

## Partikelverunreinigungen in der Hydraulik und ihre Folgen

Verunreinigungen der Druckflüssigkeit stellen nach wie vor die Hauptursache für den Ausfall hydraulischer Systeme dar. Man geht davon aus, dass ca. 70% bis 80% aller Ausfälle hydraulischer Anlagen auf Verunreinigungen zurückzuführen sind. Neben festen Partikeln, stellen auch Gase und Flüssigkeiten Verunreinigungen dar. Feststoffpartikel spielen jedoch die größte Rolle.



Filtermembran mit metallischen und nicht metallischen Partikeln aus einem Hydraulikrohr 16x2 mm

### Primär- und Sekundärverschmutzungen

Feststoffpartikel lassen sich in Primär- und Sekundärverschmutzungen unterteilen. Primärverschmutzungen gelangen von Außen in das System. Sie sind relativ groß ( $>15 \mu\text{m}$ ). Häufig handelt es sich dabei um so genannte Urverschmutzungen, also Verschmutzungen aus dem Fertigungsprozess, die bei der Montage in das System gelangen. Dies sind zum Beispiel Metallspäne, Gummiabrieb oder Schleifrückstände. Diese Verunreinigungen führen zu einer hohen Anfangsverschmutzung schon bei Inbetriebnahme der Anlage. Daneben können Primärverschmutzungen auch durch die Erst- und Nachbefüllung der Anlage und durch an Kolbenstangen eingezogene

Partikel entstehen. Auch Neuöle weisen häufig große Mengen an festen Partikeln auf und sollten nicht ungefiltert in das System gefüllt werden. Im Gegensatz zu den Primärverschmutzungen entstehen Sekundärverschmutzungen während des Betriebs im Inneren des Hydrauliksystems, durch die Beschädigung von Werkstoffoberflächen und/oder Korrosion. Ursache sind eingedrungene Primärverschmutzungen, die sich während des Betriebs mehr und mehr zerkleinern. Es entstehen Feinstverschmutzungen, die sich in Führ- und Dichtspalte von Ventilen und Pumpen setzen. Dort führen sie zu Abrasionsverschleiß und Flüssigkeitserosion und damit zu neuem metallischen Abrieb. Es kommt zu einem progressiven Anwachsen des Verschleißes. Weitere Ursachen für Sekundärverschmutzungen sind z. B. Schäden an Pumpen.

### Die Folgen...

Grundsätzlich können große Partikel ( $> 50 \mu\text{m}$ ) schon kurz nach der Inbetriebnahme zu einem kompletten Ausfall der Anlage führen. Kleinere Partikel haben einen schleichenden Verschleiß zur Folge. Im Einzelnen können Feststoffpartikel zu

- Abrasionsverschleiß,
- Flüssigkeitserosion und
- Stilting

führen. Voraussetzung für das Auftreten von *Abrasionsverschleiß* sind Partikel in der Größe der Spalthöhe zwischen z. B. Ventilschieber und -gehäuse. Sind diese Partikel härter als die Gleitpartner, tritt bei einer Relativbewegung Abrasionsverschleiß in Form von Mikropflügen, Mikroermüdung, Mikrospanen oder Mikrobrechen auf. Von Mikropflügen spricht man, wenn das Bauteil plastische Verformungen in Form von Furchen und Aufwerfungen aufweist. Es muss noch nicht zu einem Materialabtrag kommen. Mikroermüdungen treten an Stellen auf, die wiederholt mikropflügend beansprucht wurden. Beim Mikrospanen und -brechen kommt es unmittelbar zum Materialabtrag aufgrund der abrasiv wirkenden Teilchen.

Verschleiß, hervorgerufen durch in der Hydraulikflüssigkeit gelöste Feststoffpartikel, wird als *Flüssigkeitserosion* bezeichnet. Sie tritt bevorzugt an den Steuerkanten von Ventilen auf. Man spricht auch von Spülverschleiß. Aufgrund der Strömungsgeschwindigkeit verfügen die festen Partikel über eine hohe kinetische Energie. Beim Aufprall auf die Werkstoffoberfläche kommt es zu Beschädigungen. Auch Verwirbelungen an Steuerkanten, ausgelöst durch die Oberflächenrauheit der Bauteile, begünstigen die Flüssigkeitserosion.

Unter *Stilting* versteht man das Klemmen von Ventilen aufgrund von Feststoffpartikeln, die sich im Dichtspalt des Ventilschiebers ablagern. Die Ablagerungen bauen sich während der Haltezeit zwischen zwei Schaltspielen auf. Neben den geschilderten Folgen von Partikelverunreinigungen kann es auch zum Blockieren von Düsen oder Messblenden kommen. Ein hoher Verschmutzungsgrad trägt auch zu einer frühzeitigen Alterung der Hydraulikflüssigkeit bei.

Es wird deutlich, dass dem Thema Partikelverunreinigungen von der Konstruktion bis hin zum Betrieb einer hydraulischen Anlage große Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Bei Konstruktion und Auslegung sind geeignete Filterkonzepte zu entwickeln. Während der Produktion und Montage muss das Einbringen von Urverschmutzungen in das System verhindert werden. Dies gilt insbesondere für Rohr- und Schlauchleitungen. Im Betrieb gilt es die Partikelbelastung durch ein geeignetes Fluidmanagement zu minimieren.

Author: Carsten Müller  
Kontakt: [cmueller@jetclean-gmbh.de](mailto:cmueller@jetclean-gmbh.de)