

Schriftliche Ausarbeitung zum wissenschaftlichen Fachvortrag

**Thema: Condition Monitoring – Was wird wie an
hydraulischen Systemen überwacht?**

Ben Trömel

Matrikelnummer: 43973

Fakultät: Maschinenbau

Studiengang: Fahrzeugtechnik

Betreuer: Herr Holger Kühne

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	II
1 Einleitung.....	1
2 Messgrößen des Fluids	2
2.1 Volumenstrom.....	2
2.1.1 Verdrängerverfahren	2
2.1.2 Strömungsverfahren.....	3
2.1.3 Thermische Verfahren.....	4
2.2 Druck	4
3 Zustand des Fluids	5
3.1 Wasseranteil	5
3.2 Partikel im Fluid	7
3.3 Viskosität	9
4 Kombisysteme und Auswertung	10
4.1 Auswertung.....	12
5 Anwendung	13
5.1 Implementierung von Condition Monitoring in der Produktion am Beispiel .	13
Zusammenfassung.....	14
Quellenverzeichnis	16

Abbildungsverzeichnis

2.1 Schematische Darstellung Schraubenspindel-Volumenstromsensor.....	3
2.2 Messturbine.....	3
3.1 Sensor HYDAC AquaSensor AS 2000.....	6
3.2 Funktionsweise Laserdetektor auf Grundlage des Lichtblockadeprinzips.....	8
3.3 EATON Sensor Set zur Messung der Partikelverteilung.....	9
3.4 Sensor HySense CV 100.....	10
4.1 HySense CX 197 Messstrecke zur Erfassung des Fluidzustands.....	11
4.2 EATON CSS 04 Kontaminationskontrollgerät.....	11
4.3 Machine Condition Monitoring System MCMS 2000.....	12

1 Einleitung

In der Industrie kann der Ausfall einer Maschine enorme Kosten nach sich ziehen. Zum einen die Verluste durch Standzeiten der Produktion. Wenn zu diesem Stillstand noch Reparatur oder Ersatz dazukommen, steigen die Kosten weiter um ein Vielfaches. Daher gibt es folgende Möglichkeiten, um beispielsweise den Ausfall einer Pumpe umgehen zu können. Eine Option ist, eine weitere Ersatzpumpe oder eine Vielzahl an Ersatzteilen zu besitzen, welche im Notfall die Hauptpumpe ersetzt. Das führt wiederum zu hohen Anschaffungs- und Lagerkosten. Eine andere Möglichkeit besteht in dem Bestellen des Ersatzteils bei Bedarf. Das jedoch sorgt für unter Umständen sehr lange Ausfallzeiten und kann auch so zu großen Kosten führen. Ebenfalls gängig ist der prophylaktische Austausch bestimmter Teile in zeitlichen Intervallen, obwohl diese eigentlich noch eine längere Zeit gehalten hätten. Eine dritte Möglichkeit besteht in der dauerhaften Überwachung der Maschine durch Sensoren, um dann nach Bedarf rechtzeitig Ersatzteile bestellen zu können. Das lohnt sich allerdings aufgrund der Anschaffungskosten eines solchen Systems erst ab einer bestimmten Anlagengröße. Um mit dieser Methode dem Ausfall durch Verschleiß vorbeugen zu können etabliert sich das sogenannte Condition Monitoring, oder zu Deutsch „Zustandsüberwachung“ in vielen Bereichen der Industrie. Dabei geht es um die permanente Überwachung von wichtigen Bauteilen. Das geschieht durch die Analyse gemessener, physikalischer Größen, welche dann mithilfe eines Rechners ausgewertet werden, um so den Zustand und die Effizienz bestimmter Teile in Realzeit bestimmen zu können. Dadurch lassen sich frühzeitig Verschleiß und Beschädigungen aufdecken und beheben, bevor ernste Schäden an der Maschine oder ein Stillstand der Produktionskette folgen.

