

WEAR ✓ **CHECK**[®]
SCHMIERSTOFF-ANALYSEN

Öl Checker

INSIDER-INFO · PARTNER-FORUM · TECHNIK-FOKUS



INHALT

- ✓ Schmierfette – Bestimmung der Ölabscheidung S.3
- ✓ Korrosionswirkung auf Kupfer – Kupferstreifenfest S.3
- ✓ Instandhaltung – Die Betriebsfahrzeuge der BVG S.4
- ✓ Online-Ölsensoren oder Laboranalysen S.5
- ✓ Windkraftanlagen – Grenzwerte für Planetengetriebe S.7
- ✓ Nachgefragt – Getriebebeschäden trotz Ölanalysen S.8
- ✓ OilDoc-Seminare – Termine Herbst 2007 S.8

VESTAS nutzt WEARCHECK Webportal



Der effiziente Weg zu mehr Leistung – Vestas V90

Vestas ist der weltweit führende Hersteller von Windkraftanlagen. Weltweit erzeugen heute mehr als 30.000 Vestas-Anlagen in über 60 Ländern Strom aus Wind. Mit der Entwicklung der V90-3,0 MW setzte Vestas neue Maßstäbe. Sie ist eine der effizientesten Windenergieanlagen mit bestem Preis-Leistungsverhältnis. Vestas bietet einen umfassenden Service für alle Windenergieanlagen. Unter dem Überbegriff VestasService™ sind Wartungspakete geschnürt, die vom Wartungsdienst über Ölwechsel auch Versicherungen enthalten können. WEARCHECK Schmierstoffanalysen sind ein fester Bestandteil jedes Servicepaketes. Dabei werden Getriebeöle im Hauptgetriebe alle 6 Monate und Hydrauliköle einmal jährlich kontrolliert. Das Management der vielen tausend Proben in der Datenbank und das Weiterleiten von über

10.000 jährlichen Laborberichten erfolgt online über das WEARCHECK Webportal www.laborberichte.com.

Auf den Zustand kommt es an

Bisher wurde das Getriebeöl nach festen Intervallen ausgetauscht. Mineralische Getriebeöle waren nach 18, synthetische nach 36 Monaten fällig. Heute wird der Wechsel mehr und mehr in Abhängigkeit vom Ölzustand vorgenommen. So kann mit einer Füllung eine wesentlich längere Standzeit erzielt und die Kosten gesenkt werden. Allein in Deutschland werden in den Getrieben von Vestas Anlagen mehr als eine Million Liter Getriebeöl eingesetzt. Vestas strebt danach, den immer wertvolleren Rohstoff Öl nachhaltiger einzusetzen. Dies ermöglicht innovative Technologien bei der Konstruktion,

bessere Öle und Schmierstoff-Analysen. Das Getriebe übersetzt die Rotordrehzahl von 15 bis 20 Umdrehungen pro Minute auf die vom Generator benötigten 1.500. Es entwickelte sich von einem kompakten geradzahnten Stirnradgetriebe ohne Getriebeölfilter- und Kühlsystem zu einem mehrstufigen Planeten-Stirnradgetriebe. Heute werden die bis zu 500 Liter synthetisches Getriebeöl im prozessgesteuerten Ölkühler bei optimaler Betriebstemperatur gehalten. Gleichzeitig wird es über Nebenstromfilter zuverlässig von schädlichen Fremdstoffen befreit. WEARCHECK passt den Untersuchungsumfang der Ölanalysen jeweils dem neuesten Stand der Getriebe- und Anlagenentwicklung an. Dank der Analysen wird ein "Überfahren" der Getriebeöle zuverlässig verhindert und drohende Schäden an den Zahnrädern oder Wälzlagern frühzeitig entdeckt.

Ölanalysen für Windenergieanlagen

Die Getriebe- und Hydrauliköle werden umfangreichen Analysen (WEARCHECK Analysenset 4) unterzogen. Bei den Getriebeölen werden neben der Viskosität unter anderem der Wassergehalt, die auf der Optischen Partikelanalyse (kurz OPA) basierende Reinheitsklasse und die Verschleißmetalle besonders begutachtet. Obwohl die Komponenten von Windenergieanlagen extrem gut abgedichtet sind, kann unter ungünstigen Bedingungen z.B. Wasser in das Getriebeöl eindringen.

HUSUMwind
Wir sehen uns in Halle 2, Stand 2B13
18.-22. September 2007

»Check-up«

Herzlich willkommen bei WEARCHECK – heißt es in wenigen Wochen für gleich drei neue Auszubildende. Im Herbst dieses Jahres beginnen sie bei uns ihre Laufbahn als Bürokaufmann, Chemielaborant und Mediengestalterin. Neben den beiden, die schon als Chemielaborant und Kaufmann für Bürokommunikation im zweiten Lehrjahr bei uns arbeiten, sind dann mehr als 10% unserer Mitarbeiter junge Menschen in der Ausbildung.



Wir sind ständig auf Expansionskurs. Die Anzahl der im WEARCHECK-Labor untersuchten Proben nimmt seit Jahren im deutlich zweistelligen Bereich zu. Deshalb investieren wir in neue Software und innovative Testgeräte. Für viele Lieferanten von ölspezifischen Laborgeräten, selbst aus den USA, sind wir der Beta-Tester. Leider arbeitet nicht jedes neue Gerät und dessen vollautomatischer Probenwechsler so, wie von den Verkäufern optimistisch geschildert. Aber mit den Vorschlägen unserer qualifizierten Mitarbeiter konnte fast jedes Gerät so nachgebessert werden, dass es heute Bestandteil unserer Verfahren ist. Bei konstanten Preisen können wir daher immer wieder neue aussagefähige Prüfverfahren anbieten. Damit bei dem hohen Probenaufkommen auch der 24 Stunden-Service nicht auf der Strecke bleibt, beschäftigt WEARCHECK mittlerweile 41 Mitarbeiter. Schnelle Reaktionszeiten und qualifiziertes Arbeiten sind für unsere Kunden und auch für uns alle selbstverständlich. Doch trotz alledem, unsere fünf Auszubildende lernen bei uns sicher nicht nur den „Ernst des Lebens“ kennen. Denn bei uns als Familienbetrieb hilft ein kollegiales Miteinander, dass trotz hohem Arbeitspensum mit entsprechendem Zeitdruck auch Spaß und Freude nicht zu kurz kommen.

Ihre Barbara Weismann

Die Getriebeöle sind durch den intermittierenden Betrieb ständig schwankenden Temperaturen ausgesetzt. Das Öl verändert in Abhängigkeit von der Temperatur sein Volumen. Das Getriebe „atmet“. Dabei wird Luft eingesogen, aus der sich Kondenswasser bilden kann. Einige EP-Additive und die zum Teil esterhaltigen Komponenten der vollsynthetischen Hochleistungsgetriebeöle reagieren oft empfindlich im Zusammenhang mit Wasser.



Service-Techniker in der Rotornabe

Wird im WEARCHECK Labor ein Wassergehalt von über 500 ppm (0.05%) festgestellt, ist Vorsicht geboten. Bei mehr als 1.200 ppm wird zu einem Ölwechsel oder zu einer Wasserentfernung über Vakuum-Trocknungsverfahren geraten. Bleibt zuviel Wasser zu lange im Öl, kann korrosiver Verschleiß besonders an den Wälzlagern auftreten. Gleichzeitig altert das Öl wesentlich schneller.

Im Maschinenhaus einer Windenergieanlage können ohne zusätzliche Kühlung Temperaturen von weit über 100°C auftreten. Um eine Überhitzung zu verhindern, wird Luft in großen Mengen angesaugt und zur Temperaturabfuhr über die Hauptwärmequellen geleitet.

