

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

Öl Checker

INSIDER-INFO · PARTNER-FORUM · TECHNIK-FOKUS



INHALT

- ✓ Teamwork im WEARCHECK-Labor.....S. 3
- ✓ Analysenset 1 mit erweitertem Untersuchungsumfang.....S. 3
- ✓ WEARCHECK's großer Ratgeber zur Fehlerquellen-Analyse für Motoren, Getriebe und Hydrauliken.....S. 4
- ✓ WEARCHECK Schmierfettanalysen – umfassend und zuverlässig.....S. 6
- ✓ Nachgefragt – Motoren- oder Hydrauliköl für Baumaschinenhydraulik.....S. 8
- ✓ Seminare - Erste Termine Herbst 2003.....S. 8

Tyrolean Airways – der Sicherheit verpflichtet



zeugen für bis zu 80 Passagiere verantwortlich für den Zubringer- und Regionalverkehr.

Dabei verbinden Tyrolean Airways zum Einen Regionen in West- und Osteuropa mit einem dichten Streckennetz via Wien, dem Hub der Austrian Airlines Gruppe, und zum Anderen werden wichtige Verbindungen zwischen dem österreichischen Heimatmarkt und den Drehscheiben der Star Alliance in Frankfurt und München hergestellt.

Mit einer Flotte von 40 Jet und Turboprop Flugzeugen – einer der jüngsten und modernsten Flotten, welche derzeit im europäischen Regionalverkehr in Betrieb ist – bedienen Tyrolean Airways mit mehr als 1.450 Flügen pro Woche rund 50 Ziele in ganz Europa.

Von Innsbruck aus, dem Heimatflughafen von Tyrolean Airways, werden die Instandhaltungsabteilungen in Form von Base- und Line-Maintenance gesteuert. Die Base-Maintenance ist für umfangreiche Inspektions- und Wartungsarbeiten nach festen Zeitvorgaben verantwortlich, die Line-Maintenance wird dann aktiv, wenn während der Einsatzzeit der

Tyrolean Airways haben sich seit ihrer Gründung 1980 auf die Bedienung von Regional- und Nischenmärkten in ganz Europa spezialisiert und sich dabei zu einer der größ-

ten und erfolgreichsten Regionalfluggesellschaften Europas entwickelt. Tyrolean Airways sind eine Gesellschaft der Austrian Airlines. Innerhalb dieser Gruppe sind sie mit Flug-

»Check-up«

Öfter mal was Neues! Langjährige Leser des ÖCheckers wissen, in unserer Zeitschrift hat jede Rubrik ihren festen Platz. So findet jeder schnell den Themenkreis, der ihn persönlich am meisten interessiert.

Doch in dieser Ausgabe sind wir von unserem Schema einfach einmal abgewichen. Statt des WEARCHECK Partner-Forums gibt es WEARCHECK's großen Ratgeber zur Fehlerquellen-Analyse für Motoren, Getriebe und Hydrauliken. Eine Übersicht, die wir unseren Lesern nicht vorenthalten wollten. Schließlich schreiben wir den ÖChecker vor allem für echte Praktiker, die von unseren Beiträgen profitieren sollen.

Der nächste ÖChecker erscheint wieder in der vertrauten Form. Doch auch in der Sommerausgabe 2003 werden wir einiges Neues zu berichten haben.

Wir stellen Ihnen unsere kommenden Aktivitäten vor und informieren Sie über neue Geräte und unser nächstes Bauvorhaben. Freuen Sie sich mit uns auf die nächste Ausgabe!



Ihre Barbara Weismann



Flugzeuge Reparaturen durchgeführt werden müssen.

Tyrolean Airways lassen im Base-Maintenance die Flüssigkeiten der Bordhydraulik und Flugturbinen durch Schmierstoff-Analysen regelmäßig überprüfen. Fett-Analysen werden vor allem während der kalten Jahreszeit von der Line-Maintenance genutzt.

Ein Schwerpunkt ist dabei die Kontrolle der Fette in den Radlagern. Ein Flugzeug ist in der Regel mit vier Hauptfahrwerksrädern und zwei Bugrädern ausgestattet. Diese Räder, Reifen und fettgeschmierte Radlager müssen vor allem beim Landen einiges aushalten. Starke Beschleunigung aus dem Stillstand heraus und hohe Bremskräfte in Verbindung mit einem reibungsbedingten Anstieg der Betriebstemperatur beim Landen fordern zuverlässige Radlager und funktionsfähiges Schmierfett. Die Reifen sind starken Temperaturschwankungen und rauen Pistenbelägen ausgesetzt.

Bei den regelmäßigen Kontrollen des vollsynthetischen Aviation Fettes fiel den Experten von WEARCHECK in den Wintermonaten immer wieder eine dunkle Verfärbung des Fettes auf, die üblicherweise als ein Zeichen für erhöhten Verschleiß angesehen wird. Die AES-Unter-

suchungen zeigten allerdings relativ wenig Eisen und Chrom, dafür aber eine Veränderung im Bereich von Natrium, Kalium und Zink.

Die verantwortlichen Mitarbeiter von Tyrolean Airways kamen der Ursache für diese Elemente schnell auf die Spur: in der kalten Jahreszeit werden die Flugzeuge verstärkt mit Enteisungsmittel behandelt, das vor dem Start mit Drucklanzen auf die Flugzeuge aufgesprüht wird. Außerdem werden die Start- und Landebahnen absolut schnee- und eisfrei gehalten. Eine spezielle Anti-Icing-Flüssigkeit mit hohem Salzanteil taut garantiert alles weg, doch anschließend steht ein Gemisch von Wasser und Enteisungsmitteln auf den Pisten.

Landet nun ein Flugzeug, sind die Räder unweigerlich dieser Mischung ausgesetzt. Vor allem zwischen den jeweils paarweise angeordneten Rädern des Hauptfahrwerks kommt es zu starken Verwirbelungen im salzhaltigen Nebel, wenn die Bugräder beim ersten Bodenkontakt das Salzwasser wegschleudern.

Das Fett ist neben der Schmierung auch für eine besonders gute Abdichtung der Radlager zuständig. Wenn es kontinuierlich mit den extrem aggressiven Salzen der Enteisungsmittel in Kontakt kommt, hält es auf Dauer nicht Stand.