In der Hydraulik lassen sich auch viele Rückschlüsse aus dem Zustand und den Partikeln im Hydrauliköl lesen. Aus diesem Grund wurde lange Zeit Proben des Öls größerer hydraulischer Anlagen in bestimmten Intervallen entnommen und in einem Labor untersucht. Das hat jedoch den Nachteil, dass das erhaltene Ergebnis immer den Zustand vor der Analyse zeigt, also nie aktuell ist. Um ein aktuelleres Bild erhalten zu können ist es also nötig, bestimmte Messungen direkt und fortlaufend am System und bei bestimmten Teilen machen zu können und diese mithilfe von spezieller Software auszuwerten. In der Hydraulik gibt es also

1 Einleitung

ein komplexes Zusammenspiel von den Prozessdaten der Maschine an sich und dem Zustand des Öls, um daraus ein genaues Bild des Zustandes der Maschine zu erhalten. Was und wie dabei an den Maschinen gemessen wird, wird im Folgenden beschrieben.

Um ein Gesamtbild einer Maschine erhalten zu können, müssen dazu zuerst bestimmte physikalische Größen, als auch bestimmte andere Größen, wie die Partikelverteilung oder der die Wassersättigung an dem Fluid gemessen werden, welche darauffolgend in einer Software weiterverarbeitet und ausgewertet werden. Welche physikalischen und fluidspezifischen Größen dabei eine besondere Bedeutung haben, wie diese gemessen werden und was sich daraus für Erkenntnisse gewinnen lassen, wird im Folgenden beschrieben.

2 Messgrößen des Fluids

2.1 Volumenstrom

Der Volumenstrom beschreibt, wie viel Fluid pro Zeiteinheit durch einen bestimmten Querschnitt fließt und gehört gemeinsam mit dem Druck zu den essenziellen Größen der Hydraulik. Er wird auch gebraucht, um andere Fluidbezogene Größen, beispielsweise die Partikelverteilung im Fluid, bestimmen zu können. Der Volumenstrom kann mithilfe von folgenden Methoden ermittelt werden:

2.1.1 Verdrängerverfahren

Bei diesem Verfahren wird ein vorher bekanntes Volumen von der Flüssigkeit durchflossen. Dabei wird die Häufigkeit des Durchflusses pro Zeiteinheit gemessen und daraus schließlich der Volumenstrom bestimmt. Dazu zählen unter anderem Zahnradsensoren, als auch Schraubenspindelsensoren und Ovalradvolumenstromsensoren. Dabei ist es bei diesen Sensoren wichtig, ein besonders günstigen volumetrischen, als auch mechanischen Wirkungsgrad zu besitzen, da sonst einerseits die Messung ungenau wird und es durch den Sensor im hydraulischen System zu großen Verlusten kommen kann. Dieses Problem lässt sich allerdings durch eine Präzise Fertigung minimieren. An diese Sensoren lassen sich teilweise auch mit anderen Messeinrichtungen, zum Beispiel Temperaturmessungen oder Druckmessungen des Fluids verbinden. Ein weiterer

2 Messgrößen des Fluids

Vorteil dieser Sensoren ist, dass diese fast unabhängig von der Viskosität des zu messenden Fluids sind. [1]



Abbildung 2.1: Schematische Darstellung Schraubenspindel-Volumenstromsensors

2.1.2 Strömungsverfahren

Eine verbreitete Methode, den Volumenstrom zu messen, ist die Nutzung der Strömungsenergie des Fluids, welches eine Turbine antreibt. Dabei lässt sich in Abhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeit und der Viskosität des Fluids dessen Volumenstrom ermitteln. Dabei wird befindet sich die Turbine in einem vom Öl durchflossenen Rohr und wird in diesem axial durchströmt. Die Drehzahl der Turbine lässt sich berührungslos durch induktive Messung ermitteln. Es ist allerdings essenziell, dabei eine Kalibrierung entsprechend der Viskosität, also auch der Temperatur des Fluids vor dem Einsatz vorzunehmen. Andernfalls können nicht abschätzbare Messfehler auftreten. [1]