Filter schützen die Aggregate vor Staub und Schmutz. Doch gerade in der Blüte- und Erntezeit oder bei lang anhaltender Trockenheit werden Staub- und Pflanzenpartikel aufgewirbelt. Dann können selbst die besten Filter gelegentlich ihr Kapazitätslimit erreichen. Die WEARCHECK-Partikelanalyse kann bei der Partikelzählung unterscheiden zwischen Verschleißmetallen, die aus feinsten Abriebteilchen bestehen, und nichtmetallischen Partikeln, die auf Staub und Verunreinigungen sowie auf Ölalterungsprodukte schließen lassen. Auf die Einhaltung der Reinheitsklasse des Öles wird genau geachtet. Sie liegt für die in Vestas Anlagen eingesetzten Getriebeöle bei 21/18/15, wobei nicht mehr als 500 Partikel >20 µm in einer der vier OPA Verschleißkategorien vorhanden sein sollen.

Warn- und Grenzwerte für Planetengetriebe von Windkraftanlagen – Übersicht auf Seite 7 in dieser Ausgabe

Befinden sich harte Partikel im Öl, wird der bei hohen Temperaturen doch empfindlich dünne Schmierfilm gestört. Außerdem lassen Verunreinigungen das Öl schneller altern. Allerdings gelangen die kleinen Partikel

nicht nur von außen in das Öl. Auch Abriebspartikel der Komponenten können das Öl belasten. Mit der ICP-Bestimmung der Menge von Verschleißmetallen, die sich in einem Milligramm Öl befinden und der Optischen Partikelanalyse, zählt WEARCHECK als bisher einziges Labor weltweit nicht nur die Art der Partikel, sondern kategorisiert diese als spänenartigen Verschleiß, Gleit- oder Ermüdungverschleiß oder als nichtmetallische Verunreinigungen, wie Staub, Fasern und gealterte Ölbestandteile. Gleichzeitig werden Luft- und Wasserbläschen dargestellt, die eine repräsentative Auswertung behindern könnten.

Das Webportal – immer online und aktuell

Die Ölproben werden von den Vestas Monteuren entnommen und direkt an WEARCHECK versandt. Mehr als 1.000 dieser Proben werden monatlich untersucht. Ihr Management erfolgt online unter laborberichte.com. Im WEARCHECK Webportal sind die Daten aller Windenergieanlagen hinterlegt, für die bereits einmal eine Probe eingeschickt wurde. Die verantwortlichen Vestas Mitarbeiter der Abteilung „Technical Support“ in Husum rufen täglich die aktuellen Analyseergebnisse ab. Als „Master User“ haben sie Zugriff auf die Daten aller für Vestas analysierten Proben. Sofort nach dem Einloggen sehen sie, gruppiert nach „grün, gelb, rot“, welche Laborberichte sie noch nicht angesehen haben. Die mit einem roten Ausrufezeichen versehenen Berichte werden zuerst bearbeitet. Der Technical Support kann die Diagnose der WEARCHECK-Ingenieure präzisieren und genaue Anweisungen hinzufügen. Anschließend werden die Berichte direkt versandt oder, wenn dem Anlagenbetreiber von Vestas ein Zugang zum WEARCHECK-Webportal eingerichtet wurde, zur online Einsichtnahme freigegeben.

www.laborberichte.com ist eine Online-Datenbank mit schneller Zugriffsmöglichkeit und umfassenden Informationen. Sie ist übersichtlich und einfach zu bedienen. Vestas Mitarbeiter und Anlagenbetreiber finden hier die komplette Historie der jeweiligen Anlage. Außerdem ist sie ein wichtiges Instrument für die Qualitätssicherung bei Vestas. Der Technical Support kann die Daten aller Anlagen in Form einer Excel-Tabelle auswerten. Die daraus gewonnen Erkenntnisse können in die Konstruktion der Anlagen oder in die Ölauswahl mit einfließen.

Im Webportal sind sämtliche Kommentare und der Informationsaustausch zu einer Probe von Vestas mit dem Betreiber oder WEARCHECK dauerhaft hinterlegt. Die WEARCHECK-Ingenieure sehen bei der Auswertung einer neuen Probe aus der gleichen Anlage auch den E-Mail Verkehr zur vorherigen. So lässt sich nachvollziehen, ob die von Vestas mittels E-Mail ausgesprochene Wartungsanweisung, wie z.B. ein dringend empfohlener Ölwechsel, wirklich durchgeführt wurde.

Sie haben noch keine Zugangsdaten zum kostenfreien WEARCHECK Webportal? Gleich anfordern per E-Mail an ts@wearcheck.de!

Unter www.laborberichte.com können Sie sich übrigens auch als Gast einloggen und die Funktionsweise ausprobieren.

Neues aus dem WEARCHECK-Labor!

Schmierfette – Bestimmung der Ölabscheidung (DIN 51817)

Schmierfette sind keine homogenen Mischungen wie Öle. Sie bestehen im Wesentlichen (bis zu ca. 90%) aus Öl, wenigen Prozenten Additiven und (bis zu ca. 30%) aus einem sogenannten Verdicker. Dieser wirkt ähnlich wie ein Schwamm. Das zum Teil relativ niedrigviskose Öl (häufig ISO VG 68 bis ISO VG 220) wird in den Poren des meist auf der Grundlage einer Metallseife (Lithium, Kalzium, Aluminium, Natrium) hergestellten Verdickers festgehalten. Während des Transports und der Lagerung darf das Öl aber nicht aus dem "Fettgerüst" austreten. Es soll erst an der Schmierstelle, z.B. in einem Wälzlager unter Bewegung oder Temperatur nach und nach freigegeben werden. Dieser Vorgang der Ölabgabe wird auch als "Ausbluten" bezeichnet.

Das Verfahren der "Bestimmung der Ölabscheidung von Schmierfetten unter statischen Bedingungen" nach DIN 51817 lässt auf die Neigung des entsprechenden Fettes zur Ölabscheidung unter Lagerungsbedingungen schließen. Allerdings ist es nur eingeschränkt in der Lage, Hinweise auf die Ölabgabe in der Lagerstelle oder in Zentralschmieranlagen zu geben. Auch für Fließfette, wie sie in Getriebemotoren häufig verwendet werden, eignet sich das Verfahren nicht.

Für die Bestimmung werden ca. 50 Gramm des zu untersuchenden Fettes homogen in einen zylindrischen Prüfkörper gestrichen, dessen Boden einen konisch zulaufenden Drahtsiebboden mit einer Maschenweite

von 63 µm bildet. Das Sieb wird zusammen mit dem Fett gewogen. Danach wird das Ganze in einen Ölaufangbehälter eingesetzt. Auf die Probenoberfläche wird zentral ein Gewichtsstück aufgesetzt, um den Druck innerhalb der Fettprobe zu erhöhen. Bei einer konstanten Temperatur von 40°C trennt sich, je nach Art des Fettes, aber auch in Abhängigkeit von der Präzision des Herstellungsverfahrens, Öl aus dem Verdicker. Es läuft durch das Sieb und tropft an dessen tiefster Stelle in den Auffangbehälter. Nach 18 Stunden (Kurzprüfung) oder 168 Stunden (Normalprüfung) wird die bei einer Testtemperatur von 40°C im Auffangbehälter abgeschiedene Ölmenge ausgewogen. Das Ergebnis wird relativ zur Fetteinwaage in % (m/m) angegeben.

Je höher die Ölabscheidung, die in einigen Schmierfettnormen (z.B. Radsatzlagerfette nach EN 12081 max. 6%) nach oben hin begrenzt ist, umso größer ist die Gefahr, dass Öl während des Transportes des Fettes vom Hersteller zum Endverbraucher aufschwimmt oder sich im Gebinde abscheidet. Das für die Schmierung erforderliche Öl steht damit nicht mehr zur Verfügung. Es ist allerdings nicht zu empfehlen, abgeschiedenes Öl von Hand wieder in das Fett einzurühren. Es würde sich nach kürzester Zeit wieder separieren und dann schnell aus der Lagerstelle laufen.

