



OELCHECKER

Auflage: 9.500, erscheint 3x jährlich seit 1998
Download unter www.oelcheck.de/news-downloads

INSIDER-INFO · PARTNER-FORUM · TECHNIK-FOKUS

INHALT

- ✓ OELCHECK bestimmt feste Verunreinigungen in Schmierfetten S. 3
- ✓ CM Technologies – Condition Monitoring auf hoher See S. 4
- ✓ **Top-Thema:**
Die Untersuchung von Filtrerrückständen
 - Die kritischen Aspekte von Ölreinheit und Filterung
 - Was Filtrerrückstände verraten – ein Beispiel aus der Praxis
 - Filterproben richtig entnehmen
 - Die Analyse von Filtrerrückständen im OELCHECK LaborS. 5-6
- ✓ LEIPA – weltweit führend bei Qualitätsprodukten auf Altpapierbasis S. 7
- ✓ Nachgefragt – Rußindex für Öle aus Ottomotoren S. 8



Bauer Maschinen revolutionieren den Spezialtiefbau



Bauer Schlitzwandfräsen ermöglichen den Bau von Schlitzwänden selbst bei schwierigen Bodenverhältnissen und extremen klimatischen Bedingungen.

Spezialtiefbau-Geräte der Bauer Maschinen Gruppe prägen den Weltmaßstab. Ihren Ausgang nahm die Konstruktion und Herstellung von Erdbohr-Maschinen, als es um 1970 für das eigene Bauer-Tiefbauunternehmen im bayerischen Schrobenhausen am Markt keine geeigneten Geräte für Ankerbohrungen und zur Bohrpfahl-Herstellung gab.

So konstruierte und baute der Bauunternehmer Bauer nach eigenen Vorstellungen den ersten

Ankerbohrwagen, 1976 folgte das erste Drehbohrgerät. Waren die Maschinen ursprünglich nur für den Einsatz im eigenen Betrieb gedacht, so ging man Mitte der achtziger Jahre zu einem offenen Vertrieb über, denn die großen Baukonzerne verlangten nach Bauer Geräten. Bauer Maschinen für den Spezialtiefbau stehen seit Ende der siebziger Jahre für höchste Leistung, Qualität und Innovationen. Die Bauer Maschinen GmbH konstruiert und baut Drehbohrgeräte, Schlitzwandfräsen und alle zugehörigen Werkzeuge und ist seit 2001 innerhalb des Bauer Konzerns selbstständig am Markt tätig.

Als Bauer 1984 eine erste Schlitzwandfräse entwickelte, wurden die Grenzen der Schlitzwandtechnik entscheidend erweitert. Kaum ein Tiefbauverfahren hat das Baugeschehen so nachhaltig verändert wie die Einführung der Schlitzwandfräsen. Das Grundprinzip der Wandherstellung ist seit der Einführung vor ca. 60 Jahren in den Grundzügen unverändert. Eine durchgehende Wand wird aus einer Reihe von rechteckförmigen Einzelelementen hergestellt. Der offene, ausgebaggerte oder ausgefräste Schlitz wird während des Aushubs durch eine thixotrope Suspension gestützt. Ein Fluid wird als thixotrop bezeichnet, wenn es bei einer konstanten Scherung über eine gewisse Zeit die Viskosität abbaut und nach Aussetzung der Scherbeanspruchung wieder aufbaut. Bekanntes Beispiel ist Ketchup, der geschüttelt werden muss, damit er aus der Flasche fließt. Anschließend wird ein Bewehrungskorb aus Baustahl in das offene Schlitzsegment eingehoben. Danach wird der Bereich mit Beton oder selbsthärtendem Erdbeton über Betonierrohre verfüllt. Dabei verdrängt der aufsteigende Beton die spezifisch leichtere Stützsuspension. Sie wird oben abgepumpt, gereinigt und zur Stützung eines neuen Schlitzes wieder verwendet. Nach dem Erhärten des Betons erfolgt das Fräsen des zwischen den Primärschlitzten liegenden Sekundärschlitzes und dessen Verfüllen. Um zwischen den beiden Schlitzten einen möglichst dichten Anschluss zu erzielen, wird bei der Verwendung von Schlitzwandgreifern die Fuge mit geeigneten Ab-

Check-up

Sich zu verbessern, heißt sich zu verändern, um also perfekt zu sein, muss man sich oft verändert haben. Dieses Zitat stammt von Winston Churchill, dem ehemaligen britischen Premierminister. Es ist mehr als 60 Jahre alt und hat trotzdem nichts von seiner Gültigkeit verloren. Auch wenn wir sie wohl niemals wirklich erreichen, bleibt die Perfektion unser großes Ziel. Wir von OELCHECK sind ständig dabei, uns zu verändern, um noch besser zu werden. Ganz im Sinne unserer Kunden, denen wir optimale Serviceleistungen bieten möchten. Dazu arbeiten wir aktuell an zwei großen Projekten.

Zum 1. Januar 2014 steigen wir auf SAP Business One um. Unser bisheriges Warenwirtschaftssystem hat seit 2001 treue Dienste geleistet, doch nun hat es seine Grenzen erreicht. Vor allem neue steuergesetzliche Vorgaben sind gar nicht oder nur sehr umständlich umzusetzen. Unsere Mitarbeiter wurden intensiv geschult, damit die Umstellung auf das SAP Business One reibungslos funktioniert und unsere Kunden und Lieferanten nur das neue Design unserer Angebote und Bestellungen, Rechnungen und Gutschriften wahrnehmen werden.

Mit Hochdruck arbeiten unsere Softwareentwickler zusammen mit einem externen Unternehmen außerdem an einem grundlegenden Relaunch unseres Webportals. Einige bekannte Funktionen werden dabei optimiert, viele neue kommen hinzu. Unter anderem wird die Erfassung der Daten zu neuen Proben von bereits erfassten Maschinen dann auch auf mobilen Geräten direkt „vor Ort“ möglich sein. Im Laufe des ersten Quartals 2014 heißt es dann: Vorhang auf für das neue Webportal von OELCHECK – im neuen Look und mit vielen nützlichen zusätzlichen Funktionen, die sowohl den Kunden als auch den Mitarbeitern von OELCHECK die Arbeit erleichtern.


Ihre Barbara Weismann



dichtelementen versehen. Mit der auf Baggergreifern basierenden Technik lassen sich 40 bis 80 m Tiefe erreichen. Dieser konventionelle Aushub ist in harten Böden schwierig, in Fels unmöglich. Nur durch den Einsatz von Bauer Schlitzwandfräsen konnten Dichtwände in äußerst schwierigen Bodenverhältnissen hergestellt werden. Zwei typische Beispiele dazu sind die Dichtwand für das Staudamm-Projekt Dhauligangha im indischen Himalaya und die Dichtwände für den Staudamm des Wasserkraftwerks Peribonka in Kanada, bei denen in hartem Fels bis auf 120 m Tiefe gefräst werden musste. Die Fräsen arbeiten bei -20 °C ebenso wie bei +40 °C. Sie werden erfolgreich eingesetzt in entlegenen Gegenden am Polarkreis, aber auch im pulsierenden Zentrum von Großstädten wie Hongkong, Tokio, Turin oder Moskau.