2 Messgrößen des Fluids



Abbildung 2.2: Messturbine

2.1.3 Thermische Verfahren

Zu den thermischen Verfahren zählen alle Verfahren, welche durch Wärmeeintrag in das strömende Fluid und die Messung der Temperatur in Strömungsrichtung den Volumenstrom ermitteln. Dabei gibt es das sogenannte Abkühlverfahren, bei welchem ein Draht mit einer bestimmten Heizleistung beaufschlagt wird. Durch das nun vorbei strömende Fluid wird diese Wärmeleistung allerdings abgeführt. Da sich der elektrische Widerstand des Heizdrahtes abhängig von der Temperatur ändert, lässt sich aus dem sich ändernden Widerstand nun der Volumenstrom bestimmen. Eine weitere Methode, das sogenannte Konstanttemperaturverfahren. Dabei wird jedoch die Temperatur des Heizdrahtes immer konstant gehalten. Hier werden dann aus der gesteigerten Heizleistung infolge der an das Fluid abgegebenen Wärme Rückschlüsse auf den Volumenstrom gezogen. [1]

2.2 Druck

Das Messen des im Fluid herrschenden Druckes ist essentiell für die Überwachung eines hydraulischen Systems. Dabei kann die hydraulische Anlage einerseits mithilfe des Druckes eingestellt werden, auf der anderen Seite dient das Messen des Druckes der Diagnose eines hydraulischen Systems. Ebenso wichtig ist der Druck für die Bestimmung der hydraulischen Leistung und zur Messung der Viskosität. Zur Messung des Druckes gibt es zum einen sogenannte Manometer, bei welchen der Druck rein mechanisch auf einen Zeiger übertragen wird, um das

3 Zustand des Fluids

Messergebnis anzeigen zu können. Häufiger bei modernen Anlagen ist jedoch das Messen mithilfe der Verformung einer Metallmembran. Dabei wird das mit Druck beaufschlagte Fluid durch die Membran gegenüber einem Referenzdruck, häufig auch dem Umgebungsdruck abgegrenzt. Das wiederum hat eine Verformung der Membran zur Niederdruckseite zur Folge, welche mithilfe des Piezoelektrischen Effekts oder mittels Dehnungsmessstreifen mit der Wheatstonschen Messbrücke gemessen werden kann. Aus der Verformung kann dann nach Kalibrierung auf den aktuell im Hydrauliksystem herrschenden Druck geschlossen werden. [1]

3 Zustand des Fluids

Der Zustand des Hydrauliköls beeinflusst wesentlich die Effizienz, aber auch die Ausfallwahrscheinlichkeit eines Hydrauliksystems. Um den Zustand des Fluids bewerten und daraus Rückschlüsse auf den Zustand der Anlage gewinnen zu können, sind einerseits der Wasseranteil, als auch die Menge und Art der Partikel im Öl, die Viskosität und relevant. Partikel im Fluid sind eine der häufigsten Ursachen für den Ausfall von hydraulischen Anlagen. Ebenso lässt sich durch deren Analyse feststellen, bei welchem Bauteil der Verschleiß am weitesten fortgeschritten ist und welches Teil ersetzt werden sollte, bevor die Anlage ausfällt. Der Wasseranteil wiederum gibt Auskunft über die Alterung des Öls.

3.1 Wasseranteil

Die Folgen von Wasser in dem Hydrauliköl können sich verheerend auf die Hydraulikanlage auswirken. Einerseits sorgt das Wasser für eine Verschlechterung der Schmierfähigkeit, zu einer Abnahme der Viskosität und erhöht dabei die Luftaufnahme des Öls was die Schaumbildung begünstigt. Auch führt Wasser im Öl zu Kavitation durch Druckschwankungen. Dabei entstehen, durch den Druckabfall ausgelöst, Wasserdampfblasen. Diese implodieren allerdings bei Druckanstieg wieder. Geschieht dies nahe einer Oberfläche kommt es dort zu einem erhöhten Materialabtrag, andererseits kann der Schmierfilm dadurch abreißen, was ebenfalls zu Erhöhtem verschleiß und zur Erwärmung führt, was die Kavitation nur begünstigt. Ein weiteres Problem, welches durch mit Wasser verunreinigtes Öl auftritt, ist die Korrosion oder die sogenannte Wasserstoffversprödung an Maschinenkomponenten. Die Wasserstoffversprödung