Da bei der Beurteilung der Ölabscheidung und des Ausblutungsverhaltens von Gebrauchtfetten kaum eine für den Test ausreichende Fettmenge zur Verfügung steht, hat WEARCHECK zusammen mit einem Hersteller von Elektromotoren ein spezielles Prüfverfahren zur Beurteilung



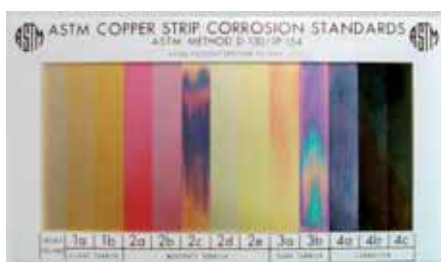
Abgeschiedenes Öl nach dem Siebttest

des noch im Gebrauchtfett vorhandenen Ölanteils und zur Beurteilung des Ölabbavehaltens in der Lagerstelle entwickelt (siehe ÖlChecker Frühjahr 2003). Mit diesem Verfahren kann selbst bei einer Probenmenge von einem Gramm noch ein Hinweis gegeben werden, ob eine Gefährdung durch Fettaustrocknung droht.

Sie haben jährlich mehr als 600 Ölproben? Dann werden Sie jetzt Master User und verwalten Ihre Proben selbst im Webportal. Weitere Informationen: WEARCHECK Technik Tel. 08034/9047-210, ta@wearcheck.de

Korrosionswirkung auf Kupfer Kupferstreifentest (ISO 2160)

Buntmetalle, insbesondere Kupfer und kupferhaltige Verbindungen wie Bronze oder Messing, reagieren sehr sensibel auf sauer wirkende Bestandteile in Schmierstoffen und Lösungsmitteln. Neben Säuren sind auch einige der im Grundöl vorhandenen Schwefelverbindungen häufig ein Grund für einen verstärkten Kupferangriff. Allerdings erlaubt der Absolutgehalt an Schwefel, der z.B. mittels ICP bestimmt werden kann, keine Aussage über die zu erwartende Korrosion von metallischen oder kupferhaltigen Bauteilen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Schmierstoffen. Zur Reduzierung der Korrosionsneigung in Bezug auf kupferhaltige Bauteile können Schmierstoffen so genannte Korrosionsinhibitoren oder Kupferdeaktivatoren



als Additive zugegeben werden. Diese sollen vor allem die Spezies von Schwefelverbindungen abpuffern und neutralisieren, die für Probleme sorgen könnten.

Der Nachweis eines bestandenen Kupferkorrosionstestes ist Bedingung in sehr vielen übergeordneten Schmierstoffnormen, wie z.B. für HLP-Hydraulik-, TDL-Turbinen- oder CLP-Getriebeöle.

Mit der "Kupferstreifenprüfung" (Öle: DIN EN ISO 2160, ASTM D 130, Fette: DIN 51811) wird nachgewiesen, inwieweit Schmieröle und Schmierfette auf Kupfer korrosiv wirken.

Zur Prüfung wird ein zuvor geschliffener, polierter und entfetteter Kupferstreifen in ein Probengefäß mit dem zu untersuchenden Schmierstoff vollständig eingetaucht. Bei der Untersuchung von Fetten wird der Kupferstreifen von allen Seiten mit dem Fett bestrichen und anschließend in ein Probengefäß, das das gleiche Fett enthält, eingeführt. Das verschlossene Probengefäß wird dann für eine definierte Zeit (meist 2 -3 Stunden) in ein Wärmebad (meist 100°C) eingetaucht. Nach Ablauf der Testdauer wird der Kupferstreifen entnommen, mit Lösungsmittel gereinigt und vorsichtig getrocknet.

Nach der Beendigung des Versuchs wird die Verfärbung des Kupferstreifens durch einen Vergleich mit einer Farbskala ermittelt und als Korrosionsgrad angegeben.

Die Angabe des Ergebnisses erfolgt in vier Hauptkategorien (1-4) und innerhalb dieser in Unterkategorien (a-e).

Typische Versuchsbedingungen sind z.B. für: Hydrauliköl: Versuchsdauer 3 h, Prüftemperatur 100°C Schmierfett: Versuchsdauer 24 h, Prüftemperatur 50°C Angabe des Prüfergebnisses:

Kupferstreifenprüfung ISO 2160: (3h/100°C) 1a

| Klassifizierung von Vergleichsstreifen | | |
|--|--|---------------------|
| K.-grad | Beschreibung | Bedeutung |
| 1 | a) hell orange, ähnlich wie ein frischer Streifen b) dunkel-orange | leichte Anlaufarben |
| 2 | a) weinrot b) lavendel c) mehrfarbig mit lavendelblauem bzw. silbernem Belag auf weinrot d) silbrig e) messingfarben oder golden | mäßige Anlaufarben |
| 3 | a) magentafarbener Überzug auf messingfarbenem Streifen b) mehrfarbig mit rot und grün (Pfauenmuster) | starke Anlaufarben |
| 4 | a) durchsichtig schwarz, dunkelgrau oder braun, mit kaum sichtbarem grün b) graphit- oder matschwarz c) glänzend oder pechschwarz | Korrosion |

Dienst auf der U-Bahnstrecke – Die Betriebsfahrzeuge der BVG

Berlin – Mit einem leistungsfähigen System aus U-Bahn, Straßenbahn und Omnibus werden täglich ca. 2,4 Millionen Fahrgäste transportiert. Alleine die U-Bahnen der BVG (Berliner Verkehrsbetriebe) befördern täglich ca. 1,5 Millionen, im Jahr fast 500 Millionen Personen auf einem Streckennetz von 144 Kilometern Länge. Über 1.200 U-Bahnwagen fahren insgesamt 170 Bahnhöfe an, die im Durchschnitt nur 0,79 km vom nächsten entfernt liegen. So kommen am Tag 400.000 U-Bahnkilometer zusammen. In keiner anderen europäischen Metropole gibt es mehr U-Bahn-Linien, die ihren Betrieb auch nachts, an Wochenenden und vor Feiertagen aufrecht erhalten. Mehr Service ist kaum vorstellbar. Seit über 100 Jahren stellt die BVG ein Stück Lebensqualität in Berlin dar. Der technische und organisatorische Aufwand dafür ist allerdings enorm.



Fast 500.000 Millionen Personen befördert die BVG pro Jahr

Alle Einrichtungen des öffentlichen Nahverkehrs wie Bahnen, Busse, Fahrtreppen, Aufzüge müssen für einen störungsfreien Betrieb regelmäßig gewartet werden. Zu vielen Wartungsarbeiten gehört auch eine regelmäßige Überprüfung der Ölfüllung dieser Einrichtungen, denn es hat sich gezeigt, dass eine regelmäßige Ölkontrolle die vorbeugenden Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen entscheidend unterstützen können. Früher erfolgten solche Ölkontrollen im betriebseigenen BVG-Labor. Aber nachdem dieses aufgelöst wurde, sind seit mehr als 10 Jahren die schnellen WEARCHECK Schmierstoffanalysen ein fester Bestandteil der vorbeugenden Instandhaltung in den unterschiedlichsten Abteilungen und Betriebsmeistereien bei der BVG.

Auch bei den U-Bahn-Betrieben werden Informationen aus dem Öl regelmäßig als Basis für die Instandhaltung der Betriebsfahrzeuge betrachtet. Schließlich muss das extrem beanspruchte Gleisnetz immer perfekt in Stand gehalten werden. In Brietz, im Süden Berlins, sind die über mehr als 60 Betriebsfahrzeuge des U-Bahnnetzes

stationiert. Dazu zählen E- und Dieselloks, Schienenbearbeitungszüge, Kabelleoren, genauso wie Schienenmesswagen. 13 Mitarbeiter sind dafür verantwortlich, dass dieses rollende Material auf Abruf einsatzbereit ist. Jeden Tag werden in Brietz die von den Bahnmeistereien der Berliner U-Bahn angeforderten Betriebsfahrzeuge vorbereitet. Zum Einsatzort überstellt werden sie meist in der Nacht. Doch auch tagsüber wird den Fahrgästen an den U-Bahnhöfen immer wieder einmal eine „Sonderfahrt“ angekündigt. Dann heißt es „Achtung, eine Zugdurchfahrt“ und kurz darauf gibt es einen der Wartungszüge auf seiner Fahrt zur Baustelle zu bestaunen. Vornweg die Lok, gefolgt von einer Kombination aus Güter- und Arbeitswagen, sowie einem „Spitzenfahrzeug“ am Ende. Dieses ist mit einem Führerstand ausgerüstet und kommt zum Einsatz, wenn es ohne Wenden zurückgeht.