Das Bauer-Fräsensystem besteht aus mehreren unabhängigen Komponenten, die je nach Anwendung, Tiefe und Bodenart aufeinander abgestimmt werden. Die Hauptkomponenten sind: Schlitzwandfräse, Fräsensteuerung, Verdrehrichtung, Schlauchführungssystem und Trägergerät.

Das Kernstück des Systems, die eigentliche Schlitzwandfräse, besteht aus einem Stahlrahmen, an dessen unterem Ende zwei hydraulisch angetriebene Getriebetrommeln angeordnet sind, die gegenläufig um horizontale Achsen rotieren. Auf die Getriebe werden, in Abhängigkeit von der Bodenart, verschiedene Fräsräder montiert. Durch die Rotation dieser Schneidräder wird das Bodenmaterial unter der Fräse kontinuierlich gelöst, zerkleinert, mit der im

Schlitz befindlichen Suspension vermischt und einer Absaugöffnung zugeführt. Um die beim Zertrümmern von größeren Steinen auftretenden Schläge unbeschadet abtragen zu können, sind zum Schutz der Getriebe Dämpfungselemente zwischen Fräsrädern und Getrieben eingebaut. Dicht über den Fräsrädern sitzt eine hydraulisch angetriebene Kreiselpumpe. Sie befördert die mit Fräsgut angereicherte Suspension kontinuierlich nach oben und von dort weiter zur Aufbereitungsanlage. In Lockerböden und bei Verwendung von schweren Suspensionen ist die Kapazität dieser Pumpe entscheidend für die Aushubleistung. Fräsgetriebe und Förderpumpe werden über ein Druckausgleichssystem vor schädlichem Bentoniteintritt geschützt. Die Leistung einer Fräse ist abhängig von der Vorschubkraft, gekennzeichnet durch das Gewicht der Fräse, und dem Drehmoment der Schneidräder. Beide Faktoren beeinflussen sich wechselseitig. Um eine optimale Aushubleistung zu erzielen, sind die Bauer-Fräsensysteme mit einer besonders feinfühligem, elektronisch gesteuerten Vorschubwinde zur Steuerung des Anpressdruckes ausgestattet.

Obwohl die Bauer Schlitzwandfräsen überaus robust ausgelegt sind, müssen das Hydrauliksystem und die Getriebetrommeln sorgfältig gewartet werden. Schließlich sollen sie sowohl in Regionen am Äquator, aber auch im äußersten Norden Kanadas zuverlässig funktionieren. Dabei könnten die Einsatzbedingungen oft gar nicht anspruchsvoller und die Umgebungen gar nicht maschinenfeindlicher sein.

Die Fräsen arbeiten z.B. eingetaucht in der Stützflüssigkeit (Bentonit) bis zu Tiefen von 150 m mit einer hohen Bandbreite der Betriebstemperaturen und wechselnden Druckverhältnissen. Die Getriebe, Antriebsmotoren und Steuerungssysteme sind dabei extremer Schmutz- und Wasserbelastung, hohen Temperaturen und starken Vibrationen ausgesetzt. Die Wartung der Geräte übernehmen meist die Betreiber anhand eines von Bauer zur Verfügung gestellten ausführlichen Wartungsplans. Auf Wunsch, z.B. bei Mietgeräten, wird der Service auch von Bauer übernommen. Doch unabhängig davon, wer die Wartungsarbeiten durchführt, in der Dokumentation der Geräte empfiehlt Bauer immer eine begleitende Überwachung der mit Öl gefüllten Komponenten mit Schmierstoff-Analysen von OELCHECK. Bei einer erweiterten Gewährleistung sind sie sogar zwingend vorgeschrieben.

Die Hydrauliksysteme werden je nach Fräse mit 700 bis zu 1.400 Litern mineralölbasischem oder auch „Bio“-Hydraulikfluid betrieben. Das Öl entspricht den Vorgaben des Trägergerätes, aus dessen System es auch kommt. Die Getriebetrommeln benötigen jeweils 30 bis 130 Liter synthetisches Getriebeöl. Bei den Hydraulikflüssigkeiten dienen die Schmierstoff-Analysen neben der Verunreinigungskontrolle überwiegend als exzellentes Instrument, die Ölwechselintervalle zustandsabhängig zu steuern. Bei den hoch beanspruchten Getrieben sind die Intervalle für den Ölwechsel fest vorgegeben. Hier nutzt Bauer die Analysen vor allem, um den Verschleißzustand von Getrieben bzw. deren Komponenten und die Funktionsfähigkeit der Dichtungen zu beurteilen.

Außerdem liefern die Analysen auch immer wieder entscheidende Hinweise, wenn Unregelmäßigkeiten auftreten. So spürten sie auch die Ursache für eine plötzliche Dunkelfärbung eines Hydrauliköls aus einer Schlitzwandfräse auf. Im Labor wurde eine Verunreinigung des Hydrauliköls durch Motorenöl entdeckt. Dank dieser Information konnten die Service-Techniker von Bauer gezielt und ohne große Zeitverluste nach dem Defekt suchen. Das Motorenöl war durch einen Nebenantrieb am Dieselmotor ins Hydrauliksystem gelangt. Einmal entdeckt, war die Ursache schnell behoben und die Hydraulik vor möglichen Folgeschäden geschützt.



NEU

OELCHECK bestimmt feste Verunreinigungen in Schmierfetten



OELCHECK-Laborleiter Jan Hubrig am OLYMPUS-Spezialmikroskop

Mit nahezu 10.000 Untersuchungen von gebrauchten Schmierfettproben im Jahr ist OELCHECK weltweit das führende Servicelabor für Gebrauchtfettanalysen. Für die Routineüberprüfung von Schmierfetten werden kostengünstige Analysensets angeboten. Mit den darin enthaltenen Prüfverfahren können nahezu alle alltäglichen Fragestellungen abgedeckt werden.

Darüber hinaus stehen weitere Sonderuntersuchungen, z.B. für Versuchsbeobachtungen oder Fragen im Zusammenhang von Lagerausfällen, zur Verfügung. Eine davon ist die Bestimmung der Menge und Art von Partikeln sowie festen Verunreinigungen, die sich in gebrauchten Schmierfetten befinden. Meist sind solche Partikel mit dem bloßen Auge ($>70\ \mu\text{m}$) in Fettproben sichtbar, die aus großen, langsam laufenden Wälzlagern oder Drehkränzen stammen. Neben weichen Partikeln aus der Fetttalterung und festen Verunreinigungen (Staub) aus der Umgebung enthalten solche Fette oft metallische Verschleißpartikel von den Komponenten der Lager, wie Lagerkäfigen, Laufbahnen oder Wälzkörper. Form, Härte, Menge und Größe der festen Verunreinigungen beeinflussen die Gebrauchsdauer der Wälzlager. Daher werden hinsichtlich einer verbesserten Reinheit nicht nur an Öle sondern auch an Schmierfette immer höhere Anforderungen gestellt.

Zur Bestimmung fester Bestandteile ist in der DIN 51813 – allerdings nur für Frischfette – ein Verfahren definiert, wie feste Stoffe über $25\ \mu\text{m}$ Teilchengröße durch Hochdruckfiltration über einen Filter mit $0,025\ \text{mm}$ Porenweite aus einer großen Frischfettmenge von $0,5\ \text{kg}$ quantitativ ermittelt werden. Für Gebrauchtfettanalysen ist diese Methode ungeeignet. Lediglich die Prozedur der Probenaufbereitung entsprechend dieser Norm wird im OELCHECK-Labor für die relativ aufwändige Untersuchung genutzt.