Das salzhaltige Wasser dringt in das Fett ein und reduziert seine Schmier- und Abdichtwirkung. Die Folge ist ein erhöhter korrosiver Verschleiß der Radlager. Bei zuviel Rost und Verschleiß könnten die Kegelrollenlager komplett zerstört werden oder gar blockieren. Aber selbst wenn dieser Fall wirklich eintreten würde, wäre die Sicherheit beim Landen nicht gefährdet, denn die intakten Räder könnten die Aufgabe eines defekten Rades mit übernehmen.

Tyrolean Airways sind für ihre Zuverlässigkeit und den hohen Service- und Qualitätsstandard bekannt. Wird ein potentielles Risiko entdeckt, muss es sofort eliminiert werden. In Sachen Radlager wurden daher während der Wintermonate umgehend kürzere Wartungs- und Nachschmierintervalle festgelegt. Auch die regelmäßigen Untersuchungen der Radlagerfette im WEARCHECK-Labor gehören mit zum umfangreichen Kontrollsystem.

Neben der Qualität der Analysen schätzen die Maintenance-Mitarbeiter der Tyrolean Airways vor allem die Schnelligkeit des WEARCHECK-Labors: meist am gleichen Tag, spätestens aber innerhalb von 24 Stunden nach Eintreffen der Probe kommen Untersuchungsergebnisse und ein englischer Kommentar per Mail und Internet aus Bayern nach Tirol.

Teamwork im WEARCHECK-Labor

Ohne das Laborteam ginge bei WEARCHECK fast gar nichts. Unter der Leitung von Dipl.-Ing. (FH) Rudolf Vollendorf wickeln mittlerweile fünf Mitarbeiter die zuverlässige Untersuchung von bis zu 500 Schmierstoffproben täglich ab. Diese Vielzahl von unterschiedlichsten Analysen lässt sich nur dann sicher bewältigen, wenn modernstes Equipment in den Händen erfahrener und engagierter Mitarbeiter in einer perfekten Organisation zusammenspielt.

Dipl.-Ing. (FH) Rudolf Vollendorf – Laborleiter

Seit Januar 2002 leitet Herr Vollendorf das WEARCHECK-Labor. Er hat physikalisch-chemische Technik studiert und war für das renommierte Fraunhofer-Institut bei der Entwicklung von Biosensoren aktiv. Bei der InnoLab GmbH war er an der Erstellung von Umwelt-Gutachten beteiligt. An seiner Position bei WEARCHECK schätzt Herr Vollendorf vor allem die breite Aufgabenpalette von der Labororganisation bis zur Forschung. Er arbeitet permanent an einer Steigerung der Qualität, denn er legt vor allem Wert auf Zuverlässigkeit bei gleichzeitiger Effizienzsteigerung und Kostenreduzierung. Eine wichtige Komponente ist dabei die gezielte Entwicklung und Einführung neuer Untersuchungsmethoden und vollautomatischer Analysengeräte.

Doreen Müller – Leitende Laborantin

Als die gelernte Chemielaborantin im Sommer 1994 ihre Tätigkeit bei WEARCHECK aufnahm, war sie die erste Mitarbeiterin im Labor. Bis zu 50 Ölproben wurden bereits damals täglich untersucht und WEARCHECK benötigte dringend eine verantwortungsbewusste Laborantin. Heute ist Doreen Müller, die ihre Lehre im Mineralöllabor bei Addinol abschloss, die Leitende Laborantin bei WEARCHECK und für ein vielseitiges und immer interessantes Aufgabengebiet zuständig.

Susanne Frontczak – Assistentin

Seit Sommer 1997 ist Susanne Frontczak bei WEARCHECK dabei. Als ausgebildete Einzelhandelskauffrau wagte sie damals den Umstieg ins Labor. Sie ist verantwortlich für das Bereitstellen der ankommenden Proben zur Untersuchung und ist bei der Durchführung der Analysen mit aktiv.

Stephanie Ott – Laborantin

Stephanie Ott ist auf die Qualitätsüberwachung spezialisiert. Nach ihrer Ausbildung zur Milchwirtschaftlichen Laborantin absolvierte sie eine zusätzliche Ausbildung in der Qualitätsüberwachung und wechselte in die Forschung und die Wasserwirtschaft. Seit Juni 2002 ist sie als Laborantin bei WEARCHECK aktiv. Zur

Zeit bereitet sie sich darauf vor, Beauftragte des Qualitätsmanagements bei WEARCHECK zu werden.

Anna Maria Huber – Assistentin

Seit Herbst 2002 sorgt die gelernte Steuerfachangestellte für Ordnung und Nachschub. Anna Maria Huber nimmt die ankommenden Proben entgegen, packt sie aus, sortiert und gruppiert sie ein. Außerdem ist sie für die Entsorgung der Proben und des Verpackungsmaterials genau so verantwortlich wie für das Auffüllen von Verbrauchsmaterialien und der verschiedenen Lösungsmittel.

Wolfgang Käsweber – Laborant

Er ist seit Januar 2003 dabei und damit der aktuelle „Neue“ bei uns. Im WEARCHECK-Labor ist er ganz in seinem Element. Wolfgang Käsweber absolvierte Ausbildungen zum Chemiefacharbeiter und Chemie-

techniker. Bei Diamalt war er in der Produktion von Wirkstoffen für Arzneimittel aktiv. Er führte bei InnoLab Schwermetallanalysen von Wasser- und Bodenproben durch und war anschließend bei Heidelberger Zement verantwortlich für nasschemische Analysen im Werkslabor sowie für die Betreuung der Röntgenanalytoren für den Produktionsbetrieb.

Zwei Dinge haben übrigens alle Labormitarbeiter gemeinsam:

In ihrer Freizeit sind sie gerne in der traumhaften Umgebung von Brannenburg aktiv unterwegs und treiben alle Arten von Sommer- und Wintersport. Und last but not least – schätzen alle das gute Arbeitsklima, die perfekte Ausstattung ihres Arbeitsplatzes und die vielen Möglichkeiten zur Weiterbildung bei WEARCHECK.