Die Bahnmeistereien der jeweiligen U-Bahn-Strecken, die ihre Problembereiche am besten kennen, sind für die Bestückung der Arbeitswaggons mit Schienen, Werkzeug, Schotter und notwendigem Reparaturmaterial zuständig. Am Einsatzort angekommen, kann es dann gleich zur Sache gehen.

In den Tunnelanlagen und auch auf den oberirdischen Streckenabschnitten müssen unter Anderem alte Gleise versorgt, neue Gleise verlegt, Weichen geprüft und das Schotterbett gepflegt werden.

Wie die U-Bahn-Züge werden auch die Betriebsfahrzeuge, sorgfältig auf der Basis eines detaillierten

Wartungsplans kontrolliert und vorbeugend gewartet. Alle 6 Wochen werden die angetriebenen Traktionsfahrzeuge untersucht, alle übrigen Waggons im Turnus von 10 Wochen. Einmal jährlich erfolgt eine Generalinspektion. Diese umfassende Wartung dauert in der Regel zwei bis drei Tage. Während dieser Zeit werden nicht nur Elektro- und Metallkomponenten in Bezug auf Verschleiß und Korrosion geprüft. Auch der Verschleiß von Antriebsmotoren, Getrieben, Generatoren- und Radlagern wird sowohl durch direkte Inaugenscheinnahme als auch indirekt über die Öl- bzw. Fettanalyse kontrolliert.

Da die Betriebsfahrzeuge ständig einsatzbereit sein müssen, ist die Schadensfrüherkennung extrem wichtig. Die Öle aus Antriebsgetrieben und aus den Kompressoren, die u.a. die Druckluft zum Bremsen und Arbeiten erzeugen, werden einmal jährlich untersucht. Für die Überwachung der Motoren von älteren Dieselloks stehen sicherheitshalber zwei Ölanalysen pro Jahr auf dem Programm. Noch während die Fahrzeuge zur Inspektion



maintain

Internationale
Fachmesse für
industrielle
Instandhaltung

16.-18. Oktober 2007

M,O,C, München

www.maintain-europe.com

Halle 2, Stand 408

**Für kostenlose Gasttickets
senden Sie eine E-Mail an
info@wearcheck.de**

in der Werkstätte in Berlin-Brietz stehen, treffen die Ergebnisse der WEARCHECK-Schmierstoffanalysen ein. Bei Bedarf kann sofort gezielt gehandelt werden.

Bei den Arbeiten mit den Wartungs- und Reparaturzügen in den U-Bahntunneln ist die Staubbelastung überproportional hoch. Als Faustregel gilt: Bei überwiegendem Betrieb im Tunnel sind die Ölwechselfristen für Motoren- und Getriebeöle zu halbieren. Den optimalen Zeitpunkt für den notwendigen Ölwechsel haben die Spezialisten von der BVG im Griff – auch wenn der Staub im Tunnel überaus fein und daher besonders tückisch ist. Weist der Laborbericht für ein Getriebeöl erhöhte Werte für Silizium auf, wird das Öl sofort gewechselt, denn Staub kann die Ursache für einen starken abrasiven Verschleiß sein.

Bei den Kolbenkompressoren, die staubhaltige Luft verdichten, droht zusätzlich ein Ausfall durch Wasser, das die Ursache für Rost und korrosiven Verschleiß ist. Aus der Druckluft fällt Kondenswasser aus. Wenn der Abscheider des Kompressors die Menge des Wassers nicht bewältigt oder wenn das gealterte Öl das Wasser nicht schnell genug abscheiden lässt, bleibt zuviel Wasser im Öl. Dadurch entstehen Rostpartikel und Korrosionsverschleiß. Im Endeffekt fressen sich die verschlissenen Kolben des Kompressors und es geht nichts mehr.

Schmierstoffanalysen von WEARCHECK sind bei der BVG ein fester Bestandteil der vorbeugenden Instandhaltung nicht nur für die Betriebsfahrzeuge sondern auch für die Busse, U- und Straßenbahnen. Sicher, zuverlässig, preiswert und schnell.

Machen Online-Ölsensoren WEARCHECK – Laboranalysen überflüssig?

Immer öfter werden Ölsensoren zum kontinuierlichen Messen der Ölqualität angepriesen, die online arbeiten und direkt in den Ölkreislauf integriert sind. Auf der Basis meist nur eines einzigen Messwertes sollen sie die im Ölstrom festgestellten Unregelmäßigkeiten melden und dabei helfen, Schäden auf ein Minimum zu reduzieren oder den richtigen Zeitpunkt für einen Ölwechsel zu finden. Solche Sensoren nutzen dabei das Öl als Informationsquelle. Sie sollen einen Großteil der Laboranalysen, die nur offline erfolgen können, ersetzen. Doch die Bewertung des Öl- und Maschinenzustandes auf der Basis von Sensordaten ist ein sehr komplexes Thema. WEARCHECK ermittelt für die Diagnose einer einzigen Ölprobe ca. 30 Messwerte. Sensoren, die nur einen oder einige wenige Messparameter erfassen, ermöglichen kaum eine zutreffende Beurteilung. Bestenfalls eignen sie sich dazu einen Trendverlauf darzustellen. Da die Sensorausgabe aber nicht mit konventionellen Labordaten korreliert, gibt es keine absoluten Grenzwerte für eine sinnvolle Interpretation.

Eine klassische Laboranalyse kombiniert eine Vielzahl von Einzelwerten. Sie bewertet nicht nur die Komplexität der Ölveränderung anhand von Viskositätsänderung, Oxidation und Additiveabbau, sondern zeigt auch Art und Menge von Verunreinigungen und von Verschleißmetallen. Erfahrene Experten interpretieren die Ergebnisse und erstellen Diagnosen. Dabei stellt aber jede Laboranalyse nur eine Momentaufnahme aus der Vergangenheit dar, denn zwischen Probenahme und Ergebnis vergeht, trotz 24 Stunden-Service, immer eine gewisse Zeit.

WEARCHECK ist überzeugt davon, dass ein verstärkter Einsatz von Online-Ölsensoren nicht weniger Laboranalysen bedeutet, sondern, dass durch solche Sensoren die Sensibilität von Instandhaltern in Bezug auf Öl als wichtiger Informationsträger angeregt wird. Wir sind daran interessiert, dass Online-Sensoren dabei helfen, Ölanalysen zu vermeiden, die einen unproblematischen Ölzustand zeigen. Denn dann bleibt den qualifizierten Diagnoseingenieuren mehr Zeit, mit ihrem Expertenwissen auf problembehaftete Proben einzugehen.

Sowohl Laboranalysen als auch Online-Sensoren haben Vor- und Nachteile. Eine Kombination der beiden Verfahren kann aber zu einer deutlichen Verbesserung der Effektivität einer zustandsabhängigen Instandhaltung und der Optimierung von Ölwechselintervallen mit dem Ziel der Kostensenkung führen.

Aktueller Stand der Sensortechnik

WEARCHECK arbeitet in einigen auf nationaler und internationaler Ebene geförderten Projekten bei der Entwicklung von Sensoren mit. Verschiedene Hersteller von Sensoren nutzen Laboranalysen zur Überprüfung und Korrelation ihrer Sensorwerte oder lassen ihre Sensoren direkt bei WEARCHECK mit einer Vielzahl unterschiedlichster Ölproben testen.