3 Zustand des Fluids

ist vergleichbar mit einer Materialermüdung und hat Rissbildung als Folge. Auch tritt durch Wasser verursacht eine schnellere Ölalterung auf. Dabei wird der Abbau von Antioxidantien beschleunigt, was wiederum zur Ablagerung von Harzen und Schlamm führt. Wasser kann sich auf drei unterschiedliche Arten im Öl einlagern. Eine Möglichkeit ist im Öl gelöstes Wasser. Das ist die Folge von häufigem Kontakt des Öls zu feuchter Umgebungsluft. Auch kann Wasser als sogenanntes freies Wasser, also nicht in die Molekülstruktur des Öls aufgenommenes Wasser vorkommen. Dazu kann es durch Kondensat und Temperaturschwankungen kommen. Die letzte Möglichkeit ist eine Emulsion des Wassers im Öl. Das ist die Folge von schlechtem Wasserabscheidungsvermögen und gleichzeitigem Wassereintrag. Dabei ist die erste Möglichkeit weniger schlimm, solange das Wasser nicht aus der molekularen Struktur des Öls durch Temperatur- und Druckschwankungen zu freiem Wasser umgewandelt wird.

Gemessen wird das Wasser beispielsweise mit dem AquaSensor AS 2000 der Firma HYDAC. Dieser Sensor misst jedoch nur den Gehalt des weniger schädlichen, gelösten Wassers im Öl in Kombination mit der Temperatur. Allerdings muss man ab einem Sättigungsgrad von 70 % mit dem Vorhandensein von freiem Wasser rechnen. [2]



Abbildung 2.3: HYDAC AquaSensor AS 2000

3.2 Partikel im Fluid

Die Partikelverteilung im Öl zu kennen, ist essenziell für die Haltbarkeit der Hydraulik. Dabei beschreibt die Partikelverteilung die Größe und die Anzahl von Feststoffpartikeln in einem bestimmten Volumen des Fluids und gibt Einblicke in die Effizienz der verbauten Filteranlage und zeigt Veränderungen in der Lage des Verschleißes im Hydrauliksystem.

Etwa 80 Prozent der Ausfälle und Störungen von hydraulischen Anlagen sind einer Feststoffkontamination des Fluids geschuldet. Dabei bewirken schon Partikel, die noch keinen direkten Ausfall hervorrufen können, einen erhöhten Verschleiß von Bauteilen wie Ventilen und Pumpen und damit eine verkürzte Lebenszeit dieser Teile. Allerdings lässt sich auch durch eine Analyse dieser Partikel und deren Material, auch der Legierungselemente bei Metallen, erkennen, welchem Bauteil diese entstammen. Dadurch lassen sich wiederum Rückschlüsse auf den Grad des Verschleißes einzelner Bauteile gewinnen.

Partikel können durch unterschiedlichste Einflüsse in das Öl gelangen. Es ist beispielsweise schon Frischöl mit Partikeln kontaminiert. So kommt schon beim Nach- oder Auffüllen mit vermeintlich sauberem Öl eine Kontamination zustande. Andere Einflüsse können die Montage der Anlage, oder einzelner Komponenten, durch Wartung oder die Belüftung sein. Eine Vielzahl an Partikeln entsteht auch erst in dem Betrieb der Anlage durch Verschleiß von Bauteilen. So können Gummipartikel von Dichtungen oder Metallabrieb von Ventilen, Pumpen und Motoren das Öl verunreinigen.

Durch eine kontinuierliche Messung der Partikel mittels einem Partikelzähler lässt sich so rechtzeitig Einfluss auf den Anlagenzustand nehmen und so die Effizienz und die Verfügbarkeit des Hydrauliksystems sicherstellen. Eine direkte Möglichkeit der Messung der Partikel im Öl funktioniert mithilfe eines Laserstrahls, welcher das Fluid durchleuchtet und so die Partikel auf einer darunterliegenden Fozelle abbildet, siehe Bild (2.4). Diese Sensoren besitzen eine hohe Messgenauigkeit, haben allerdings den Nachteil, dass hier auch Luftblasen oder Wassertropfen als Partikel erkannt und gezählt werden. Eine weitere Option, eine indirekte Messung nutzt den Verstopfungseffekt der Partikel bei einem feinen Sieb, das sogenannte Blockadeprinzip. Dabei dient das Druckverhältnis vor und nach dem Sieb als