Ein aufeinander eingespieltes Team: (v.l.n.r. oben) Stefanie Ott, Wolfgang Käsweber, Susanne Frontczak, (v.l.n.r. unten) Anna Maria Huber, Doreen Müller, Rudolf Vollendorf

Analysenset 2

Verbesserter Untersuchungsumfang für Mobil-Hydrauliken

Die Wearcheck-Empfehlung für den Untersuchungsumfang von Ölen aus Baumaschinen-Hydrauliken ist heute das Analysenset 2, das auch eine Bestimmung der Reinheitsklasse nach ISO 4406 enthält. Seit mehr als einem Jahr hat WEARCHECK den Kunden, die moderne Maschinen mit Hochdruckhydrauliken betreiben, geraten, neben den im Set 1 enthaltenen Werten auch die Bestimmung der Reinheitsklasse nach ISO 4406 durchführen zu lassen. Bei Untersuchungen nach Set 2 werden die folgenden Werte ermittelt:

- Verschleißmetalle
- Additive

- Verunreinigungen wie Silizium (Staub), Kalium, Natrium und Wasser in %
- Der Ölzustand wie Viskosität, Viskositätsindex, Oxidation und Aussehen
- Bestimmung der Reinheitsklasse mit Lasersensor

Die neue Generation der Komponenten von Hydrauliken in Baumaschinen und mobilen Geräten ist mit einer wesentlich höheren Präzision gefertigt. Außerdem sind die Betriebsdrücke in diesen Anlagen im Laufe der letzten 10 Jahre in der Regel von 250 bar auf etwa 350 bar gestiegen. In älteren Hydraulikanlagen verursachten vor allem gröbere Verunreinigungen Probleme. Diese konnten mit der AES und den Testen entsprechend dem Set 1 aufgespürt werden. Bei den heutigen Anlagen stellen auch kleine, weiche Partikel ein Risiko für die Hydrauliken dar.

Klebrige Ablagerungen aus weichen Partikeln aus dem Öl setzen sich bevorzugt in den Filtern vor den

Servventilen oder an Steuerkanten von Umschalt- und Regelventilen fest. Bei Betriebsdrücken von ca. 350 bar und extrem präzise gearbeiteten Komponenten können diese klebrigen Partikel die reibungsfreie Bewegung der Komponenten behindern und die Strömungsverhältnisse ungewollt verändern. Im schlimmsten Fall können durch die klebrigen Reaktionsprodukte, die als weiche Partikel vom Öl meist selbst gebildet werden, Ventile blockieren. Dank der Bestimmung der Reinheitsklasse nach ISO 4406 werden nun auch diese kleinen, weichen Partikel in der Ölprobe sicher aufgespürt. Schließlich verlangt die höhere Präzision der Hydraulik-Komponenten auch eine höhere Reinheit des Öls.

Ausführliche Informationen über die Feststellung der Reinheitsklasse nach ISO 4406 im Ölchecker, (Sommer 2000, S. 6-7) der auch unter Downloads unter www.wearcheck.de zu finden ist.

WEARCHECK's großer Ratgeber zur Fehlerquellen-Analyse

WEARCHECK ist dem Verschleiß auf der Spur. Mit unseren Schmierstoff-Analysen entschlüsseln wir die Botschaft des Öls. Die Experten von WEARCHECK Motors oder der betroffenen Maschine sollte dann die Konsequenz sein. Zu einem schnellen und möglichst effizienten Check-up hat WEARCHECK

MOTORENÖLE UND ANALYSENERGEBNISSE

Problem: Silizium bzw. Staub

- Luftfilter defekt, weil er unsachgemäß ausgeblasen wurde
- Luftfilter sitzt nicht korrekt und dichtet deshalb nicht
- Falsche Luftfiltergröße für das Gehäuse (kein Originalteil)
- Gebrochener oder verzogener Luftfilter im Gehäuse
- Ansaugkrümmer, Lufteinlasskanal oder Zuleitungsschlauch vom Luftfilter zum Motor beschädigt
- Ansaugrohr undicht, Schlauchschellen vom Ansaugschlauch nicht angezogen
- Luftleitung zum Turbolader undicht
- Unterdruckventil sitzt nicht mehr richtig
- Abdichtung (O-Ringe) der Einspritzdüsen bei Ottomotoren brüchig
- Verbindung zwischen Kurbelgehäuse und Luftfilter (Kurbelgehäuseentlüftung) ist fehlerhaft.
- Fehlender Ölmesstab, Dichtung am Ölmesstab fehlt
- Falscher oder fehlender Verschluss vom Öleinfüllstutzen
- Falsche Öllagerung – stehende Fässer mit offenen oder verschmutzten Öffnungen
- Auffüllen von Öl mit schmutzigen Nachfüllbechern
- Fehlerhafte Probenentnahme
- Durchgeführte Sandstrahlarbeiten
- Nachträglich zugegebenes silikonhaltiges Additiv
- Silizium ist Legierungsbestandteil von Aluminium und damit eventuell Verschleißelement in Voll-Aluminium-Motoren
- Bis zu 15 mg/kg Silizium sind als Antischaumzusatz bereits im Frischöl
- Bei neuen oder reparierten Motoren kann Silizium Bestandteil von silikonhaltigen Montagepasten oder Dichtungsmitteln sein.

Problem: Überhitzung des Motors, Wasser oder Glykol im Öl

- Fehlerhafte Zylinderkopfdichtung, Risse im Kühlkreislauf
- Langer Leerlauf- oder Teillastbetrieb bei kühler Witterung
- Fehlerhafter Thermostat, Temperatur- bzw. Wasserstandsanzeige undicht
- Kühllamellen blockiert, Ablagerungen im Kühler
- Defekte Wasserpumpendichtung, beschädigtes Lager
- Defekter Wasserschlauch, (System abdrücken und auf Leckagen untersuchen)
- Zu geringer Kühlwasserstand
- Druckausgleichsventil in der Verschlusskappe defekt
- Keilriemen vom Lüfter rutscht durch
- Lüfter-Thermostat arbeitet nicht richtig
- Motor ist permanent überlastet, falsche Auslegung des Kühlers
- Kühlrippen in luftgekühlten Motoren sind belegt, Schmutzablagerungen auf dem Motor
- Lufteintrag ins Kühlsystem
- Kühlwasserpumpe saugt Luft
- Vermischung unverträglicher Kühlflüssigkeiten
- Fehlerhaftes Verhältnis des Kühlwasserschutzes (Glykol) mit dem Wasser
- Kühlsystem abdrücken, um Leckage zu finden
- Motorenölsumpf entfernen und danach System abdrücken
- Zylinderkopfdichtung kontrollieren
- O-Ringe als „nasse“ Zylinderbuchsenabdichtung checken
- Leckender wassergekühlter Ölkühler
- Zylinderlaufbuchse gebrochen oder defekt
- Sacklochbohrungen für Stehbolzen haben Haarrisse
- Kondensat wegen zu niedriger Betriebstemperatur
- Regenwasser im Frischölfass wegen falscher Lagerung
- Nachfüllung mit Gefäß, mit dem auch Kühlwasser nachgefüllt wird
- Dampfstahlarbeiten mit zu hohem Druck im Dichtungsbereich