Bei der Gebrauchtfettanalyse gehört die Bestimmung von Verschleiß- oder Verunreinigungs-Elementen sowie Additiven zum Standard eines Analysensets. Dazu werden 27 Elemente wie Eisen, Chrom, Silizium, Natrium, Zink und Phosphor nach dem Rotrode-Verfahren bestimmt. Die Elementgehalte werden in mg/kg angegeben. Leider lassen sich aber sehr große Partikel durch den RDE-

Lichtbogen, mit dem die einzelnen Bestandteile angeregt werden, mit der Atom-Emissions-Spektroskopie nur bis zu einer Größe von ca. $5\ \mu\text{m}$ sichtbar machen.

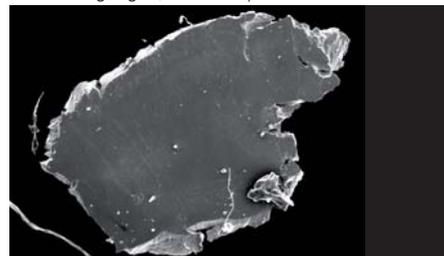
Wenn in einer Gebrauchtfettprobe sichtbare Partikel ($>70\ \mu\text{m}$) vorhanden sind, ist die Bestimmung der Elemente nicht immer präzise. Hier lassen sich mit der „Bestimmung des Gehaltes an festen Stoffen“ Rückschlüsse auf den Verschleißzustand des geschmierten Elements gewinnen. Diese Methode funktioniert allerdings nur für seifenverdickte Schmierfette ohne Festschmierstoffe. Es werden drei Gramm Schmierfett benötigt.

Um die Verunreinigungen aus dem Fett ausfiltern zu können, muss das konsistente Fett aufgelöst werden. Das geschieht bei intensivem Rühren nach der Zugabe eines Lösungsmittelgemisches aus Dichlormethan, Ethanol, Heptan und Essigsäure unter Temperatureinfluss. Durch die Zerstörung der Seifenstruktur wird das Fett flüssig und filtrierbar. Bei der Filtration über eine spezielle $10\ \mu\text{m}$ -Teflonmembrane werden die festen Partikel separiert. Nach Auswaschen und Trocknen der Membran lässt sich durch eine Differenzwägung der prozentuale Anteil an Feststoffen errechnen. Im Laborbericht erscheint der Gehalt an festen Verunreinigungen mit einer Teilchengröße über $10\ \mu\text{m}$ als Massenanteil in mg/kg . Ein Bild der Membran, aus dem die Form der Partikel hervorgehen kann, wird mitgeliefert.

OELCHECK bestimmt aber nicht nur den Gehalt an festen Verunreinigungen in der Fettprobe, sondern führt einige weitere Untersuchungen durch. Nur so können noch genauere Rückschlüsse auf etwaige Verschleißvorgänge gezogen werden.

Die vom Fett befreiten und auf dem Teflonfilter zurückgehaltenen Partikel werden mit Hilfe eines OLYMPUS-Spezialmikroskops aufgenommen. Die großen Partikel werden einzeln erfasst und im Auflichtmodus mikroskopisch abgerastert. Alle im Grauwert zur Membran dunkler erscheinenden Partikel

werden mit einer hochauflösenden CCD-Kamera fotografiert. Durch unterschiedliche Reflektion kann bei Einsatz von polarisiertem Licht zwischen metallischen und nichtmetallischen Verunreinigungen unterschieden werden. Diese Information, sowie Form und Farbe der Partikel, liefern dem Diagnoseingenieur entscheidende Hinweise auf die Art des vorliegenden Materials (Käfig, Wälzkörper, Innen- oder Außenring) und einen möglichen Verschleißvorgang (Ausbrüche durch Ermüdung, Abrieb wegen harten Verunreinigungen, Korrosion).



Metallpartikel unter dem Rasterelektronenmikroskop

Wenn Partikel auf der Teflonmembran zurückbleiben und die verbleibende Gebrauchtfettmenge noch ausreichend ist, bietet sich eine weitergehende Analyse mit dem REM-EDX-Verfahren an. REM steht für „Rasterelektronenmikroskopie“ und EDX für „energy dispersive X-ray spectroscopy“ bzw. energiedispersive Röntgenstrahlen-Analysespektroskopie. Um die Partikel damit zu erfassen, muss allerdings das aufgelöste Fett über eine goldbedampfte Filtermembran gefiltert werden. Die Membran wird dann unter Vakuum mit dem Rasterelektronenmikroskop betrachtet und ausgewertet. Dabei fährt ein Elektronenstrahl in einem bestimmten Muster über das vergrößert abgebildete Objekt. Die Wechselwirkungen der Elektronen mit den Verschleißpartikeln auf dem Filter werden zur Erzeugung eines Bildes genutzt. Der Elektronenstrahl hat einen relativ kleinen Durchmesser, trifft die Partikel einzeln und liefert Bilder mit einer recht hohen Auflösung.

Die an das REM angeschlossene energiedispersive Röntgenstrahlen-Analysespektroskopie dient zur Bestimmung der Elementzusammensetzung des Materials. Wenn ein Elektron des Elektronenstrahls in einem Atom der Probe ein kernnahes Elektron aus seiner Position schlägt, wird diese sofort von einem energiereicheren Elektron aus einem höheren Orbital aufgefüllt. Die Energiedifferenz wird in Form eines Röntgenquants frei. Die dadurch entstandene Röntgenstrahlung ist charakteristisch für jeweils ein bestimmtes Element. Mit Hilfe spezieller Detektoren wird die Zusammensetzung der Partikel erkannt. Durch die so ermittelten Metalllegierungen wie z.B. FeCr, CuPbSn, können Verschleißvorgänge noch genauer lokalisiert werden.

CM Technologies – Condition Monitoring auf hoher See

Auf Bohrplattformen, Frachtern, Kreuzfahrts- oder Containerschiffen sind Fachkräfte gefragt. Tritt in einer „Fabrik auf hoher See“ eine technische Störung auf, muss die Besatzung diese selber in den Griff bekommen. Schließlich stehen externe Servicetechniker erst wieder im nächsten Hafen zur Verfügung. Maximale Betriebssicherheit und ein umfassendes Condition Monitoring System sind daher gerade auf hoher See besonders wichtig.

Der Zustand der Antriebsaggregate, aber auch Pumpen, Kräne, Winden und viele andere Anlagen, müssen ständig überwacht werden. Außerdem sind die Qualität des Trinkwassers, die Unbedenklichkeit der Abwässer und sogar das Kühl- und Kesselwasser zu kontrollieren.

Für die Vielfalt der Aufgaben bietet die CM Technologies GmbH/Elmshorn, früher bekannt als Kittiwake GmbH, mit Online- und Offline-Überwachungssystemen maßgeschneiderte Lösungen. Je nach Anlagentyp und Betriebsbedingungen werden folgende Technologien kombiniert:

- die Schmier- und Brennstoff-Überwachung vor Ort mittels CMT-Schnelltestgeräten
- die regelmäßige Analyse von Proben im OELCHECK-Labor
- die Schwingungsanalyse zur Schadensfrüherkennung
- die Überwachung von physikalischen Parametern (Geschwindigkeit, Drehzahl, Druck, Temperatur, Leistung) durch Sensoren.