3 Zustand des Fluids

Indikator für die Partikel. Dieses System kann auch an einem Filter verbaut werden, um Kenntnisse vom Zustand der Filtereinheit zu gewinnen und so einen bedarfsgerechten Austausch zu ermöglichen. Der Vorteil dieser Messmethode liegt darin, dass diese Messung nicht von Wasser oder Luftblasen beeinflusst wird, hat allerdings den Nachteil, dass sie eher ungenau arbeitet und es keinen Rückschluss auf die genaue Partikelverteilung, also die Größe und Anzahl der Partikel zulässt. Eine dritte Möglichkeit zur Messung von Partikeln, welche sich jedoch nur auf ferromagnetische Materialien beschränkt, nutzt einen Dauermagneten, an welchem sich mit der Zeit ferromagnetische Partikel anlagern. Dabei wird die Belegung mit Partikeln des Sensorkopfes, also dem Dauermagneten gemessen und ausgewertet. Nach einer gewissen Zeit kann der Sensor das Magnetfeld kompensieren, wodurch dieser sich selbst reinigt und die Partikel wieder „loslässt“. Der Vorteil dieses Sensors liegt in dem Bereich der Partikelgrößen, da Teile jeglicher ferromagnetischen Verschmutzung, unterschiedlichster Größen, des Öls an dem Sensor haften bleiben. Auch ist dieser Sensor unempfindlich gegenüber Lufteingüssen. Allerdings können hier Gummi-, Sand-, und Kunststoffpartikel, wie auch nicht ferromagnetische Metalle nicht detektiert werden. [3]

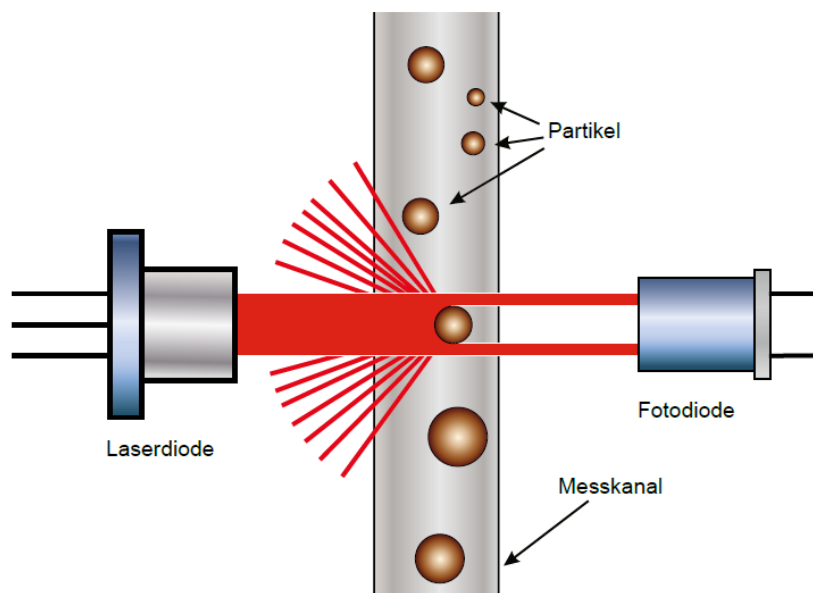


Abbildung 2.4: Funktionsweise Laserdetektor auf Grundlage des Lichtblockadeprinzips

3 Zustand des Fluids

Ein Sensor Set für die permanente Messung der Partikelverteilung im Fluid ist der CCM 01 (Auswerteeinheit und Anzeige) mit dem PFS 01 (Partikel Flow Sensor) der Firma Eaton. Dieses Sensorset ist für die permanente Messung und Überwachung der Partikelkontamination des Fluids zuständig. [4]



Abbildung 2.5: EATON Sensor Set zur Messung der Partikelverteilung

3.3 Viskosität

Die Viskosität eines Fluids ist eine der wichtigsten Größen in der Hydraulik. Sie beschreibt, wie hoch die innere Reibung zwischen benachbarten Schichten in einem Fluid ist. Sie ist stark von der Temperatur, als auch vom Druck abhängig und kann sich bei Alterung des Fluids ändern. Die Viskosität wirkt sich auf der einen Seite auf die Schmierfähigkeit und die Energieverluste, auf der anderen Seite auf die Strömungs- und Leckageverluste aus. Daher ist es wichtig, auch diese Größe überwachen zu können. [1]