- Wasser im Probengefäß, das mit Wasser ausgespült wurde
- Kondensat wegen ausgedehnten Stillstandszeiten

Problem: Zuviel Diesel, RME oder Benzin

- War die Probenentnahme korrekt? (Entnahmepumpe, -schlauch oder Probengefäß vorher mit Kraftstoff gespült)
- Probleme mit der Kraftstoffzuführung, Leckleitung, Dichtungen an der Pumpe
- Fehlerhafte Einspritzpumpe oder tropfende Steckpumpe
- Verschlissene Einspritzdüsen, ungleichmäßiges Sprühbild wegen Wasser oder Schmutz im Kraftstoff
- Krustige Ablagerungen von Öladditiven an den Düsen, weil Motorenöl in den Kraftstoff gelangt
- Lange Leerlaufzeiten bei kühler Witterung, zu niedrige Kühlwassertemperatur
- Ausgedehnte Betriebszeiten unter minimaler Last
- Falsche Schaltung des Wasserthermostaten
- Defekte Dichtungen oder O-Ringe der Einspritzdüsen
- Kraftstoffpumpe oder Einspritzpumpe falsch eingestellt
- Vermischter Kraftstoff, wie Diesel mit RME, verbrennt schlechter
- Verunreinigter, wasser- oder bakterienhaltiger Kraftstoff
- Fehlerhaftes automatisches Motormanagement, falsche Ventileinstellungen

Problem: Auffallend hoher Verschleiß

- Sind außergewöhnliche Verschleiß- und Verunreinigungspartikel im Öl- oder Luftfilter
- Gibt es auffällige Geräusche beim Start
- Ist der Ölstand zu niedrig, saugt die Ölpumpe Luft
- Ist der Öldruck ausreichend
- Sind Ölpumpe, Öldruckgeber und Druckbegrenzungsventil okay
- Liegt eine Überhitzung vor
- Ist grobkörniger Staub eingedrungen
- Ist das Öl wegen zuviel Kraftstoff zu dünn
- Wurde das Öl zu dick durch Oxidation oder Ruß
- Wurde ein falscher Öltyp verwendet
- Wurde die Ölprobe aus dem Ölfilter entnommen
- Treten zu viele Blow-by-Gase auf, die den Druck im Kurbelgehäuse ansteigen lassen
- Ist die Kompression noch optimal
- Stimmen Ventilspiel und -Steuerung
- Kommt es zu Kolbenklemmern wegen ungleichmäßigem Sprühbild der Düsen

Problem: Hohe Anteile von Ruß, Nitration oder Sulfation

- Unvollkommene Verbrennung, weil zu wenig Luft durch den Filter oder das Einlass-System kommt
- Probleme mit dem Auspuffsystem, beschädigtes Rohr oder Endschalldämpfer, Abgasgedrückt zu hoch
- Kraftstoffzuführung gestört (fehlerhafte Einspritzung)
- Fehlerhafter Turbolader
- Zu niedrige Kompression und extremer Blow-by
- Zu lange Filterstandzeiten, verstopfter Hauptstromfilter
- Keine By-pass-Filtration wegen defektem Ventil beim Nebenstromfilter
- Extrem niedrige Betriebstemperatur, fehlerhaftes Kühlsystem, hängender Kühlwasserthermostat
- Zu lange Ölwechselintervalle
- Ungeeigneter, verschmutzter, stark schwefelhaltiger Kraftstoff
- Nicht spezifikationsgerechter oder vollständig umgeesterter RME oder FAME als Dieselerersatz

analyse

CHECK geben mit ihrer persönlichen Diagnose wertvolle Hinweise zu Unregelmäßigkeiten und drohenden Schäden. Eine genaue Untersuchung des viele der möglichen Ursachen in einem großen Ratgeber zur Fehlerquellen-Analyse für Motoren, Getriebe und Hydrauliken zusammengefasst.

GETRIEBEÖLE UND ANALYSENERGEBNISSE

Problem: Auffallend hoher Verschleiß

- Magneten in der Ablassschraube auf auffällige Partikel überprüfen
- Magnetstopfen (falls vorhanden) überprüfen
- Öl ablassen, dabei durch ein Sieb, einen feinen Filter oder ein engmaschiges Tuch ablaufen lassen, Partikel kontrollieren
- Getriebe unter Bewegung auf Laufgeräusche, Vibrationen, Öldruck, Lagerspiel, Leckagen, Dichtungen prüfen
- Wie erfolgte die Probennahme
- Keine Proben vom Boden der Ölwanne oder aus dem Ölsumpf, sondern Ölprobe immer aus dem Mittelstrahl der betriebswarmen Ablassmenge entnehmen
- Falls die Ölprobe nicht repräsentativ ist, können große Partikel ganz fehlen oder überproportional vorhanden sein.
- War ständig genug Öl im System, arbeitete das Getriebe in extremer Schräglage
- Wurde immer der richtige Öltyp eingesetzt
- Stammen die Verschleißpartikel von einem bereits vorhandenen Schaden oder von einem früheren Problem
- Wurde der Ölwechsel richtig durchgeführt
- Ausrichtung der Achsen und Lager- und Getriebeispiel überprüfen
- Differentialsperre, falls vorhanden, überprüfen
- Läuft die Ölpumpe korrekt
- Extrem lange Ölwechselintervalle
- Unterschiedlicher Abrieb an nassen Bremsen oder Antriebsbändern

Problem: Hohe Anteile von Wasser, Schmutz oder Staub

- Defekte Dichtungen an den Wellendurchführungen
- Beschädigter oder fehlender Lufteinlassfilter (Breezer)
- Lose Abdeckungen oder Schutzkappen, beschädigte Deckel- oder Gehäuseabdichtungen
- Fehlerhafte Öllagerung – stehende Fässer mit offenen oder verschmutzten Öffnungen
- Staubeintrag beim Nachfüllen von Öl durch verschmutzte Nachfüllbecher
- Wasser aus Reinigungsarbeiten mit dem Dampfstrahler
- Kondenswasser wegen niedrigen Betriebstemperaturen oder blockierter Gehäuseentlüftung
- Ölkühler undicht
- Fehler bei der Entnahme der Ölprobe