Zu den Kernkompetenzen von CMT gehört die Überwachung großer Schiffsmotoren. Passagier- und mittlere Frachtschiffe werden häufig von Viertakt-Dieselmotoren mit einer Leistung von über 50.000 kW angetrieben. Große Fracht- und Containerschiffe sind dagegen mit langsam laufenden Zweitakt-Dieselmotoren mit einer Antriebsleistung von bis zu 100.000 kW unterwegs, die Drehzahlen zwischen 35 und 100 U/min erzielen. Bis zu 14 Zylinder sind in Reihe installiert. Die Kraft wird direkt auf den Propeller übertragen. Bei voller Fahrt werden Geschwindigkeiten von bis zu 25 kn (45 km/h) erreicht. Das Gewicht eines solchen etwa 13 m hohen und 32 m langen Motors liegt bei nahezu 3.000 t.

Bei einem langsam laufenden Zweitakt-Dieselmotor sind zwei unterschiedliche Öltypen im Einsatz.

- Ein SAE 50 (manchmal auch SAE 40) Zylinderöl wird direkt in die einzelnen Zylinder eingespritzt oder mit einer Zentralschmierpumpe zugeführt. Es muss nicht nur schmieren, sondern in erster Linie die Bauteile durch das Neutralisieren von



Entnahme einer repräsentativen Ölprobe aus dem Triebwerk eines Schiffsmotors

Verbrennungsrückständen vor korrosivem Verschleiß schützen. Es wird zum größten Teil mit dem Kraftstoff verbrannt. Dabei verbrauchen große Schiffe täglich 2 t und mehr Zylinderöl. Restmengen werden am Zylinderhemd als „drip oil“ aufgefangen, die dann zur Optimierung der Nachschmiermenge im Labor analysiert werden.

- Ein SAE 30 oder SAE 40 Systemöl schmiert über ein komplexes Umlaufsystem die Pleuellager und alle anderen bewegten Teile des Motors. Das System für die Triebwerksschmierung fasst weit über 10.000 l. Normalerweise wird das Öl nie komplett gewechselt, sondern in Abhängigkeit von Ölanalysen erfolgt immer nur ein Teilaustausch von max. 30 %.

Verwendet werden ausschließlich Einbereichs-Motorenöle. Dabei verfügen die Zylinder- sowie Systemöle und die Öle für 4-Takt Marinediesel wegen der Verbrennung von stark schwefelhaltigem Kraftstoff über eine deutlich höhere alkalische Reserve (BN) als Öle für Pkw- oder Lkw-Motoren.

Die Kontrolle von Motoren und Aggregaten auf Schiffen soll möglichst ohne menschliches Zutun erfolgen. Die Überwachung von allgemeinem Maschinenzustand, Verschleißverhalten und Ölzustand mit einem einzigen Sensor ist allerdings noch Zukunftsmusik. Doch CMT hat mit seinen Monitoring Systemen eine optimale Lösung entwickelt. Die Systeme kombinieren unterschiedliche Überwachungsmodule in einer Einheit. Die Installation in der Nähe des Schmierölsystems ist einfach. Durch Datenübertragung ist eine effektive Fernwartung möglich. Alle Online-Sensoren von CMT lassen sich so kombinieren, dass metallischer Abrieb und Verschleiß, der Ölzustand, Schwingungen und

Vibrationen, Temperaturen und andere Parameter erfasst werden. CMT bietet einen umfangreichen Service zur Installation, Inbetriebnahme oder Reparatur der Condition Monitoring Systeme an. Die Servicetechniker des Unternehmens gehen dazu selbstverständlich auch an Bord. Außerdem steht ein Netz an Agenten an allen zentralen Orten rund um den Globus zur Verfügung.

Damit auf hoher See alles perfekt läuft, führt CMT spezielle Trainings und Seminare durch. Schließlich hat ein gutes Verständnis der Schiffsbesatzungen im Bereich des Condition Monitoring direkten Einfluss auf die Lebenszeit und die Zuverlässigkeit der Anlagen. Bei den Trainings geht es auch um das „Lebenselixier Öl“. Besonders die Öle der Schiffsdieselmotoren haben extreme Anforderungen zu meistern. Als Kraftstoff wird in der Regel Schweröl HFO (Heavy Fuel Oil) eingesetzt. Dessen Qualität schwankt nicht nur ständig, sondern es ist auch relativ stark mit Wasser, Silizium, Nickel-Vanadium und vor allem mit Schwefel belastet. Das Motorenöl der Viertakter und das Zylinderöl der langsam laufenden Zweitakter müssen aber nicht nur mit der Belastung durch das Schweröl, sondern auch mit wechselnden Einspeisungsraten und Feuchtigkeit fertig werden. Um den Schwefel, der zur Zeit noch bis zu 4,5 % betragen kann, neutralisieren zu können, werden Öle mit einer hohen Basenzahl (Base Number, BN) von bis zu 100 eingesetzt. Sinkt die Basenzahl zu stark ab, drohen Schäden durch die aggressive Wirkung der Säuren, die bei der Verbrennung von Schwefel entstehen. Die Online-Sensoren von CMT sollen frühzeitig Veränderungen des Öls erkennen, die eventuell auf einen Verschleißvorgang oder auf Mangelschmierung schließen

lassen. Um auf Nummer sicher zu gehen, empfiehlt CMT aber zusätzlich regelmäßige Schmierstoff-Analysen. Um den Kunden in der Schifffahrt einen für diesen Bereich zugeschnittenen Laboranalytenservice anbieten zu können sind CMT und OELCHECK eine Partnerschaft eingegangen. Vor allem als Trendanalysen sind sie eine notwendige Ergänzung. Das Labor in Brannenburg bietet mehr Möglichkeiten, ein Öl systematisch zu untersuchen als die Sensoren oder die Schnelltestverfahren an Bord. Mit den kommentierten Analyseergebnissen erhalten die Schiffsingenieure umfassende Informationen über Verschleißwerte, Verunreinigungen, den Ölzustand, die wichtige titrierte Basenzahl und die verbleibenden Öladditive.

Die OELCHECK-Ingenieure geben in ihren Kommentaren außerdem wichtige Hinweise, die über Probleme der Anlage oder des Öles informieren. Bei der Analyse des „Drip-Oils“ geht es um den Einfluss des mit Schwefel und anderen Verunreinigungen belasteten Schweröls auf das Zylinderöl der großen Zweitakt-Dieselmotoren. Dann gibt es z.B. Empfehlungen, den Schwefelgehalt des Schweröls zu prüfen und die Dosierung des Zylinderschmieröls entsprechend anzupassen. Werden die Zylinder mit zu viel Öl versorgt, kommt es neben einer höheren Belastung der Umwelt und des Geldbeutels schnell zu Ablagerungen auf der Kolbenkrone. Eine zu geringe Schmierung führt dagegen zu erhöhtem Verschleiß und nicht selten auch zu einem Kolbenfresser. Durch eine Undichtigkeit an der Stopfbuch-

se der Kolbenstange kann es zu einem erhöhten Eintrag von Zylinderöl in das Umlauföl kommen. Dadurch werden dann über 10.000 l Öl in der Leistungsfähigkeit so eingeschränkt, dass ein Teilaustausch erfolgen muss. Doch erst wenn die Ölanalysen zeigen, ob zu viel Zylinderöl in das Umlauföl gelangt, sind die Verantwortlichen an Bord in der Lage die Ursache dafür abzustellen.