Die heute angebotenen Sensorsysteme arbeiten online direkt im Öl oder sie werden als tragbare Onsite-Geräte ins Öl eingetaucht oder mit Öl benetzt. Diese meist nur für einen

Öltyp oder einen Messwert funktionierenden Sensoren sind mit einem Anschaffungspreis von oft mehr als 1.000 € nicht wirklich kostengünstig.

Sie messen nahezu ausnahmslos einzelne Werte, die leider nicht mit den aus der Ölanalytik bekannten physikalischen oder chemischen Analyseverfahren korrelieren. Damit fehlt ein direkter Bezug zu den etablierten Grenz- und Warnwerten. Das Kalibrieren der Sensoren ist meist recht aufwändig und störanfällig. Während des Betriebs führen Ablagerungen auf der Sensorfläche oder Luft im Öl zu Problemen. Meist beschränkt sich die Aussagefähigkeit nur auf einen Öltyp oder ein bestimmtes Aggregat. Kostengünstige Ölsensoren haben zur Signalausgabe nur die Möglichkeit, mit Hilfe der Änderung von elektrischen Parametern wie z.B. der Spannung oder der Frequenz über Ölparameter zu informieren. Sie benötigen einen Referenzwert als Ausgangszustand und zeigen dann den aktuellen Ölzustand als Veränderung an. Der unschlagbare Vorteil der Online-Sensoren ist allerdings, dass sie ständig im Einsatz sind und jede Veränderung sofort melden.

Die Leitfähigkeit

Automobilhersteller haben mehrfach versucht, mit Leitfähigkeits-Sensoren den Zustand von Motorenölen und das optimale Ölwechselintervall zu bestimmen. Doch trotz der Auswertung von tausenden von Messergebnissen konnte damit kein direkter Bezug zum Ölzustand hergestellt werden. Häufig werden sie als QLT-(Quality-Level-Temperature)-Sensoren bezeichnet. Sie messen mit Hilfe der Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit, oft auch als Permittivität, ϵ_r , $\tan \delta$ oder Dielektrizitätsfaktor bezeichnet, die Ölqualität, den Ölstand in der Ölwanne, sowie die Öltemperatur. Heute werden sie oft nur noch zur Überwachung des Ölverbrauchs verwendet.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Messung der Leitfähigkeit nicht ausreicht, um den Ölzustand hinreichend genau zu beschreiben. Es ist nicht möglich, einen einzelnen für die Beurteilung des Ölzustandes wichtigen Parameter darzustellen. Die Leitfähigkeit eines Öles wird neben der Öltemperatur auch von Verunreinigungen, Verschleißmetallen, Vermischung mit anderem Öl, Veränderung der Additive, Rußgehalt, Wasseranteil, Kraftstoffgehalt, saure Reaktionsprodukte (Tribopolymere), Viskositätsänderung oder Oxidation, zum Teil auch gegenläufig, beeinflusst.

Die Viskosität

Sie ist die wichtigste physikalische Kenngröße eines Öles. Doch mit ihr alleine kann weder die Ölqualität noch die weitere Verwendbarkeit des Öles beurteilt werden.

Nur wenn die Viskositätsänderung in einem relativ engen Toleranzbereich genau genug bestimmt werden kann, ist eine Aussage über den Ölzustand bei bestimmten Einsatzbedingungen möglich.

Ein Anstieg oder Abfall der Viskosität ist nicht nur von der



Acoustic-Wave-Sensor für die Online-Viskositätsbestimmung

temperatur- und laufzeitbedingten Oloxidation abhängig. Meist nimmt durch eine Ölalterung die Viskosität zu. Je nach Öltyp kann die Viskosität aber auch durch Scherung von Viskositätsindex-Verbessernern oder Vermischungen mit anderen Öltypen abnehmen. Das Nachfüllen einer falschen Ölart kann sowohl einen Viskositätsanstieg oder -abfall bewirken. Auch ein anhand der Frischölviskosität angenommener Ausgangswert kann bereits falsch sein, wenn z.B. in einem Getriebe zu viel niedrigviskoses Spülöl bei der Auslieferung geblieben ist.

Verschiedene neuere preisgünstige Sensortypen sollen die „relative“ Viskositätsänderung messen können. Die auf Schwingquarzen oder Siliziumchips basierenden „Scher-schwinger“ messen dazu mit einer extrem hohen Scherrate eine Veränderung des von der Viskosität abhängigen Widerstandes in einer nur wenige Nanometer „dünnen“ Öl- bzw. Additivschicht. Deswegen wird bei fast allen Öltypen das Messergebnis durch Ablagerungen von Ölalterungsprodukten, stark polar wirkenden Additiven oder VI-Verbessernern erheblich beeinträchtigt. Zusätzlich kann die hohe Scherrate aufgrund der hohen Frequenz, mit der die Moleküle ange-regt werden, eine Erwärmung des Öles im Kontaktbereich zwischen Sensoroberfläche und Öl verursachen. Dies hat eine kaum korrelierbare Fehlmessung zur Folge.

Vergleichsmessungen im Labor zeigten mit solchen Scher-schwinger-Sensoren noch keine verwertbaren Resultate.

Mehr Erfolg versprechen Tests mit Acoustic-Wave-Sensoren. Sie bringen mit Schallwellen bei einer niedrigen Frequenz einen „dickeren“ Ölfilm in Schwingung. Der Unterschied zwischen den erzeugten und den auf dem gleichen Sensorchip empfangenen Schallwellen ist abhängig von der Ölviskosität. Die vom Öl absorbierte Energie wird als dynamische Viskosität bei der jeweiligen Betriebstemperatur ausgegeben. Mit der Dichte lässt sich die dynamische Viskosität in die kinematische Viskosität bezogen auf 40°C oder 100°C umrechnen. Die heute verfügbaren „low-shear“-Sensoren zeigen nun auch bei höherviskosen Ölen (bis ISO VG 220) eine relativ gute Korrelation, die aber noch stark abhängig vom Öltyp ist.

Der Wassergehalt

Wasser im Öl kann die Lebensdauer der geschmierten Komponenten durch Korrosionsbildung empfindlich reduzieren. Unterbrechen Wassertröpfchen den Schmierfilm, kann es an den Oberflächen neben Korrosion auch zu einer örtlichen Verschweißung der Rauheitsspitzen oder zu einer verstärkten Materialermüdung kommen.

Viele Sensoren werben heute damit, dass sie Wasser im Öl feststellen können. Meist zeigen sie aber nur eine Veränderung der Leitfähigkeit des Öles an. Sie wird auch durch Wasser beeinflusst. Die Sensoren stellen jedoch nicht den absoluten Wasseranteil im Öl fest, so wie er mit den Labormethoden in % oder ppm gemessen wird. Sie bestimmen nach dem Leitfähigkeitsprinzip lediglich die „relative Feuchte“ im Öl. Ist es komplett mit Wasser gesättigt, wird im Idealfall ein Wert von 100% relative Feuchte im Öl angezeigt. Das kann bei einem Hydrauliköl bereits bei 180 ppm Wasser sein, bei einem Hydrauliköltyp mit anderer Additivierung aber über 2.000 ppm.



IR-Sensor zur Bestimmung des Wassergehaltes in ppm

Die Sättigungsgrenze, d.h. die Aufnahmefähigkeit von Wasser im Öl, ist abhängig vom Luftdruck, der relativen Feuchte in der Umgebungsluft, dem Grundöl, der Öltemperatur, der Ölviskosität, der Ölalterung und auch der Additivierung. Versuche, mit der Messung der relativen Feuchte den Wasseranteil in ppm mit hinreichender Genauigkeit anzugeben, sind daher gescheitert.

Einige neuere Sensoren nutzen optische Verfahren, wie z.B. die Infrarot-Methode zur Wasserbestimmung. Damit lässt sich das Wasser auch quantitativ ab einer Konzentration von ca. 500 ppm (0,05%) nachweisen. Allerdings müssen solche Infrarot-Sensoren zunächst im Labor mit dem jeweiligen Öltyp und im erwarteten Messbereich kalibriert werden. Bei sehr dunklen Ölen (gebrauchten Motorenölen) oder bei einigen synthetischen Getriebeölen funktioniert die IR-Wasserbestimmung nicht. Auch bei den in der Praxis auftretenden Vermischungen mit anderen Öltypen treten bei den für bestimmte Öle kalibrierten Sensoren erhebliche Abweichungen zum tatsächlichen Wassergehalt auf.