Problem: Überhitzung des Getriebes oder Öloxidation

- Ölwanne vollständig entleeren und reinigen
- Zu niedriger Ölstand
- Krustige Schmutzablagerungen auf dem Getriebegehäuse
- Ölkühler arbeitet nicht oder nur teilweise
- Falscher Öltyp, ungeeignetes Öl
- Überbeanspruchung des Getriebes, häufiger Lastwechsel
- Schlechte Ausrichtung der Achsen
- Örtliche Überhitzung wegen Reibwärme durch Verschleißprobleme
- Wärmeübertragung von anderen Bauteilen wie z.B. Bremsen
- Differentialsperre permanent eingeschaltet
- Zuviel Reibungswärme durch nasse Bremsen

HYDRAULIKÖLE UND ANALYSENERGEBNISSE

Problem: Auffallend hoher Verschleiß

- Ölfilter auf auffällige Partikel überprüfen
- Öl zur Partikelkontrolle durch ein Sieb, einen feinen Filter oder ein engmaschiges Tuch ablaufen lassen
- Öl ablassen und möglicherweise nach einer externen Nebenstromfiltration (WEARCHECK-Kontrolle) wieder verwenden
- Wie erfolgte die Probennahme. Stammt die Ölprobe aus Filter.
- Wurde die Probe aus dem Mittelstrahl der betriebswarmen Ablassmenge oder aus dem Minimeßventil kurz nach dem Stillstand entnommen?
- Hydraulik unter Bewegung auf Laufgeräusche, Vibrationen, Öldruck und Leckagen prüfen
- Stammen die Verschleißpartikel von einem bereits vorhandenen Schaden oder aus einem früheren Problem
- War ständig genug Öl im System, arbeitete die Hydraulik in extremer Schräglage
- Wurde immer der richtige Öltyp eingesetzt
- Wurde der Ölwechsel richtig und vollständig durchgeführt
- War das Öl zu lange ohne Ölwechsel im Einsatz
- Liegt eine Ölvermischung zwischen Bio- und Mineralöl als Kavitationsursache vor
- Wurden unterschiedliche Öltypen vermischt

Problem: Zuviel Wasser, Schmutz oder Staub

- Defekte Dichtungen an den Hydraulikzylindern
- Beschädigter oder fehlender Lufteinlassfilter (Breezer)
- Lose oder beschädigte Tank- Deckel- oder Gehäuseabdichtungen
- Fehlerhafte Öllagerung - stehende Fässer mit offenen oder verschmutzten Öffnungen
- Staubeintrag beim Nachfüllen von Öl durch verschmutzte Nachfüllbecher
- Wasser aus Reinigungsarbeiten mit dem Dampfstrahler
- Kondenswasser wegen niedrigen Betriebstemperaturen oder blockierter Tankentlüftung
- Fehler bei der Entnahme der Ölprobe
- Kondensatablass nicht betätigt
- Wasserabscheidender Filter oder Zentrifuge ohne ausreichende Funktion
- Kompressor für Erhöhung des Tankinnendrucks defekt
- Ölfilter rechtzeitig warten, By-Pass Filter regelmäßig prüfen

Problem: Zeichen von Überhitzung und Oxidation

- Ölwanne vollständig entleeren und reinigen
- Zu niedriger Ölstand
- Krustige Schmutzablagerungen auf dem Hydrauliksystem
- Ölkühler arbeitet nicht oder nur teilweise
- Falscher Öltyp, ungeeignetes Öl
- Starke Vermischung unterschiedlicher Öltypen
- Überbeanspruchung der Hydraulikanlage
- Örtliche Überhitzung wegen Reibwärme durch Verschleiß und Kavitation
- Zu langer Öleinsatz ohne Ölwechsel
- Zu hohe Betriebstemperatur wegen zu kurzer Tankverweilzeiten

WEARCHECK Schmierfettanalysen – umfassend und zuverlässig

Nur wenige Laboratorien auf der ganzen Welt führen umfangreiche Untersuchungen mit Kleinstmengen gebrauchter Schmierfette durch. Bei WEARCHECK gehören Fettanalysen zur täglichen Routine. WEARCHECK bietet gleich mehrere Analysen-Zusammenstellungen zur Schmierfett-Untersuchung in Form der Analysensets an. Dabei ist der Untersuchungsumfang von Set 1 immer in den erweiterten Sets 2, 3, 4 und 5 enthalten.

Ein absolutes Muss:

Die korrekte Probeentnahme

Voraussetzung für ein aussagekräftiges Ergebnis ist die korrekte Probenentnahme. Dazu gibt es von WEARCHECK ein bewährtes Set zur Fettentnahme. Es besteht aus:

- einer mehrfach verwendbaren Spritze
- Schlauch in ausreichender Länge für mehrere Proben
- Probenbehälter
- Begleitschein
- Versandtasche.

Verpackt ist alles in einem robusten, wieder befüllbaren Kunststoffkasten.

So wird die Fettprobe korrekt entnommen:

- Entfernen Sie den Inspektionsstopfen aus einem Großwälzlager oder den Fettnippel aus einem zu inspizierenden Wälzlager ohne eine spezielle Fettentnahmebohrung.
- Schneiden Sie ca. 10 cm vom mitgelieferten Schlauch ab. Stecken Sie das saubere Stück Schlauch auf die Spritze.
- Saugen Sie Fett auf eine Länge von mindestens 1 bis maximal etwa 5 cm in den Schlauch. So sind Sie sicher, dass WEARCHECK genügend Fett für die Analyse erhält. Es sollten in der Regel 3 Gramm, bei sehr kleinen Lagern mindestens 1 Gramm = 1–1,5 cm Füllung des Schlauchs sein.
- Achten Sie darauf, dass Sie kein Frischfett, sondern gebrauchtes Fett aus dem Nippel bzw. Entnahmestelle ziehen. Sichtkontrolle!
- Nehmen Sie die Proben immer an der selben Stelle für aussagekräftige Trendanalysen.
- Eine Frischfettprobe oder erste Fettentnahme kurz nach Einbau des Lagers sollte als Vergleichsmuster für alle weiteren Untersuchungen entnommen werden.
- Nach der Entnahme stecken Sie das Schlauchstück abgeknickt in den Probenbehälter.
- Dann wird der Barcode aus dem Schein aufgeklebt, der Probenbegleitschein ausgefüllt und die Probe zu WEARCHECK geschickt.
- *Extra-Tipp für Rollenlager:* Eine aussagekräftigere Referenzprobe erhalten Sie, wenn vor der Entnahme das Fett bei langsamer Drehung des Lagers nochmals in der Laufbahn vermischt wurde.