Ein Sensor zur Messung der Viskosität ist der HySense CV 100. Dieser Sensor dient dem Aufnehmen der Viskosität und der Temperatur über der Zeit. [5]



Abbildung 3.4: Sensor HySense CV 100

4 Kombisysteme und Auswertung

In der heutigen Zeit werden üblicherweise keine einzelnen Größen mit einem speziellen Sensor gemessen, oder es kommt zu einer Zusammenschaltung von Sensoren auf engstem Raum als Messstrecke. Hierbei werden fast ausschließlich Kombimesegeräte verwendet, bei welchen mehrere Größen auf einmal gemessen werden können. Das hat den Vorteil, dass der Eingriff in das System durch Messtechnik minimiert werden kann. Ein System ist die Messstrecke CX 197 der Firma HySense. Diese beinhaltet sowohl einen Partikelzähler, einen Feuchtigkeitssensor und einen Viskositätssensor. Die Messstrecke ist für den stationären, als auch den mobilen Einsatz konzipiert und ermöglicht es dem Benutzer, den Zustand des Hydrauliköls fortlaufend zu überwachen und so Rückschlüsse auf die Alterung des Öls, als auch den Zustand beziehungsweise Verschleiß der Anlage zu gewinnen. [6]

4 Kombisysteme und Auswertung



Abbildung 4.1: HySense CX 197 Messstrecke zur Erfassung des Fluidzustands

Ein weiteres System zur Analyse des Hydrauliköls, welches besonders in der Mobilhydraulik Anwendung findet, ist das CSS 04 Kontaminationskontrollgerät der Firma Eaton. Dieses Gerät besitzt zum einen die Sensoren, führt aber auch gleich die Auswertung der gewonnenen Messdaten aus. Es misst einerseits die Partikelverteilung, die Viskosität, die Öltemperatur, als auch die Wassersättigung und bestimmt daraus ebenfalls den Alterungsgrad des Fluids. Dieses Gerät bietet auch den Vorteil, dass sich damit neues Hydrauliköl untersuchen lässt, um sicherzustellen, dass dieses den Anforderungen an den erforderlichen Reinheitsgrad der Maschine entspricht. [7]



Abbildung 4.2: EATON CSS 04 Kontaminationskontrollgerät [7]

4.1 Auswertung

Das MCMS 2000 (Machine Condition Monitoring System) ist ein Gerät, welches die von Sensoren ermittelten Werte zusammenfasst und weiterverarbeitet, um mithilfe der ermittelten Daten rechtzeitig fortgeschrittenen Verschleiß, bevorstehende Beschädigungen und Stillstände abwehren zu können. Dieses Gerät ist für den stationären Betrieb in Hydrauliksystemen, Pumpen und Antriebsträngen ausgelegt und dient der Überwachung des Fluidzustands, der Vibration und der Drehzahl, als auch bestimmten Prozessgrößen. Die so gewonnenen Daten können zum einen zu einem PC weitergeleitet werden, um mit der dazugehörigen Software gespeichert und ausgewertet zu werden. Auch ist das System in der Lage, selbstständig angeschlossene externe Anlagen anzusteuern, wie beispielsweise eine Nebenstromfiltration des Hydrauliköls zu aktivieren, wenn die Partikelkontamination des Fluids einen festgelegten Grenzwert überschreitet. [10]



Abbildung 4.3: Machine Condition Monitoring System MCMS 2000 [8]