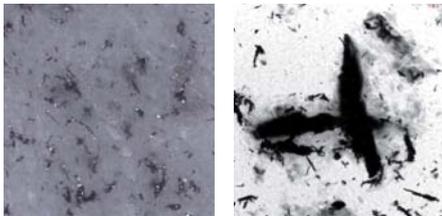
OELCHECK ist im Laufe der Jahre zu einem wichtigen Partner der CM Technologies GmbH geworden. Die Analysensets für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle und Hilfsmittel zur Probenentnahme sind fester Bestandteil des Sortiments von CMT. Damit treffen nahezu täglich Schmierstoffproben aus den Häfen der Welt bei OELCHECK in Brannenburg ein.

www.CMTechnologies.de

OELCHECK TECHNIK-FOKUS

Was Filterrückstände verraten ...

Moderne Getriebe, Motoren oder Hydrauliken – sie alle werden immer kompakter, energiesparender und noch leistungsstärker konzipiert. Oft geht dieser Trend einher mit steigenden Betriebsdrücken und präziser gefertigten Komponenten. An die Qualität und Reinheit des Schmierstoffs werden höhere Anforderungen gestellt. Folgerichtig werden viele Anlagen auch mit immer feineren Haupt- und Nebenstromfiltern ausgerüstet. Dementsprechend spielen in der Schmierstoff-Analytik der Nachweis von Fremd- und Schmutzpartikel im Öl sowie die Bestimmung der Reinheitsklassen eine zunehmend entscheidende Rolle. Allerdings ist bezüglich Ölreinheit und Filterung auch Vorsicht angesagt ...



Repräsentativer Ausschnitt Größter Partikel

Es sind drei kritische Aspekte zu berücksichtigen:

- Trendanalysen zeigen „alles ist im grünen Bereich“. Oft tendieren Betreiber dazu, die Kontrollintervalle auszudehnen, wenn sich der angestrebte hohe Reinheitsgrad des Öls bestätigt. Treten aber plötzlich Veränderungen im Öl auf, werden diese dann nicht mehr rechtzeitig entdeckt.
- Die feinen Filter können so effektiv sein, dass in einigen Fällen auch Wirkstoffe des Öls ausgefiltert werden können. Davon betroffen sind vor allem Additive, wie Silikon-Entschäumer, Viskositätsindex-Verbesserer oder Detergentien. Wenn sie im Filter hängen bleiben, kann sich das Leistungsvermögen des Schmierstoffs verschlechtern.
- Abriebpartikel aus Verschleißvorgängen oder von außen eingetragene Fremdpartikel können und sollen vom Filter festgehalten werden. Bei der Probenahme gelangen solche Partikel nicht mit ins Probengefäß. Dadurch werden dem Öl wich-

tige Informationsträger entzogen, die sonst bei der Schmierstoff-Analyse über Probleme informieren.

- Ein Gebrauchtöl aus einer Anlage mit optimaler Filtration spiegelt somit oft nur ein unvollständiges Bild des Öl- und Anlagenzustands wider. In diesen Fällen komplettiert erst die Analyse des Filterrückstands den tatsächlichen Befund.

Ein Fallbeispiel aus der Praxis

Der kritische Zustand der Verzahnung eines hoch belasteten Kugelmöhlendriehls in einem Zementwerk war den verantwortlichen Instandhaltern bereits seit Langem bekannt. Die bestellten Ersatzzahnäder sollten aber erst während der großen Revision einige Monate später montiert werden, um einen Betriebsstillstand zu vermeiden. Das Getriebe wurde daher mit Schmierstoff-Analysen engmaschig überwacht. Die ermittelten Verschleißwerte lagen über Wochen im tolerierbaren Bereich, alarmierende Abweichungen wurden nicht verzeichnet. Doch dann stand auf der Basis einer veränderten Differenzdruckanzeige ein Filterwechsel an. Dabei fiel den Instandhaltern eine verdächtig hohe Belastung des Filters mit Metallabrieb auf. Bei einer kurzfristig angesetzten Inspektion wurde neben vielen Ausbrüchen (Pittings) auch ein Riss entdeckt, der auf einen kurz bevorstehenden Zahnbruch hinwies. Das Getriebe musste schnellstens ausgetauscht werden.

Hatte die Schmierstoff-Analytik in diesem Fall versagt? Warum hatte das Labor nicht rechtzeitig gewarnt? Könnte so etwas wieder geschehen?

Die Instandhalter wollten es genau wissen. Sie schickten erneut eine Ölprobe ein. Auch dieses Mal lagen die Untersuchungsergebnisse im tolerierbaren Bereich. Sowohl der PQ-Index für die Gesamtmenge von magnetisierbarem Eisen in der Probe als auch der mit der ICP-Spektrometrie bestimmte Anteil an Eisenpartikeln, die kleiner als 3 µm sind, waren nicht besorgniserregend hoch.

Ganz andere Werte waren aber bei der Untersuchung des Filterrückstands zu sehen. Dazu wurden die Rückstände von einem Teilstück von 50 x 50 mm im Labor mit Lösungsmittel extrahiert. Dabei zeigten sich metallische Verschleißpartikel mit bis ca. 80 µm Durchmesser und große Schmutzpartikel mit bis zu 100 µm Durchmesser!

Der Filterrückstand und nicht das Getriebeöl war in diesem Fall der entscheidende Informationsträger!

Allerdings wurde hiermit nicht nur der Verschleißnachweis geführt. Die großen Schmutzpartikel mussten von außen in das Getriebeöl eingedrungen sein. Bei einer weiteren Getriebeinspektion wurde festgestellt, dass sie ihren Weg durch einen defekten Belüftungsfiler gefunden hatten. Damit war nun auch die Verschleißursache gefunden.

Filterproben richtig entnehmen

Ölproben lassen sich mit den OELCHECK-Analysensets und einer Probenpumpe oder über ein vor dem Filter eingebautes Ventil sauber, schnell und einfach entnehmen. Bei Rückständen aus Filterpatronen ist dies etwas aufwändiger, weil wir zu deren Analyse nicht den kompletten Filter, sondern lediglich ein 50 x 50 mm großes repräsentatives Stück des Filtergewebes benötigen.

Bitte senden Sie uns auf keinen Fall komplette Filter zu.

Als Labor haben wir keine mechanischen Möglichkeiten Filtergewebe zu entfernen. Für Sie entstehen außerdem noch zusätzliche Kosten für die Entsorgung! Das Einsenden des ca. 50 x 50 mm großen Filtergewebes selbst kann im vorbezahlten Probengefäß erfolgen.

Wie Sie bei der Entnahme von repräsentativem Filtergewebe vorgehen, demonstrieren wir am Beispiel eines gekapselten Hauptstromfilters einer Windenergieanlage. (siehe auch www.oelcheck.de/downloads).