- *Extra-Tipp für Großwälzlager:* Entnehmen Sie das Fett aus den herausgeschraubten Schmier-nippeln oder aus den besonderen Entnahme-bohrungen. Damit sich dort kein Fett sammeln kann, müssen die Entnahmebohrungen über die gesamte Tiefe verschlossen werden. Die Entnahmestellen sollen möglichst nahe an den Laufbahnen im Hauptbelastungsbereich sitzen. Entnehmen Sie mehrere Proben (etwa drei) aus der Tragringsbohrung sowie aus der Haltering-bohrung, 120° versetzt.

5 Analysensets – für alle Fälle passend

WEARCHECK bietet verschiedene Analysensets für Schmierfette an. Die Ingenieure von WEARCHECK beraten bei der Auswahl des geeigneten Analysensets, der Festlegung der Fettentnahmestellen, -Methoden und -Entnahmemengen. Außerdem legen sie die individuellen Analyseintervalle fest.

Der Untersuchungsumfang eines Sets beinhaltet immer auch die Leistungen des Sets mit der niedrigeren Nummer.

Immer mit drin: Analysenset 1

Im Rahmen aller Analysensets untersucht WEARCHECK das Fett auf:

- Verschleißmetalle
- Additive
- Verunreinigungen
- den Grundölzustand.

Mit der Atom-Emissions-Spektroskopie (AES) ermittelt WEARCHECK bis zu 21 wichtige Bestandteile der Schmierfettprobe.

Verschleißmetalle, wie Eisen, Chrom, Zinn, Kupfer, Blei, Nickel, Aluminium, Molybdän, Zink sowie etwaige Anteile von Silber, Vanadium, Titan und Wolfram. Additive bzw. Verdickeranteile wie Magnesium, Kalzium, Phosphor, Zink, Barium, Silizium, Aluminium, Molybdän und Bor. Verunreinigungen, wie Silizium, Kalzium, Aluminium, Natrium und Kalium.

Von besonderem Interesse bei der Beurteilung des Lagerzustandes sind der ermittelte Eisen- und Chromanteil sowie Anteile von Metallen wie Kupfer, Blei und Zinn aus dem Messing-Käfigmaterial. Werden Staub, z.B. in Form von Silizium, oder Seewasser, in Form von Natrium, Kalium und Magnesium, nachgewiesen, können sie bei der Ermittlung der Verschleißursachen hilfreich sein.

Bestehen Zweifel, ob das vorgeschriebene Fett eingesetzt wurde, erbringt WEARCHECK den

Nachweis über den Verdickertyp und die ermittelten Additive. Der Typ und Zustand des im Fett vorhandenen Grundöls wird mit der Infrarot-Spektroskopie (FT-IR) analysiert. Sie erlaubt eine Identifikation des Schmierfettes und des in ihm verwendeten Öltyps. So wird beurteilt, ob ein Mineralöl oder ein Syntheseöl als Grundöl im Fett verwendet wird und ob das Grundöl oxidiert und gealtert ist.

Den kleinen Eisenpartikeln auf der Spur: Analysenset 2

Mit der in Analysenset 1 enthaltenen Atom-Emissions-Spektroskopie (AES) können nur relativ kleine oder im Fett gelöste Partikel bis zu einer Größe von ca. 25 nm im Fett (ca. 3 µm im Öl) nachgewiesen werden. Eine genauere Untersuchung bietet das Set 2 mit der Angabe des PQ-Index bzw. Ferroindex. Das Analex-PQ-Gerät erfasst alle magnetisierbaren Verschleißpartikel der Probe, unabhängig von ihrer Größe. Der Unterschied des mit der AES festgestellten Eisengehaltes wird mit dem Ergebnis des PQ-Index verglichen und beurteilt.

Dem Wasser keine Chance: Analysenset 3

Das Analysenset 3 umfasst alle Untersuchungen von Set 1 und 2. Zusätzlich enthält es eine exakte Untersuchung der Schmierfettprobe auf Wasser. Dabei setzt WEARCHECK einen Karl-Fischer-Titrator ein. Eine kleine Fettmenge wird in ein hermetisch abgeschlossenes Gefäß eingewogen. In einem kleinen Ofen wird das Wasser aus dem Fett ausgeheizt. Gleichzeitig erfolgt eine Titration nach der indirekten Karl-Fischer-Methode, die über ein aufwendiges elektrochemisches Verfahren abläuft. So wird neben Wasser, das von außen ins Lager eingedrungen ist, auch Wasser nachgewiesen, das bereits im Grundfett gelöst ist.

Sulfatasche, ein Hinweis auf Verschleiß: Analysenset 4

Sulfatasche ist der Ascherückstand, der zurückbleibt, wenn bei einer Fettprobe alle organischen Bestandteile aus dem Grundöl, Verdicker und Verunreinigungen bei 775°C verschwelt worden sind. Die Asche besteht aus Verschleißmetallen, harten Verunreinigungen wie Staub und metallorganischen Schmierfett-Additiven. Die Menge der Sulfatasche verändert sich durch Abrieb und Verunreinigungen. Durch die Zunahme des Aschegehaltes im Gebrauchtfett im Vergleich mit dem des Frischfettes, das manchmal bereits wegen des Verdickers und der metall-organischen Additive einen relativ hohen Aschewert von bis zu 6% hat, kann man auf die Gesamtmenge von Verunreinigungen im eingesetzten Fett schließen. Mit der Atom-

Emissions-Spektroskopie wird bestimmt, ob der im Vergleich zum Frischfett erhöhte Ascheanteil quantitativ als Verschleiß und damit Eisenabrieb oder Verunreinigungen zugeordnet werden kann.

Der Ausbluttest: Analysenset 5

Schmierfett besteht zu ca. 90% aus Öl. Der Rest ist ein Verdicker, der unter dem Mikroskop oft wie ein Schwamm aussieht. Tritt das im Fett vorhandene Öl aus dem Verdicker aus, wird dies als „Ausbluten des Fettes“ bezeichnet. Das Öl kann durch Beanspruchung des Fettes bei Langzeiteinsatz, durch hohe Temperaturen oder durch Vibrationen ausbluten. Dabei trocknet das Fett aus und verliert seine Schmierwirksamkeit.

WEARCHECK untersucht im Rahmen des Analysensets 5 auch das Ausblutverhalten von Schmierfetten. Dabei wird ein 3mm hoher Ring mit 10mm Ø mit ca. 1 g Fett befüllt. Der Ring wird auf einem speziellen Filterpapier für 6 Stunden bei 60° C im Ofen gelagert. Durch die Temperatur begünstigt saugt während dieser Zeit das Filterpapier das Öl weitgehend aus dem Fett. Auf dem Filterpapier ist ein ölgetränkter Ring in Form eines Tüpfels zu sehen. Nach dem Test wird die im Ring verbliebene Fettmenge mit der ursprünglich eingewogenen Fettmenge ins Verhältnis gesetzt und die Differenz als Ausblutverlust angegeben. Auch der im Vergleich mit dem Frischfett kleiner gewordene Tüpfeldurchmesser erlaubt Rückschlüsse auf eine verminderte Schmierfähigkeit des Gebrauchtfettes.