5 Anwendung

5.1 Implementierung von Condition Monitoring in der Produktion am Beispiel

Die amerikanische Firma Vac- Con Inc. ist ein Hersteller für Saugfahrzeuge. Bei dieser Firma kam es zu einem Anstieg der Garantiekosten und infolge dessen kam es zu einer Analyse des Betriebes. Dabei wurde auch ein Vertriebspartner der Firma Eaton hinzugezogen, um die Montageabläufe, als auch die Qualität des in Neufahrzeuge gefüllten Hydrauliköls zu untersuchen. Darauf hin wurde darauf geachtet, dass das verwendete Hydrauliköl die erforderliche Reinheitsklasse erfüllte. Es wurde eine Methode gesucht, um den Zustand des Hydrauliköls kontinuierlich überprüfen zu können. Besonders wichtig waren hier die Analyse der Partikelverteilung, sowie der Wassersättigung. So kam es zur Verwendung des Analysegerätes CSS 04 der Firma Eaton. Dieses Gerät ist in der Lage, einerseits die Partikelverteilung zu messen, als auch Auskunft über die Fluidalterung bereitzustellen und benötigen kein besonders geschultes Personal zur Nutzung. So können in Echtzeit Messungen am Fahrzeug vollzogen werden, welche dann einerseits Auskunft über den Verschleißzustand von Komponenten und Dichtungen liefern, andererseits lässt sich so eine Grundlage zur Festlegung von Filter- und Fluidtauschintervallen ermitteln. Auch lässt sich mithilfe von mobilen Geräten neues Hydrauliköl analysieren, ob es korrekt gelagert und transportiert wurde. Das erspart das Warten auf ein Ergebnis einer Laboranalyse, welches einige Tage in Anspruch nimmt, welche häufig nicht abgewartet werden können.

Die Laboranalysen entfallen jedoch nicht gänzlich, trotz einer kontinuierlichen Überwachung, allerdings wird die Häufigkeit der Analysen verringert. Auch können die mobilen Geräte darüber Aufschluss geben, ob eine Laboranalyse notwendig ist. Das Ergebnis der Einführung von kontinuierlicher Überwachung des Hydrauliköls war laut dem Senior Engineer, Tom Armstrong ein Erfolg: „Der gesamte Prozess hat viel Arbeit in Anspruch genommen, aber es hat sich gelohnt. Seit wir mit den Tests begonnen haben, mussten wir kein einziges Ventil und keine einzige Pumpe in unseren Anlagen ersetzen. Außerdem gab es während des Betriebs keinen einzigen Ausfall und unsere Garantiekosten sind gesunken.“

Zusammenfassung

Dieses System ermöglicht es uns, unsere Abläufe beizubehalten und sicherzustellen, dass das Öl, das in unsere Lkw fließt, beim Verlassen unseres Werks sauber ist.“ [9]

Zusammenfassung

Die Methode des Condition Monitoring, speziell in der Hydraulik zielt auf die Zustandsüberwachung des Fluids ab. Dabei werden, wie beschrieben, besonders Werte wie die Ölkontamination mit Wasser, als auch mit Feststoffen, wie auch die Viskosität gemessen. Daraus lässt sich ein komplexes Bild der Hydraulikanlage, als auch dem Öl gewinnen. So kann aus der Partikelverteilung auf erhöhten Verschleiß der Maschine und aus veränderter Viskosität sowie verändertem Wasseranteil auf den Alterungsgrad des Fluids geschlossen werden. Diese Messungen ermöglichen auch eine bedarfsgerechtere Wartung der Anlagen, können aber auch vor Ausfällen warnen. Beispielsweise kann der Wechsel eines Filterelementes so bei akutem Bedarf und nicht, wie üblich, nach einer bestimmten Zeit durchgeführt werden, was sich ressourcenschonend auf unsere Umwelt ausübt.

Das Analysieren des Fluids war früher ein zeitaufwändiges Unterfangen, da hierfür Proben in ein Labor geschickt werden mussten. Diese Analyse dauerte jedoch einige Tage, was dazu führte, dass die Ergebnisse nie den aktuellen Zustand anzeigten. Mithilfe der heutigen Sensortechnik lassen sich viele der Untersuchungen direkt an der laufenden Maschine durchführen. Auch lässt sich so feststellen, wann und ob eine Laboranalyse dennoch sinnvoll wäre, da mit dieser beispielsweise die Partikel genauer analysiert werden können. Das hat den Vorteil, dass es mit Hilfe von Kenntnissen über das Material der Partikel möglich ist, diese einem bestimmten Bauteil zuzuordnen und so den Verschleißzustand diesem bestimmen zu können. Die Laboruntersuchungen werden jedoch noch immer, gerade im Bereich von Baumaschinen vorgenommen, die Anzahl der Untersuchungen stieg sogar in den letzten Jahren, wie das eigene Öllabor der Firma Zeppelin mitteilte. Allerdings gehört das Untersuchen der Fluide, beispielsweise einer Maschine der Firma CAT häufig mit zum Kundendienst eines Servicevertrages. Dabei beschränkt sich die Analyse jedoch nicht rein auf das