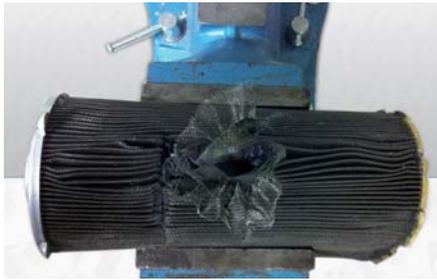
1. Bauen Sie den Filter aus und lassen ihn austropfen.



2. Fixieren Sie das metallische Filtergehäuse (nur, wenn der Filter in ein Metallgehäuse eingebaut ist). Öffnen Sie zunächst das Gehäuse am Bördelrand. Trennen Sie den Blechmantel mittels eines Winkelschleifers oder einer Eisensäge auf. Vermeiden Sie dabei eine Kontamination des Filtermaterials.

Hinweis: Das Tragen von Schutzkleidung wird dringend empfohlen!

3. Üblicherweise wird das Filtermaterial von außen nach innen durchströmt. Das eigentliche 2- oder 3-lagige Filtermaterial wird durch ein metallisches Gewebe geschützt. Entfernen Sie dieses mit Hilfe einer Drahtschere oder eines Cuttermessers in einem Bereich der repräsentativ ist und gut angeströmt wird.



4. Schneiden Sie nun ein repräsentatives Stück (ca. 50 x 50 mm) des mehrlagigen Filtergewebes heraus. Vermeiden Sie den Kontakt des Filterstücks mit Stützgewebe und/oder Gehäuse!
5. Senden Sie das Gewebe in einem vorbezahlten Probengefäß mit einem Hinweis „Rückstandsanalyse“ auf dem Probenbegleitschein an unser Labor. Geben Sie als Referenz die Probennummer an, unter der die zugehörige Ölprobe analysiert wird.



Die Filteranalyse im OELCHECK-Labor

Nach einer ersten optischen Begutachtung der Gewebeprobe wählt der Diagnose-Ingenieur die Analyseverfahren aus. Da Filtrerrückstände nicht wie Gebrauchölproben unseren Testgeräten zugeführt werden können, werden die Geräte entweder umgerüstet, oder es kommen modifizierte Verfahren zum Einsatz.

Der PQ-Index – dem Eisen auf der Spur

Der PQ-Index informiert als dimensionsloser Zahlenwert über den Gehalt an magnetisierbaren Eisen. Ist dieser Wert deutlich höher als der im Öl festgestellte Index, tritt nicht unerheblicher Verschleiß bei den eisenhaltigen Komponenten des Aggregates auf, aus dem der Filter stammt. Der PQ-Index funktioniert unabhängig von der Größe der Partikel. Das Testprinzip nutzt die Tatsache, dass Eisenabrieb das Magnetfeld stört. Die Menge aller magnetisierbaren Eisenpartikel (Rostpartikel sind dabei nicht magnetisierbar) im Filtrerrückstand wird auf magnetisch-induktive Weise bestimmt. Der Index, der wegen des Kittiwake „Particle Quantifier“-Testgeräts kurz PQ-Index genannt wird, gibt das Messergebnis an.

Die RDE ermittelt Additive und Verschleiß

RDE steht für Rotating Disk Electrode (Rotierende Scheibenelektrode). Der Filtrerrückstand wird, ggf. nach Benetzung mit reinem „0-ppm Stellöl“, direkt auf ein „Funkenrädchen“ aufgebracht. Im Lichtbogen, der sich bei einer Hochspannung von 10 KV zwischen dem mit dem Rückstand belegten Graphit-Scheibe und einer darüber im Abstand von 5 mm angebrachten Graphit-Stabelektrode bildet, werden alle aufgebrauchten Elemente angeregt und über die Spek-

trokopie sichtbar gemacht. Mit der Bestimmung von 27 Elementen werden feste oder auch schlammartige Verschleiß- und Verunreinigungspartikel sowie Bestandteile von Additiven nachgewiesen, die sich auf dem Filtergewebe abgelagert haben.

Die ATR-FTIR erkennt Öltyp, Verunreinigungen und Vermischungen

Das Prinzip der FT-IR (Fourier-Transform Infra-Rot) Spektroskopie beruht auf der Tatsache, dass die im Schmierstoff vorhandenen Moleküle aufgrund ihrer typischen Bindungsform das Infrarotlicht bei bestimmten Wellenlängen unterschiedlich stark absorbieren. Veränderungen in der Probe können im Vergleich mit dem Frischöl-Referenzspektrum in Form von typischen „Peaks“ bei bestimmten „Wellenzahlen“ festgestellt, berechnet und interpretiert werden. Für die Untersuchung von Filtrerrückständen verwenden wir eine besondere Variante der Infrarotspektroskopie. Die ATR-Infrarotspektroskopie (attenuated total reflection) beruht auf einer abgeschwächten Totalreflexion. Sie hat sich besonders bei der Kontrolle von undurchsichtigen Stoffen bewährt.

Die ATR-FTIR liefert aus den ölbenetzten Filtrerrückständen Informationen über Ölvermischungen mit Fremddöl und über Verunreinigungen, wie z.B. Wasser. Veränderungen bei der Zusammensetzung der Additive (Additivschlamm) werden ebenfalls erkannt. Durch Vergleich mit den hinterlegten Frischölspektren gibt das Verfahren schnell und zuverlässig Auskunft, ob es sich bei einem unbekanntem Öl um ein Mineralöl, „Bioöl“ oder Syntheseöl handelt.

Die mikroskopische Partikelzählung

Enthält der Filtrerrückstand größere Partikel, die auf einen Verschleißvorgang oder eine Kontamination mit Staub hindeuten, raten wir zu einer zusätzlichen mikroskopischen Partikelzählung. Dazu müssen die Rückstände mit einem Lösungsmittelgemisch aus dem Gewebe ausgewaschen werden. Danach wird das Gemisch mit einer Porenweite von 0,45 bis 2,5 µm so gefiltert, dass die Partikel auf einer Filtermembran liegenbleiben.

Diese Membran wird in unser OLYMPUS-Spezialmikroskop eingespannt. Neben der Kategorisierung in Größenklassen erlaubt die Partikelanalyse auch qualitative Aussagen. Es wird unterschieden zwischen reflektierenden, metallisch glänzenden, farbigen oder schwarzen Partikeln. Fasern oder Rückstände von Schmierfetten werden getrennt erfasst und bewertet. Repräsentativ ausgewählte Partikel werden zweidimensional vermessen und nach ihrer längsten Ausdehnung kategorisiert. Diese Aufgabe erledigt eine in das Mikroskop integrierte hochauflösende CCD-Kamera mit ihrer Bildanalysesoftware. Unter Verwendung von polarisiertem Licht werden repräsentative Vergrößerungs-Fotos erstellt, aus denen der Diagnoseingenieur die Auswahl für den Laborbericht trifft.

LEIPA – weltweit führend bei Qualitätsprodukten auf Altpapierbasis



Aus Altpapier produziert Leipa hochwertige Papiere, die denen aus Primärfasern ebenbürtig sind.