Vergleicht man das Ausblutverhalten eines bestimmten Frischfettes mit dem von Gebrauchtfett, ist das Fett weiter einsetzbar, wenn nahezu gleichwertige Ergebnisse vorliegen. Verliert das Gebrauchtfett deutlich weniger Öl als das Frischfett, besteht Gefahr, dass das Lager „verhungert“. Es sollte also nachgeschmiert werden.

Umfassende Analysen: Zuverlässige Diagnosen

WEARCHECK Schmierfett-Analysen sind eine bewährte Methode für zuverlässige Aussagen über den Zustand von Fett und der damit geschmierten Lagerstellen oder Getrieben (Fließfett). Die WEARCHECK-Ingenieure können dank ihrer umfangreichen Erfahrungen die Werte aus unterschiedlichen Messverfahren geschickt miteinander kombinieren und zuverlässige Aussagen über Verschleiß und dessen Ursache machen. Aus mehr als 10.000 Fettuntersuchungen im WEARCHECK-Labor wurden folgende Grundregeln abgeleitet:

- „Normaler“ Verschleiß
 - Ein relativ geringer Anstieg der AES-Metalle
 - Eisen (Fe) bis ca. 80 mg/kg, Chrom (Cr) bis ca. 10 mg/kg und Kupfer (Cu) bis ca. 50 mg/kg.

- Ein moderat erhöhter PQ-Index bis max. 60.
- Eine im Frischfettvergleich nicht wesentlich veränderte Zunahme der Sulfatasche bis ca. 1.0%.

- Korrosiver Verschleiß
 - Ein relativ starker Anstieg der AES-Metalle.
 - Eisen (Fe) über 150 mg/kg, Chrom (Cr) über 15 mg/kg und/oder Kupfer (Cu) über 50 mg/kg.
 - Ein PQ-Index, der mehr als 50% unter dem Wert für Eisen (Fe) liegt. Da Rost nur wenig magnetisch ist, liefert rosthaltiges Fett einen sehr niedrigen PQ-Index.
 - Eine Zunahme der Sulfatasche im Frischfettvergleich bis ca. 2.0%.
 - Ursache für Rost im Fett sind Wasser, Säuren, Laugen, oder gealtertes Fett.
- Ermüdungs- und Fressverschleiß
 - Ein moderater Anstieg der mit der AES bestimmten Metalle.
 - Eisen (Fe) liegt mehr als 50% unter dem Wert des PQ-Index, da die im Fett vorhandenen magnetischen Metallpartikel zu groß für eine AES-Bestimmung sind.
 - Ein PQ-Index der weit über 300 liegt.
 - Eine Zunahme der Sulfatasche im Frischfettvergleich von mehr als ca. 2.0%.
 - Ursache für ein solches Verschleißverhalten ist entweder, dass das Lager das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat oder dass extremer Schmierstoffmangel vorlag. Dabei treten Materialausbrüche in Form von Pittings oder Grübchen auf.
- Mechanisch abrasiver Verschleiß
 - Ein relativ starker Anstieg der AES-Metalle.
 - Eisen (Fe) über 100 mg/kg, Chrom (Cr) über 10 mg/kg und/oder Silizium (Si) über 50 mg/kg.
 - Ein stark erhöhter PQ-Index über 150.
 - Eine Zunahme der Sulfatasche von über 2.0%.

Das Schmierfett fördert mechanischen Verschleiß, wenn harte Staubpartikel, die in Form vom Silizium, Kalzium oder Aluminium mit der AES bestimmt wurden, ins Lager gelangen konnten.

Die Beobachtung der Sulfatasche zeigt das Verschleißverhalten und die von außen eingedrungenen Verunreinigungen. Anhand der Zunahme der Sulfatasche kann z.B. ausgesagt werden, wie viel Eisenabrieb im Lager entstanden sind. Allerdings lässt sich über die Bestimmung der Sulfatasche alleine nicht die Verschleißursache beurteilen. Eine Aussage, ob der Verschleiß durch Ermüdung, Korrosion oder Abrasion entstanden ist, wird durch den Vergleich der AES- und PQ-Index-Werte getroffen.

Öl Checker – eine Zeitschrift der WEARCHECK GmbH

 Kerschelweg 28 · D-83098 Brannenburg
 Tel.: 0 80 34/9 04 70 · Fax: 0 80 34/90 47 47
 E-Mail: info@wearcheck.de · Internet: www.wearcheck.de

Konzept und Text: Hackländer, Marketing & PR, München

 Abbildungen
 Tyrolean Airways, Innsbruck
 WEARCHECK GmbH, Brannenburg

Nachgefragt

SAE-Motorenöl oder HLP-Hydrauliköl für die Baumaschinenhydraulik

Einige Baumaschinenhersteller empfehlen SAE Motorenöle für Hydrauliken, andere HLP-Öle. Wir möchten aber nicht zu viele unterschiedliche Öltypen einsetzen. Welche Öle sind nun die besseren Hydrauliköle? Motorenöl als Hydrauliköl oder HLP-Hydrauliköl?

WEARCHECK:

In den letzten Jahren haben wir in unserem Labor über 80 000 Proben von Motoren- und Hydraulikölen aus den Hydrauliksystemen von Baumaschinen analysiert.

Bei etwa 55% der Proben handelte es sich um Einbereichs-Motorenöle, meist Erstfüllöle, der Viskositätsklassen SAE 20W20 (z.B. Liebherr) oder 10W (z.B. Komatsu, Caterpillar). Der Anteil, der auch für den Einsatz zugelassenen Mehrbereichs-Motorenöle SAE 15W40 und SAE 10W40, betrug etwa 25%. Bioöle vom Typ HEES und mineralölbasische Hydrauliköle vom Typ HLP bzw. HVLVP waren mit einer Quote von je 10% vertreten. Dank der Vielzahl der untersuchten Proben können wir folgende repräsentative Aussagen machen:

- Mehrbereichs-Motorenöle SAE 10W40 und SAE 15W40 sind entwickelt für den Einsatz als Motorenöl. In Hydraulikanlagen verhalten sie sich nicht optimal.
- Einbereichs-Motorenöle schneiden, besonders wenn sie als Erstfüllöle konzipiert sind, deutlich besser ab als die Mehrbereichs-Motorenöle.