Die Elementanalyse

Eine Bestimmung der im Öl vorhandenen Verschleiß-, Verunreinigungs- und Additivmetalle ist das Rückgrat einer konventionellen Ölanalytik. Anhand der Menge der im Öl befindlichen Elemente können eindeutige Rückschlüsse auf den Verschleißzustand von Komponenten, die Verschmutzung, eine Vermischung des Schmierstoffes oder den Additivabbau gezogen werden.

Online-Partikelzähler können Angaben über die Anzahl der im Öl befindlichen Partikel liefern. Allerdings unterscheiden diese nicht zwischen Verschleiß- oder Verunreinigungspartikeln sowie zwischen harten Partikeln und weichen Reaktionsprodukten, deren Gefährdungspotenzial für das Aggregat unterschiedlich zu bewerten ist. Bis heute wurden bei

WEARCHECK noch keine Sensoren getestet, die Aussagen als Ersatz für eine komplexe ICP-Elementanalyse machen können.

Die Partikelzählung

Online-Partikelzähler werden heute bereits in einigen hydraulischen Systemen, die mit niedrigviskosen Ölen (ISO VG 46 oder dünner) betrieben werden, eingebaut. Die ermittelten Werte lassen sich allerdings nicht mit den Normwerten gemäß ISO 4406 vergleichen. Sie können sich aber gut zur Trendbeobachtung eignen. Aber auch solche Sensoren sollten für jedes System und jeden Öltyp neu kalibriert werden. Je nach Prinzip funktionieren die Offline-Geräte oder Online-Sensoren aber nicht, wenn das Öl viele Luftbläschen oder Wassertröpfchen enthält oder wenn Hydraulikanlagen im mobilen Einsatz starken Erschütterungen ausgesetzt sind. Auch wenn Online-Partikelzähler zur Reinheitsbestimmung für Getriebeöle eingesetzt werden, scheitern sie entweder an der zu hohen Ölviskosität (ISO VG 320) oder an dem zu dunklen Öl.

Die Partikelanalyse

Zur Bestimmung von magnetisierbaren Eisen sind ähnliche Verfahren wie der PQ-Index, besonders für Helikoptergetriebe und Flugturbinen sowie für Schiffsmotoren, im Einsatz. Bei Magnetsensorsystemen lagern sich die Eisenspäncchen am Sensor an und führen so zu einer Veränderung des Ausgangs-Magnetfeldes. Mit diesen „Chipdetektoren“ können aber nur relativ große Partikel in relativ dünnen Ölen erkannt und so auf akute Verschleißvorgänge geschlossen werden. Eine Online-Fotografie von Verschleißpartikeln und eine zugehörige Softwareentwicklung sind bereits angedacht. Damit soll ähnlich wie bei der OPA (Optische-Partikel-Analyse) im Labor auf den Entstehungsmechanismus von Partikeln geschlossen werden. WEARCHECK arbeitet in einem von der EU geförderten Projekt mit, das sich mit dieser Thematik beschäftigt.

Die Säurezahl

Bei der Entscheidung, ob das Öl gewechselt werden soll, spielt der Oxidationszustand des Öles eine entscheidende Rolle. Öl wird „sauer“, wenn es durch Alterung Sauerstoff eingelagert hat, durch Reaktionsprodukte aus einem Additivabbau oder den Verbrauch der alkalisch wirkenden Additive durch schwefelhaltige Rückstände aus der Kraftstoff-Verbrennung. Bei zu saurem Öl lohnt sich auch eine bessere Ölpflege zur Standzeitverlängerung nicht mehr, denn die im Öl gelösten Säuren können zu korrosivem Verschleiß führen.

Bei WEARCHECK werden heute kostengünstige Sensoren überprüft, die im Bereich eines Spektrums des sichtbaren Lichtes arbeiten. Anhand der täglich eingehenden Ölproben werden diese Sensoren so mit Laborwerten korreliert, dass sich die AN bzw. die NZ und damit auch Öloxidation und Additivabbau gut darstellen und mit konventionellen Prüfverfahren vergleichen lassen.

Allerdings besteht auch bei diesen Sensoren die Notwendigkeit, sie anhand von hunderten von Praxisproben auf den jeweiligen Öltyp hin und dessen Veränderung über die Einsatzzeit zu kalibrieren.



Visible-Light-Sensor für die Messung des Oxidationsindex und der AN

Fazit

In verschiedenen Fördervorhaben, bei denen WEARCHECK mit Sachverstand, Ölproben und Datenbankauswertungen beiträgt, sowie bei namhaften Unternehmen, die Sensoren für andere Bereiche herstellen, wird mit Hochdruck an der Entwicklung von Online-Ölsensoren gearbeitet. Neben den geschilderten Messprinzipien wurden bei WEARCHECK noch weitere Sensoren – meist mit negativem Ergebnis – überprüft. Doch für die nahe Zukunft ist mit einer steigenden Tendenz beim Einsatz von Online-Ölsensoren zu rechnen. Eine Ölanalyse im Labor kann durch solche Sensoren allerdings nicht vollständig ersetzt werden.

Ein Zusammenspiel von Ölsensoren und unterstützenden Laboranalysen ist unschlagbar.

- Der Ölsensor oder mehrere Sensoren mit unterschiedlichem Messprinzip sind ständig online.
- So lange sich das Sensorsignal im „grünen Bereich“ bewegt, ist keine Ölanalyse erforderlich.
- Sensoren reagieren bei Unregelmäßigkeiten sofort und können so rechtzeitig vor Schäden warnen oder zu einem Ölwechsel auffordern.

WEARCHECK-Ölanalysen mit einer Expertendiagnose sind erst notwendig, wenn

- diese Sensorwarnung zu einem unerwartet frühen Zeitpunkt erfolgt,
- der Grund für eine zu kurzfristige Veränderung des Sensorsignals interessiert.

Die Laboranalyse erfolgt also nur, wenn sie notwendig ist und nicht, solange das Öl noch in Ordnung ist. Sie kommentiert dann die Ursachen für die vom Sensor gemeldeten Unregelmäßigkeiten im Detail.

Und: Die Ölanalysen sind unabdingbar, um beim ersten Einsatz eines Sensors vollmundige Verkäuferstatements zu überprüfen.

Ölsensoren und begleitende Ölanalysen:




- verbessern die maximale Verfügbarkeit von Motoren, Maschinen und Anlagen
- erlauben eine nahezu risikofreie Optimierung und Verlängerung der Ölwechselintervalle
- minimieren den Aufwand für ein effektives Anlagen- und Fluid-Management.