Jährlich wird in den Werken der Leipa Georg Leinfelder GmbH die beinahe unvorstellbare Menge von 1.000.000 t Altpapier, mehr als 100 LKW-Ladungen pro Tag, verarbeitet. An den Standorten Schrobenhausen/Bayern und Schwedt/Brandenburg entstehen daraus Offsetpapiere für Kataloge und Magazine sowie Verpackungspapiere aus Karton und Wellpappenrohpapieren (so genannte Testliner). Leipa betreibt weltweit die erste Papierfabrik, in der aus Altpapier ein hochwertiges Papier für Farbdruck-Magazine in einer Qualität hergestellt wird, das in allen relevanten Eigenschaften den Papieren aus Primärfasern ebenbürtig ist.

Im Leipa Werk in Schwedt sind drei Papiermaschinen im Einsatz. Allein die große Voith Papiermaschine PM 4 produziert dabei jährlich ca. 360.000 t hochwertiges Magazin-Papier. Ungeplante Maschinenstillstände und damit verbundene Produktionsausfälle müssen unbedingt vermieden werden. Ein bewährtes System der vorbeugenden Instandhaltung und einer regelmäßigen Maschinenüberwachung ist daher fest in alle Betriebsabläufe integriert.

Den Schmierstoffen, ihrer Pflege und Überwachung wird besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Schließlich stellen sie bei den großen Mengen von mehreren Tausend Litern in den Umlaufsystemen einen hohen Kostenfaktor dar. Möglichst lange Ölstandzeiten sollen deswegen realisiert werden. Gleichzeitig hängt von den Schmierstoffen der sichere Betrieb der Papiermaschinen ab. Regelmäßige Ölanalysen liefern die entsprechenden Informationen für eine proaktive Instandhaltung.

Das Hydraulik- und Umlaufsystem der Nasspartie der PM 4 benötigt 6.000 Liter. Der größte Tank ist an der PM 4 die Nipco Kalandr Hydraulik mit 16.000 Liter. Der Tank für die Zentralschmierung für die Trockenpartie fasst 9.000 Liter Syntheseöl. Damit wer-

den über 600 Lagerstellen versorgt. Besonders in der Trockenpartie ist das Umlauföl extremen Belastungen ausgesetzt. Die dampfbeheizten Papiermaschinen arbeiten betriebsbedingt grundsätzlich unter einer „Haube“ in einer bis zu 80 °C heißen Umgebung mit bis zu 90 % Luftfeuchte. An den Lagerstellen treten Dauertemperaturen bis zu 95 °C auf. An den Abdicht-Labyrinth der Trockenzyylinder-Lager können außerdem Dampf oder feuchte Luft direkt in das Ölumlaufsystem eindringen. Bei der Abkühlung kann sich dann in Lagern und im Öltank Kondenswasser absetzen. Der Wassergehalt am Tankboden muss bei der täglichen Kontrolle unbedingt beurteilt werden. Zu viel Wasser wird mit einem Dünnschichtverdampfer ausgetrieben, in dem der Siedepunkt des Wassers durch Vakuum so erniedrigt wird, dass es bei ca. 60 °C verdampft. Auch feiner Papierstaub kann die Öle belasten. Oxidationsprodukte aus dem Öl können in Verbindung mit Papierpartikeln die Zummessventile der Zentralschmieranlage blockieren und so z.B. die Zuteilung von Öl verhindern. Die Instandhalter in Schwedt haben alle Hydrauliksysteme und Zentralschmieranlagen mit Schnellkupplungen versehen, um dort zusätzliche mobile Filteranlagen und Vakuumverdampfer im Nebenstrom zur Entfernung von Schmutzpartikeln bzw. Wasser anschließen zu können. Der Wassergehalt der Öle darf 100 ppm nicht überschreiten. Dank der strikten Beachtung dieser Vorgaben ist die Summe der Ausfallzeiten wesentlich gesunken, die Lebenszeiten sämtlicher Komponenten wurden verdoppelt.

Das Leipa Werk in Schwedt/Brandenburg.



Soll ein Papiermaschinenöl lange Standzeiten erzielen, zuverlässig funktionieren und einen positiven Effekt in Sachen Energieeffizienz aufweisen, ist es mit einem Öl von der Stange nicht getan. Nachdem bei einem konventionellen Öl wiederholt Filterblockaden und die Bildung von Ablagerungen im Tank und Lagergehäusen der Zentralschmierung der Nasspartie der PM 4 aufgetreten waren, entwickelte ein namhaftes Mineralölunternehmen gezielt für diesen Einsatzfall ein innovatives Produkt mit einer neuartigen Additivierung. In einem groß angelegten Feldtest wurde es bei Leipa geprüft. Nach viel versprechenden Ergebnissen erfolgte 2010 die Umstellung der PM 4 auf das neue Umlauföl. Der Wechsel war ein voller Erfolg. Unter anderem wurden Getriebetemperaturen um bis zu 10 °C gesenkt. Ein eindeutiger Hinweis auf eine reduzierte Reibung und damit eine längere Lebensdauer der Komponenten. Der Energieverbrauch der Getriebe sank nachweislich um knapp 3 %. Durch die Abnahme der Öltemperatur um 10 °C, verdoppelte sich die Lebensdauer des Öles. Sogar auf die Bildung von Ablagerungen hatte das neue Öl positive Auswirkungen. Die Filter erreichen nunmehr Standzeiten von neun statt von vorher zwei Monaten.

Viele der Erfolge konnten im Rahmen der Instandhaltung von Leipa nur durch den Einsatz der Schmierstoff-Analysen von OELCHECK erzielt werden. Die Analysen liefern die entscheidenden Vorgaben für nahezu alle Pflegemaßnahmen rund um die Schmierstoffe und Hydraulikfluids. Sämtliche Hydraulik- und Zentralschmieranlagen sind im Wartungsplan erfasst. Ölproben werden ihnen turnusmäßig entnommen und von OELCHECK untersucht. Die Instandhalter wechseln die Öle nicht mehr zeitabhängig nach diversen Herstellervorgaben, sondern gemäß Ölzustand, der aus dem Laborbericht hervorgeht. Sie erkennen frühzeitig Trends und handeln dementsprechend. Außerdem wird auf Basis der Laborergebnisse auch der Einsatz der mobilen Reinigungsanlagen optimal gesteuert. Das nötige Wissen rund ums Öl wird dabei durch den regelmäßigen Besuch von OilDoc Seminaren und Symposien auf dem neuesten Stand gehalten.

Weitere Infos: www.leipa.de



ÖChecker – eine Zeitschrift der OELCHECK GmbH
Kerschelweg 28 · 83098 Brannenburg · Deutschland
info@oelcheck.de · www.oelcheck.de
Alle Rechte vorbehalten. Abdruck nur nach Freigabe!
Konzept und Text:
Astrid Hackländer, Marketing & PR, A-4600 Thalheim
www.astridhacklaender.com
Satz und Gestaltung:
Agentur Segel Setzen, Petra Bots, www.segel-setzen.com
Fotos:
OELCHECK GmbH · Bauer · CMT GmbH · Leipä GmbH · IAV

NACHGEFRAGT

In den Laborberichten für die Motorenöle unserer Ottomotoren führen Sie neuerdings unter der Rubrik „Ölzustand“ auch einen „Rußindex“ auf. Ein Rußindex bei Benzinmotoren – gibt es dafür überhaupt einen Grund?

