Der Reinheitsgrad ist ein äußerst spezifischer quantitativer Wert, der unter Anwendung eines Partikelzählungsverfahrens im Labor gemäß Norm ISO 4406:99 ermittelt wird. Das wichtige Ergebnis ist eine Reinheitsklasse, die aus drei Zahlen besteht (z. B. 17/14/12) und die Anzahl von Partikeln mit einer bestimmten Größe repräsentiert, welche in der Ölprobe gefunden wurden.

Die oben erwähnten Tabellen zu Kontamination/Komponentenfehlern basieren auf dem Reinheitsgrad, der für die meisten kontaminationsempfindlichen Systemkomponenten angewandt wird. Fachkräfte im Bereich der Hydromechanik sollten diese Leitlinien zur Festlegung von angestrebten Reinheitsgraden für bestimmte Hydrauliksysteme verwenden.

Sobald diese Reinheitsgrade festgelegt sind, besteht die einzige Möglichkeit festzustellen, ob die Ziele erreicht werden, darin, den Fluid-Zustand systematisch zu überwachen. Die traditionelle Lösung besteht darin, Proben zur Analyse an ein Labor zu schicken. Doch dies lässt sich im Zusammenhang mit mobilen Geräten nicht immer einfach bewerkstelligen. Die Filtration Division von Eaton bietet portable Laborkoffer-Lösungen („Lab-In-A-Suitcase“) an, die zur Vor-Ort-Überwachung der Fluidreinheit verwendet werden können.

Eine vernünftige technische Vorgehensweise besteht darin, dass Anwender nur dann davon ausgehen sollten, dass reines Fluid in das System gelangt, wenn es bei der Zuführung filtriert wird. Ein Filterelement ist eines der kosteneffektivsten Werkzeuge, das zur Wartung von Hydrauliksystemen zur Verfügung steht. Die Kapitalrendite ist aufgrund der verlängerten Lebensdauer kostspieliger Komponenten mehr als lohnenswert.

### FAZIT

Eine gut durchdachte und schlüssig angewandte Filtrationsstrategie, die auf modernen Filtrationssystemen mit Filterelementen gründet, in Kombination mit einer systematischen Fluidüberwachung, wird das Leben kritischer Hydraulikkomponenten verlängern. Sie wird die Produktivität und Betriebsverfügbarkeit von mobilen Geräten verbessern. Sie wird überdies die Lebensdauer von Hydraulikfluiden verlängern und die Kosten für die angemessene Entsorgung der verwendeten Fluide und Filterelemente reduzieren. Die Nichtberücksichtigung von Feinfiltrationserfordernissen wird zu Systemschäden führen und letztlich den Gewinn schmälern.

[www.eaton.de/filtration](http://www.eaton.de/filtration)