Zusammenfassung

Hydrauliköl, vielmehr werden auch Kühlmittel, Kraftstoff, und Motorenöl untersucht. [11]

Die Anwendung von fest verbauten Condition Monitoring Systemen in der modernen Hydraulik erfolgt meist in stationären Anlagen, wie in Hydraulikkomponenten bei Produktionsanlagen oder bei dem Getriebeöl von Großgetrieben, da sich das Installieren der notwendigen Komponenten einerseits preislich erst ab einer bestimmten Größe der Anlage lohnt, andererseits, da der verfügbare Bauraum in mobilen Geräten oft beschränkt ist. Zur Überwachung der Mobilhydraulik eignen sich jedoch externe Analysegeräte, wie beispielsweise der vorgestellte CSS 04 Analysebox. Ein Vorteil ist, dass ein Koffer alle nötigen Bestandteile, wie Sensoren, als auch Software für die Auswertung beinhaltet. Auch genügt dieser für eine ganze Fahrzeugflotte und es lässt sich ebenfalls damit das Frischöl untersuchen, ob dieses den Anforderungen der Maschine tatsächlich entspricht. Ein Nachteil ist allerdings, dass sich mit diesen Geräten keine permanenten Messungen vollziehen lassen.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Zustandsüberwachung des Hydrauliköls gerade in der heutigen Zeit, in welcher Umweltschutz, Effizienz, als auch Ressourcenschonung immer wichtigere Faktoren im Betrieb von Maschinen werden, große Chancen besitzt und im Zusammenspiel mit dem Condition Monitoring der Maschine, als auch heutiger Analysesoftware ungeplante Stillstände von Maschinen, als auch der verfrühte Austausch von Verschleißteilen minimiert werden können. Aufgrund von zum Teil großen Kosten in der Anschaffung und der Implementierung in ein bestehendes System lohnt es sich jedoch nur bei großen Anlagen, bei welchen ein Stillstand oder durch verschmutztes Öl beschädigte Einzelteile enorme Kosten nach sich ziehen und welche eine entsprechende Laufleistung aufweisen. In der Mobilhydraulik hat sich, zumindest die permanente Überwachung des Zustandes des Hydrauliköls noch nicht etabliert. Einerseits erreichen diese Maschinen nicht die Jahreslaufleistungen großer Industrieanlagen, zum einen reichen hier die Wartungsintervalle in Fachwerkstätten häufig aus und zum anderen lässt sich ein mobiles Gerät einfacher bei Werkstattaufenthalten mit einer Ersatzmaschine austauschen als ein fest verbautes Maschinenteil.

Quellenverzeichnis

- [1] Norbert Gerhardt, Jürgen Weber (2020), Hydraulik-Fluid-Mechatronik 7. Auflage
- [2] <https://www.hydac.com/de-de/produkte/sensorik/verschmutzungssensoren/as-2000.html> (05.2020)
- [3] <https://www.birner.at/wp-content/uploads/industrie/industriefiltration/eaton-internormen/HP-Eaton-Condition-Monitoring-Systems-Brochure-DE.pdf> (05.2020)
- [4] Eaton CCM 01 Bedienungsanleitung 2016
- [5] https://www.hydrotechnik.com/fileadmin/hydrotechnik/download/HySense-CV-100_TED_ML2.pdf (05.2020)
- [6] https://www.hydrotechnik.com/fileadmin/user_upload/Technische_Datenblaetter_Techn_Infos/HySense-CX-197_TED_ML2.pdf (05.2020)
- [7] <https://www.fluid.de/hydraulik/mobile-hydraulikoel-analyse-verlaengert-maschinen-lebensdauer-379.html?page=2> (05.2020)
- [8] <https://www.hydac.com/de-de/produkte/mess-anzeige-analysegeraete/messgeraete/messgeraete-fuer-condition-monitoring/mcms-2000.html> (05.2020)
- [9] Eaton Customer Success Story Vac- Con DE Antriebstechnik August 2017
- [10] Betriebs- und Wartungsanleitung Deutsch von HYDAC MCMS 2000 MachineConditionMonitoring System
- [11] <https://www.fluid.de/anwendungen/mobile-maschinen/wie-das-hydraulikoel-fuer-baumaschinen-geprueft-wird-220.html> (05.2020)