OELCHECK:

Das Thema Rußgehalt im Motorenöl wird immer mit schwarzen Ölen aus Dieselmotoren in Verbindung gebracht. Zunehmend werden auch Öle in Ottomotoren in den letzten Jahren dunkler. Aber handelt es sich hierbei auch um Ruß, der diese Öle dunkel werden lässt?

Doch betrachten wir erst einmal die Bildung von Rußpartikeln und deren Bewertung in gebrauchten Ölen von Dieselmotoren. Hier entstehen bei der Verbrennung von Diesel Rußpartikel, die auch in das Motorenöl gelangen. Bei Motoren nach dem Common-Rail-Verfahren kann die Belastung, besonders mit sehr feinen Rußpartikeln, extrem hoch werden. Ein Rußgehalt von mehr als 2 % im Öl erhöht die Viskosität, wirkt abrasiv, verringert die Wärmeabgabe, führt zu Ablagerungen und beeinträchtigt die Lebensdauer eines Motors. Die allen Motorenölen zugegebenen Detergentien (Calcium- oder Magnesium-haltige Additive) halten den Motor sauber. Sie verhindern solche Rußablagerungen, die vorzugsweise in der Kolbenringnut oder an den Auslassventilen entstehen. Die Wirkstoffe funktionieren auch als Dispergentien, die Partikel in Schwebelage halten und u.a. zum Filter transportieren, in dem diese zurückgehalten werden. Doch steigt die Anzahl der Rußpartikel im Öl durch Fehler im Einspritzsystem oder durch eine falsche Ventilsteuerung zu stark an, können nicht mehr alle Partikel von den Additiven in Schwebelage gehalten werden; das Schmutztragevermögen des Motoröls nimmt ab, das Risiko von Ablagerungen steigt an. Dabei nimmt auch die Viskosität des Motorenöls zu, es dickt ein. Besonders beim Kaltstart ist eine zuverlässige Schmierung nicht mehr gewährleistet. Gleichzeitig steigt der Kraftstoffverbrauch.

Der Rußgehalt in Dieselmotorenölen, für den von den meisten Motorenherstellern Grenzwerte spezifiziert werden, wird nach DIN 51452 bestimmt. Das IR-Messverfahren wurde allerdings ausdrücklich nur zur Bestimmung des Rußgehaltes von Dieselmotorenölen konzipiert. Der Rußgehalt, der in % angegeben

wird, informiert dabei aber nicht direkt über die Veränderung der für die Motorsauberkeit verantwortlichen Additive. Hierzu wird das Schmutztrage- und Dispergiervermögen mit Hilfe des „Tüpfeltestes“ ermittelt. Bei diesem Test wird ein Tropfen Motorenöl auf ein spezielles Filterpapier aufgebracht. Wenn die Additive noch genügend Dispergierwirkung zeigen, breitet sich der Tropfen unter Temperatur gleichmäßig aus. Bilden sich deutliche Ringe, so ist dies ein Zeichen für ungenügendes Schmutztragevermögen oder auch für zu viel Kraftstoff im Öl.

Doch nicht nur Diesel- auch Ottomotorenöle können sich durch Ruß dunkel verfärben. Bei der Benzindirektspritzung ist das verwendete Verfahrenskonzept (luft-, strahl- oder wandgeführt) für eine verstärkte Rußproblematik verantwortlich – wenn auch auf einem geringeren Niveau als bei der dieselmotorischen Verbrennung. Betroffen sind häufig moderne Motoren, bei denen Ruß mit viel feineren Partikelgrößen wie im Dieselmotor entsteht. Wenn dann noch Probleme mit der Motorsteuerung auftreten, erhöht sich die Belastung des Motorenöls mit schwarzen Oxidationsprodukten, abgebauten Verschleißschutzadditiven oder mit Ruß aus einer unvollkommenen Verbrennung so, dass dies z.B. zum Verschleiß der Steuerketten führt.

Obwohl von den Motorenherstellern noch kein Grenzwert für Ruß im Öl von Ottomotoren veröffentlicht wurde, u.a. weil der Rußgehalt im Abgas von Benzinern erst nach 2017 ein Thema werden soll, wurden wir von mehreren Kunden dringend gebeten, den Rußgehalt in Ottomotorenölen zu messen und im Laborbericht mit aufzuführen.

Wir haben uns zunächst eine große Anzahl unterschiedlicher gebrauchter Ottomotorenöle mit der konventionellen Rußmessung genauer angesehen. Doch eine quantitative Rußbestimmung, so wie sie bei Dieselmotorenölen funktioniert, ist nicht auf Öle aus Benzinmotoren übertragbar. Die Rußpartikel an sich sind beim Benzinern wesentlich kleiner und auch der Gesamtgehalt ist deutlich niedriger. Mit der FT-IR-Methode kann für Dieselmotorenöle der Rußanteil gerundet auf 0,1 % angegeben werden. Die Wiederholbarkeit liegt bei 10 % relativ vom Mittelwert. Bei Ottomotorenölen sind meist Werte unter 0,1 %, d.h. unterhalb der Messgenauigkeit des Verfahrens, zu erwarten. Werte über 0,1 % werden als „hoch“



eingestuft. Deshalb funktioniert die Rußbestimmung nach DIN 51452 nicht für Benzinmotoren.

Da zur Bestimmung des Schmutztragevermögens ein auf dem Filterpapier vorhandener Öltüpfel mit einem CCD Photometer DT 100 ausgewertet wird, lag es nahe, diese Methode so zu erweitern, dass über die Intensität der Schwarzfärbung dieses Tüpfels der Rußanteil auch von Benzinern angegeben werden kann. Heute sind wir in der Lage, bei Rußgehalten zwischen 0,01 % und 0,4 % genauer zu differenzieren. Neben der IR-Spektroskopie kann durch die Auswertung des Schwärzegrades des Öltüpfels eine Veränderung durch mehr oder weniger Ruß angegeben werden. Da Referenzflüssigkeiten mit genauen Rußgehalten fehlen und auch Verfahren wie die TGA (thermogravimetrische Analyse) bei den geringen Rußgehalten zu ungenau sind, geben wir seit einigen Wochen für Ottomotorenölen den Ruß nicht in %, sondern als Rußindex in Form einer dimensionslosen Zahl an.

Es handelt sich beim Rußindex um eine „Hausmethode“ von OELCHECK, für die wir allerdings auch Grenzwerte definiert haben. So ist z.B. ein Rußindex >0,3 bei Gebrauchttölen aus Benzinmotoren nach dem bisherigen Erfahrungsstand ein Hinweis auf eine etwaige problematische Veränderung beim Direkt einspritzverfahren. Auch angestiegene Verbrennungstemperaturen oder eine veränderte thermische Ölbelastung kann Ursache für mehr feine Rußpartikel sein, die sich nicht nur im Abgas sondern auch im Motorenöl wiederfinden.

Wir werden die beim Rußindex festgestellten Veränderungen noch weiter verfeinern und intensiv mit den Erfahrungen unserer Kunden aus der Praxis abgleichen. So können wir mögliche Ursachen und Auswirkungen noch individueller beurteilen und die Laborberichte außerdem spezifischer kommentieren.

OELCHECK beantwortet auch Ihre Fragen zu den Themen Tribologie und Schmierstoff-Analysen.

Fragen Sie uns per E-Mail (info@oelcheck.de) oder Fax +49 8034/9047-47.