Windkraftanlagen – Warn- und Grenzwerte für Planetengetriebe

Die folgenden Grenzwerte sind nur gültig für Planetengetriebe in Windkraftanlagen mit einer Ölfüllung von 100 bis 400 Liter. Die Verschleißwerte beziehen sich auf eine Betriebszeit der Ölfüllung von ca. 6.000 Stunden bzw. 1 Jahr. Nur wenige Warnwerte verändern sich linear über die Einsatzzeit. Sie sind u.a. von der Filtration abhängig. Ein Überschreiten der unter „Achtung“ aufgeführten

Grenzwerte bedeutet nicht in jedem Fall, dass ein Ölwechsel erfolgen muss. Maßgebend für die Aussagefähigkeit der Werte ist eine Trendanalyse, wobei unter Trendbeobachtung der Vergleich mit den vorherigen Proben verstanden wird. Wenn nur ein Einzelwert aus dem Rahmen fällt, ist dessen Plausibilität im Zusammenhang mit der OPA zu prüfen. In Abhängigkeit

davon, ob gleichzeitig mehrere Verschleißwerte, Viskosität, Wasser, Staub, Oxidation oder Additivierung in der Nähe der Warnschwelle liegen oder diese bereits überschritten wurde empfehlen WEARCHECK-Ingenieure einen Ölwechsel oder eine erneute Kontrolle, die beim nächsten Serviceintervall, spätestens nach 6 Monaten oder 3.000 h erfolgen sollte.

| Untersuchungsparameter | | | Grenzwerte | | | Ursachen / Rückschlüsse |
|--|--------------------|---|--|--|--|---|
| Zeichen | Einheit | Normal  | Hinweis  | Achtung  | | |
| Verschleiß | | | | | | |
| Eisen | Fe | mg/kg | 39 | 80 | 120 | hauptsächlich Abrieb oder Korrosion von Zahnrädern, Verschleiß von Wälzlagern (Chrom), Ölpumpe (Aluminium), Schweißperlen, Getriebegehäuse |
| Chrom | Cr | mg/kg | 2 | 3 | 4 | Wälzlager, Legierungsbestandteile von hochfesten Zahnrädern, verchromte Schraubverbindungen und Rohre |
| Zinn | Sn | mg/kg | 2 | 5 | 12 | Gleitlager (Ölpumpe), gelötete Verbindungen (Lötzinn), Buntmetallverschleiß, zinnhaltige Beschichtungen, Ölbestandteil von Syntheseölen (aus dem Katalysator) |
| Aluminium | Al | mg/kg | 5 | 9 | 13 | Verschleiß von Ölpumpe (Zahnradpumpe), Alu-Ölkühler (Silizium), Wälzlagerkäfig, Bestandteil verschmutzter Umgebungsluft, Bauxit, Montagepasten, Schmierfette |
| Nickel | Ni | mg/kg | 2 | 3 | 6 | Legierungsbestandteil von Spezialstahl für Zahnräder, vernickelte Filterteile (Stützrohr, Filterkappen), selten: Montagepaste |
| Kupfer | Cu | mg/kg | 20 | 35 | 55 | Verschleiß von Wälzlagerkäfigen (Messing) oder von Bronze oder Messing in Gleitlagern (Ölpumpe), Kupferkorrosion von Ölkühlern, kupferhaltige Montagepasten |
| Blei | Pb | mg/kg | 4 | 9 | 13 | Laufflächen von Gleitlagern, Bronzeabrieb von Wälzlagerkäfigen, Lötmaterial, nur noch selten: EP-Schmieröl-Additive |
| Molybdän | Mo | mg/kg | 10 | 49 | 100 | molybdänorganische EP-Additive und Friction-Modifier (z.B. Castrol- und Addinol-Getriebeöle), MoS ₂ -Ölzusätze (z.B. Aral BMB), Legierungsbestandteil von Zahnrädern |
| PQ-Index | - | - | 80 | 100 | 120 | zeigt nur magnetisierbares Eisen. Ursache ist meist nicht repräsentative Probennahme (Filter, Bodensatz) oder akuter Verschleiß durch örtliches Fressen oder Pittings |
| Verunreinigung | | | | | | |
| Silizium/Staub | Si | mg/kg | max. +15 | max. +24 | max. +30 | kann bis zu 25 mg/kg als Antischaumzusatz im Getriebeöl sein, Anstieg durch Staub, Aluminiumabrieb, silikonhaltige Verunreinigungen (Montagepasten, Dichtungsmassen) |
| Kalium | K | mg/kg | 7 | 12 | 15 | Salzhaltige Umgebungsluft, Kühlwasserkorrosionsschutz, mögliches Indiz für Kühlwasserkontamination |
| Natrium | Na | mg/kg | 10 | 20 | 25 | Salzhaltige Umgebungsluft, Kühlwasserkorrosionsschutz, Konservierungsöl, Rückstand von "hartem" Wasser |
| Lithium | Li | mg/kg | 5 | 10 | 15 | wird nur ausgedrückt, wenn nachweisbar, kommt meist von Mehrbereichs-Schmierfetten auf Li- bzw Li-Complex-Basis, Manchmal von Montagehilfsstoffen |
| Wasser | H ₂ O | ppm | < 300 | < 600 | < 1.000 | Kondensationsvorgänge im Schmierölssystem, bei hohen Kalium und Natrium-Werten: Undichtigkeiten im Kühlwassersystem Synt. Esteröle: max 750 ppm, Frischöl ca. 300 ppm |
| Ölzustand, z.B. für Syntheseöl auf PAO-Basis | | | | | | |
| Viskosität bei 40 °C | mm ² /s | 315-340 | 305-350 | 295- 60 | Viskosität wird niedriger durch Vermischung mit Spülöl oder falschem Öl oder durch nicht scherstabile VI-Verbesserer. | |
| Viskosität bei 100 °C | mm ² /s | 36,2-39,5 | 35,4-40,5 | 35,0-42,0 | Viskosität wird höher durch Alterung und Oxidation, Feste Fremdstoffe (Abrieb, Staub), Additivabbau, falsches Öl oder Wasser | |
| Viskositätsindex VI | - | 155-165 | 153-168 | 150-171 | Viskositätsindex Änderung durch Vermischung oder durch Scherung der VI-Verbesserer | |
| Oxidation, frischölbezogener FT-IR-Vergleich | A/cm | < 3 | < 7 | < 10 | Oxidation nicht messbar bei esterhaltigen Syntheseölen, abhängig von Temperatur und Einsatzzeit des Oles, Verunreinigung und Vermischung wirken beschleunigend | |
| Additive bei CLP Getriebeölen mit Schwefel/Phosphor Additivierung | | | | | | |
| Kalzium, Bor, Magnesium, Zink, Barium | Ca, B, Mg, Zn, Ba | mg/kg | 20 | 40 | 60 | Additive aus anderen Getriebe- oder Hydraulikölen, Rückstände von Spülöl oder Korrosionsschutz, Schmutz (Kalkstaub), "hartes" Wasser, Schmierfett, Elastomere, Innenanstrich, Filterstützkern |
| Phosphor Schwefel | P S | mg/kg | 350 -465 Trend | 320 - 480 Trend | 250 - 510 Trend | EP-Additive und Friction-Modifier – Schwefel nur als Trend – Veränderungen durch Vermischung mit anderem Öltyp, Additiveabbau, oxidationsbedingte Verschlämmung |
| Zusatzteste | | | | | | |
| Neutralisationszahl, NZ bzw. AN | mgKOH/g | 0,4 – 0,8 | 0,30 – 1,1 | 0,25 – 1,5 | Anstieg durch Ölalterung, Öloxidation und Additivabbau, Abfall durch Additivreaktionen der in rapiden Anstieg umschlagen kann | |
| Reinheitsklasse, (ISO 4406) Partikelzählung | - | 22/20/15 | 22/20/16 | 23/21/17 | gibt in erster Linie Hinweise auf die Effizienz der Filtration. Die Reinheitsklasse stellt kein Wechselkriterium für das Öl dar. Werte der Optischen Partikel Analyse beobachten | |
| OPA – Nichtmetallisch <20µ | Anzahl | <250 | <400 | <600 | Staubpartikel, oxidierte Öladditive, Tribopolymere (Additivreaktionsprodukte), Farb- und Anstrichpartikel, Dichtungsmaterial, Silikonentschäumer, Schmier- und Montagefett | |
| OPA – Spanend <20µ | Anzahl | <150 | <300 | <450 | Verschleiß verursacht durch harte Partikel, wie Staub, Metallabrieb | |
| OPA – Ermüdung <20µ | Anzahl | <150 | <250 | <400 | Verschleiß verursacht durch grubchenartige Ausbrüche, Pittings, Graufleckigkeit (mikro-Pittings), Materialermüdung, Überbelastung | |
| OPA – Gleitverschleiß <20µ | Anzahl | <200 | <350 | <500 | Verschleiß verursacht durch Abbau der EP-Additive, zu dünnes Öl, Vibrationen | |

NACHGEFRAGT

Getriebebeschäden trotz Ölanalysen

Langsam glaube ich nicht mehr, dass sich die Ölanalysen und insbesondere die teure Zusatzuntersuchung der Optischen Partikelanalyse überhaupt lohnen. Das ist nun schon das zweite Getriebe mit einem kapitalen Schaden, in dem in der Probe auch nicht ansatzweise irgendwelche Hinweise auf Verschleißpartikel oder einen erhöhten Anteil an Verschleißmetallen vorgefunden wurden.