- HLP- und HVLVP-Hydrauliköle wurden vornehmlich für Industriehydrauliken mit Ölwechselzeiten von mehr als 5.000 Bh entworfen. Sie lassen sich länger problemlos einsetzen als Motorenöle.
- Synthetische Bioöle auf der Basis gesättigter Ester verhalten sich, nicht zuletzt aufgrund der für diese teuren Öle verbesserten Ölpflege, am besten, wenn bei der Umölung der Rest-Mineralölanteil von weniger als 2% erreicht wird.

Diese Aussagen lassen sich begründen.

- Mehrbereichs-Motorenöle verhalten sich in Hydrauliksystemen eher negativ. Sie enthalten einen Additiv-Anteil von bis zu 25% zur Verbesserung der Mehrbereichscharakteristik und der motorischen Eigenschaften. Beim Einsatz in einer Hydraulik stimmt zwar zunächst die Viskosität, aber nach relativ kurzer Betriebszeit von weniger als 1.000 Bh sind die VI-Verbesserer so zerstört, dass der ursprüngliche Mehrbereichs-Charakter des Öls nicht mehr vorhanden ist. Die Bruchstücke der zersetzten Moleküle verstärken den Prozess der Ölalterung, verursachen klebrige Rückstände und verschlechtern das Luftabgabevermögen. Das Öl kann innerhalb kurzer Zeit eine schwarze Farbe annehmen. Es drohen Schäden durch Kavitation. Umfassende Informationen zur Problematik „Schwarzes Öl und Dieseleffekt“ im ÖlChecker Frühjahr 2000, Seite 4.
- Einbereichs-Motorenöle verhalten sich ähnlich wie detergierende HLPD-Hydrauliköle. Sie enthalten ein für Motorenöle entwickeltes Additivpaket. Der hohe Anteil von Reinigungs- und Schmutztragewirkstoffen wird für Hydrauliken nicht benötigt. Problematisch werden diese Öle, weil die Zusätze das Luftabgabeverhalten bereits nach kurzer Zeit so beeinträchtigen, dass das Risiko für Kavitationsschäden erheblich ansteigt und Dichtungsprobleme durch den Dieseleffekt vergrößert werden.

- HLP-Industriehydrauliköle sind für den Langzeiteinsatz in Hydrauliken konzipiert. Sie enthalten genau das richtige Grundöl und einen ausgewählten Additive-Cocktail. Wir raten aber davon ab, moderne zinkfreie Hydrauliköle HLP zu verwenden, weil diese umweltschonenderen Flüssigkeiten meist nicht mit dem zinkhaltigen Erstfüllöl oder auch nicht mit zinkhaltigen HLP-Ölen verträglich sind. Schlammartige Ausfällungen der zinkhaltigen Reaktionsprodukte verlegen oft Filter oder sind Ursache für Kavitation.
- Die beste Performance in Baumaschinen zeigen Bio-Hydrauliköle auf der Basis gesättigter Ester. Durch ein natürliches EP-Verhalten werden nur wenig Additive (meist auf Schwefel-Phosphor-Basis) benötigt. Durch polare Eigenschaften tritt weniger Ruckgleiten und Quietschen auf. Die Dicht- und Führungsringe in Zylindern bleiben länger elastisch. Durch die feinere Filtration, die sich in einer besseren Reinheitsklasse zeigt, und den größeren Pflegeaufwand, der betrieben wird, weil Bioöle relativ teuer sind, können sie oft bis zu 10.000 Bh als Lebensdauerfüllung eingesetzt werden.

Doch für welchen Öltyp Sie sich langfristig entscheiden, bitte beachten Sie während der Garantiezeit unbedingt die Vorschriften des Anlagenherstellers und kontrollieren Sie anhand der Analysen, ob wirklich noch das Öl im Einsatz ist, das Sie vorgesehen haben!

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

SEMINARE

WEARCHECK-Seminare Im Herbst in Brannenburg oder individuell für Ihr Unternehmen

Ob firmenspezifische Veranstaltungen oder unsere Klassiker „Schmierstoffe und Ölanalysen“ – WEARCHECK-Seminare sind immer gefragt.

Die zweite Seminarstaffel 2003 unserer Klassiker findet im Oktober in Brannenburg statt. Die Termine

einiger Veranstaltungen stehen bereits fest. Weitere veröffentlichen wir rechtzeitig auf unserer Homepage.

WEARCHECK-Seminare sind ideal für alle am Schmierstoff interessierten Praktiker wie: Instandhaltungs-Leiter und Monteure, Technische Leiter und Einkäufer, Kundendienst-Ingenieure, Instandsetzer und Anlagenbetreiber sowie Beratungs-Ingenieure in der Öl- und Filterindustrie.

Firmenspezifische Seminare führen wir selbstverständlich auch das ganze Jahr über durch. Die individu-

ellen Inhalte stimmen wir in jedem Fall sorgfältig vorher mit Ihnen ab.

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

Für eine individuelle Beratung steht Ihnen Frau Barbara Weismann persönlich zur Verfügung.

Seminarreihe – Schmierstoffe und Ölanalysen, Termine Herbst 2003

06./07.10.2003 **Ölumlauflagen, Turbinen und Kompressoren** – Schwerpunkte: Schmierung von Ölumlauflagen in der Papier-, Kunststoff- und Zementindustrie, Turbinenschmierung in Kraftwerken, Kompressorenöle, Kraftwerksöle, Mineral- und Syntheseöle für Industrieanwendungen, Warnwerte, typische Berichte. Ort: Brannenburg, EUR 450,-

20./21.10.2003 **Getriebe in Windkraftanlagen und der Industrie** – Schwerpunkte: Schmieröle für Industriegetriebe, z.B. in Windkraftanlagen. Berücksichtigung der Langzeiteinsatzbedingungen, Reinheitskontrolle. Verlängerte Ölwechselintervalle. Schadensfrüherkennung. Öle für Brems hydrauliken, Schmierfette, Warnwerte, typische Berichte. Ort: Brannenburg, EUR 450,-

27./28.10.2003 **Hydraulikanlagen** – Schwerpunkte: Mineralölbasische Hydrauliköle, Bio-Hydrauliköle, Umölungskontrollen, Grundlagen der Hydraulik, Ölspezifikationen, Warnwerte, typische Berichte. Ort: Brannenburg, EUR 450,-