WEARCHECK:

Sie beanstanden, dass die Ölanalysen drohende Schäden, wie den größeren Ausbruch an einem Getriebezahn und im zweiten Fall Pitting- und Grübchenbildung auf den Zahnoberflächen, nicht frühzeitig entdeckt haben. Dazu möchten wir im Folgenden Stellung nehmen. Prinzipiell gilt:

- Die Ölanalysen können nur die Informationen liefern, die überhaupt in einer Ölprobe enthalten sind. Damit eine Ölprobe wirklich repräsentativ für das im Getriebe befindliche Öl ist, muss sie unbedingt korrekt entnommen werden. Die Richtlinien dazu finden Sie unter www.wearcheck.de unter dem Button Probenentnahme.
- Der Probenbegleitschein muss vollständig ausgefüllt sein. Alle Angaben müssen unbedingt richtig sein.
- Schmierstoffanalysen sollten in regelmäßigen Abständen erfolgen, damit sich Trends zuverlässig erkennen lassen.

WEARCHECK beantwortet auch Ihre Fragen zu den Themen Tribologie und Schmierstoff-Analyse. Fragen Sie uns per E-Mail oder Fax.

Wenn, wie im Falle Ihres ersten Getriebebeschadens, ein relativ großer Teil eines einzelnen Getriebezahnes ausgebrochen ist und es anhand der Bruchkanten deutlich wird, dass dies als glatter Bruch aufgrund einer offensichtlich alten Rissbildung erfolgte, sind in einer Ölprobe keine Partikel zu finden, die auf diesen Ausbruch überhaupt hinweisen können. Das ausgebrochene Zahnteil bleibt aufgrund seines deutlich höheren spezifischen Gewichtes in einer Tasche des Planetengetriebes liegen. Oder es wird in eine Ecke des Getriebes gespült, in der wenig Ölturbulenzen auftreten. Eventuell wurde es auch zum Filter transportiert und dort wegen seiner Größe so gut ausgefiltert, dass nichts mehr davon ins Probengefäß kam. Ein aus einem Getriebezahn ausgebrochener Partikel von einigen Millimetern Größe, das nicht zwischen andere Zähne geraten konnte und dadurch zerkleinert worden ist, liefert dann genauso wenige Informationen, wie eine ins Getriebeöl gefallene Schraube oder Unterlegscheibe. Nur wenn Ausbruchteilchen zwischen die Zahnflanken geraten, werden sie so zerkleinert, dass sie im Öl relativ lange Zeit in Schwebe bleiben und damit in einer Referenzprobe zu finden sind.

Im zweiten Fall sind eine deutliche Pittingbildung und eine grubenartige Schädigung der Zahnoberflächen aufgetreten. Allerdings geben Sie an, dass die Grübchen keine scharfkantigen Ränder mehr haben. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Schäden bereits vor längerer Zeit, z.B. in Form von Einlaufpittings entstanden sind. Die abgerundeten Kanten der Ausbrüche zeigen, dass sie jetzt bereits vernarbt sind, weil z.B. durch einen Wechsel der Ölsorte oder eine Änderung im Belastungskollektiv keine weiteren Ausbrüche mehr entstanden sind. Doch diese Pittings sind nach wie vor ein typischer Auslöser für eine Rissbildung, die zum Gewaltbruch in Form des geschilderten Zahnausbruchs führen können. Die zugehörige Ölprobe zeigt

einen sehr guten Ölzustand, der auf eine Öleinsatzzeit von weniger als 10.000 Bh hinweist. Das Öl der analysierten Probe war sicher nicht die genannten ca. 70.000 Stunden im Einsatz. Es müssen über die Laufzeit des Getriebes mehrere Ölwechsel erfolgt sein. Leider gibt es zum Getriebe keine Trendanalysen, die zeigen könnten, dass bei früheren Proben die Pittingbestandteile sehr wohl in der Ölprobe vorhanden waren. Diese hätten zu diesem Zeitpunkt über die optische Partikelanalyse entdeckt werden können. Wenn aber, wie es die Vernarbungen der Grübchen zeigen, die Schädigungen an den Zahnoberflächen bereits einige Ölwechsel zurückliegen und die Informationen darüber bereits mit früheren Ölwechseln herausgespült wurden, können wir in der aktuellen Ölprobe natürlich nichts mehr finden.

Wir sind aber nach wie vor sicher:

Wenn regelmäßig – und zwar am besten halbjährlich, zumindest aber einmal pro Jahr – Ölanalysen als Trendanalysen durchgeführt werden, können Pittings, Grübchen und Graufleckigkeit, die meist die Ursache für eine Zerstörung des Getriebes sind, zuverlässig entdeckt werden. Auch der Grund für deren Entstehung und der Grad der Schädigung kann so erkannt werden. Wenn aber nur eine einmalige Analyse durchgeführt wird, können diejenigen Schäden, die bereits bei vorherigen Ölfüllungen ihre Informationen ans Öl lieferten, natürlich nicht mehr erkannt werden, weil sie ihren Informationsgehalt mit dem Ölwechsel verloren hatten.

Eine richtige Probenahme vorausgesetzt, sind Ölanalysen ein kostengünstiges und unbestechliches Instrumentarium für Ihre vorbeugende Schadenserkennung in Getrieben.

Nicht umsonst betrachten übrigens alle Getriebehersteller, Versicherungen und Hersteller von Windkraftanlagen Ölanalysen als wesentliches Instrument für eine vorbeugende Instandhaltung.

SEMINARE

OilDoc-Seminare – Programm Herbst 2007

Die positive Resonanz der bisherigen Teilnehmer ist die beste Visitenkarte unserer OilDoc-Seminare. Wer einmal da war, empfiehlt die Seminare weiter und kommt selber oft ein zweites Mal.

In den Basis-Seminaren werden alle wichtigen Grundlagen zu Ölanalytik, Auswahl von Schmierstoffen und Bewertung

von Analyseergebnissen aus Schmierstoff-Labors ausführlich vermittelt. Am Auftag behandeln wir gezielt die Aussagen und Interpretationen von Ölanalysen. Dazu zählen die Bearbeitung von Reklamationen, genauso wie die Auswahl der richtigen chemischen oder physikalischen Testverfahren für spezifische Fragestellungen.

Das Seminar „Optimales Schmierstoff-Management und Maschinenüberwachung durch Ölanalytik“ behandelt besonders das Rationalisierungs-Potenzial beim täglichen Umgang mit Schmierstoffen.

Die nächste Seminarreihe im Herbst 2007 im WEARCHECK-Haus in Brannenburg

| | |
|------------------|---|
| 08.-10. Oktober | Maschinenüberwachung durch Ölanalytik im Industriebereich |
| 11. Oktober | Aufbautag Industrie |
| 22.-24. Oktober | Maschinenüberwachung durch Ölanalytik für Motoren |
| 25. Oktober | Aufbautag Motoren |
| 29.-31. Oktober | Optimales Schmierstoffmanagement |
| 05.-07. November | Maschinenüberwachung durch Ölanalytik für Hydrauliken |
| 08. November | Aufbautag Hydrauliken |



Die jeweils aktuellen Seminartermine, ausführliche Informationen zu den einzelnen Veranstaltungen und Anmeldeformulare zum Download finden Sie unter dem Button „Seminare“ auf unserer Homepage www.wearcheck.de.

Für eine individuelle Beratung steht Ihnen Herr Rüdiger Krethe (Tel. 08034/9047-210, rk@wearcheck.de) zur Verfügung.