

**DAS MAGAZIN
FÜR
DURCH-
BLICKER!**

INHALT

- ✓ Neue Liste, alte Preise – noch mehr Leistung S. 3
- ✓ Sonderaktion – nur vom 3.1. - 1.3.2005! S. 3
- ✓ WEARCHECK stellt ein – Maschinenbau-Ingenieur S. 4
- ✓ Drei Mal neu im WEARCHECK-Team S. 4
- ✓ Der Probenbegleitschein – ohne ihn läuft gar nichts S. 5-8
- ✓ Paulaner – feinste Münchner Braukunst seit 1634 S. 9
- ✓ Partikelzählung – neue Reinheitsklassen nach SAE AS4059 S. 10-11
- ✓ Nachgefragt – Verschleißelemente und Reinheitsklassen S. 12
- ✓ Seminare – Termine Frühjahr 2005 S. 12

Schwerstarbeit für Anneliese – Großgetriebe in der Zementindustrie



Zement ist als hydraulisches Bindemittel ein natürlicher Baustoff, der in Kombination mit Wasser, Sand, Kies und Splitt zu hochfestem Beton verarbeitet wird. Als Tochtergesellschaft der weltweit operierenden HeidelbergCement AG produziert die Anneliese Zementwerke AG (AZ) an mehreren Standorten in

Westfalen Zement und moderne zementhaltige Spezialprodukte. Das Anneliese Werk Ennigerloh, im südlichen Münsterland gelegen, verfügt über ein Rohmaterialvorkommen von rund 20 Mio. Tonnen. Damit ist die Rohstoffversorgung des Werkes auf Jahrzehnte hinaus gesichert.

Bei Anneliese wird der Kalksteinmergel durch Großbohrlochsprengungen oder mit Hilfe von Reißbaggern gewonnen. Schwere Muldenkipper transportieren das Material vom Steinbruch zur großen Brecheranlage im Werk. Das gebrochene Material, der Schotter, wird mit Warsteiner Kalkstein vermischt und in Kugelmöhlen zerkleinert. Fein gemahlen und homogenisiert wird das so gewonnene Rohmehl dann im Drehrohfen bei etwa 1450 °C bis zur Sinterung gebrannt. Dabei entsteht der Zementklinker. In großen Zementmöhlen wird der Klinker zu feinem Pulver gemahlen. Dabei werden Sulfatträger zugegeben. Sie beeinflussen die Erstarrungsregelung der fertigen Produkte. Die verschiedenen Zementsorten unterscheiden sich durch ihre Zusammensetzung, die Festigkeitsklasse und ihre Feinheit.

Etwa 950.000 t Kalkstein werden jährlich in Ennigerloh abgebaut. Die Ofenanlage kann täglich bis zu 3.500 t Zementklinker produzieren. Der Drehrohfen hat die beeindruckenden Ausmaße von 80 m Länge und 5,2 m Durchmesser. Das auf der Innenseite mit feuerfesten Spezialsteinen ausgekleidete Stahlrohr dreht sich mit etwa 2,5 Umdrehungen pro Minute bei einer Flammentemperatur von 2.000 °C.

Der Antrieb der Ofenanlage hat mit einer Antriebsleistung von mehr als 2.000 kW Schwerstarbeit zu leisten, wenn er die Drehzahl von 1.000 Umdrehungen auf ca. 2,5 verringert. Genauso wie die mehrstufigen Getriebe der Mahlanlagen, mit denen die 1.500 Umdrehungen der über 4.000 kW starken Elektromotoren bis auf unter

» Check-up «

Schauen Sie die Welt doch einmal mit ganz anderen Augen an! Kinder sehen alles anders als wir. Alles ist neu und will erst entdeckt werden. Kinder gehen die Dinge unvoreingenommen an. Ihre Fragen überraschen uns immer wieder und regen uns manchmal auch zum Nachdenken an. Und oft muss man sich dann eingestehen: „Stimmt! So habe ich das ja noch nie gesehen.“

Doch Kinder brauchen auch unsere Hilfe bei ihrer Entwicklung. Wir alle sind dabei gefordert. Anstelle von Weihnachtspräsenten für unsere Kunden hat WEARCHECK dem Kindergartenverein in Brannenburg einen Scheck von EUR 10.000,- zu Weihnachten geschenkt. Damit werden ein Klettergerüst, eine große Tischtrommel für 10 Kinder, eine Fühl- und Tastwand und ein separater Rückzugsbereich geschaffen.

Gerade heute, in Zeiten knapper öffentlicher Kassen kommt es auf die Initiative jedes Einzelnen an. Wir müssen noch viel aktiver werden und vieles wieder selber in die Hand nehmen. Eine Spende von EUR 10.000,- ist auch für ein mittelständisches Unternehmen wie WEARCHECK keine Kleinigkeit. Doch für unser Geschenk wurden wir von den vielen strahlenden Kinderaugen reich belohnt.



Ihre Barbara Weismann



100 Umdrehungen reduziert werden. Eine Rohmühle zum Vermahlen der grob gebrochenen Kalksteine, eine Kohlemühle zum Erzeugen des Pulvers, mit dem der Ofen befeuert wird, und drei Zementmühlen hat Anneliese im Werk Ennigerloh im Einsatz.

Dichtringe, die in jedem Zementwerk an rotierenden Wellen undicht werden, lassen Staub, der überall vorhanden ist, sowie Feuchtigkeit im Bereich der Rohmühlen und den Antrieben von Fördereinrichtungen ins Getriebeöl gelangen. Solche Verunreinigungen verursachen abrasiven oder korrosiven Verschleiß. Daneben erschweren Vibrationen, Schockbelastungen und permanent hohe Flächendrücke an den Zahnflanken die Arbeitsbedingungen.

Bei den Ofen- und Zementmühlenantrieben kommen erhöhte Umgebungstemperaturen noch dazu.

Die Mühlengetriebe sind jeweils mit mehr als 1.000 Liter hochviskosem Getriebeöl der ISO VG 320 befüllt. Vor allem wegen der Vibrationen werden sie mit einem hochadditiven mineralölbasischen Getriebeöl versorgt, das über EP-Additive verfügt, die eine einglättende Wirkung auf die Oberflächen von Zahnflanken hat. Wegen der hohen Öltemperatur von permanent über 80°C wird für den Antrieb des Ofens und für die temperaturbelasteten Antriebe von Förderschnecken und Becherwerken ein vollsynthetisches Getriebeöl der ISO VG 320 auf PAO-Basis eingesetzt.

Sämtliche Großgetriebe werden mit WEARCHECK-Schmierstoffanalysen überwacht. Seit 1997 nutzt die Instandhaltung des AZ-Werkes Ennigerloh den Service von WEARCHECK, um Verunreinigungen im Öl festzustellen und um die Ölwechselintervalle zu optimieren.

Unter Betriebsleiter Stephan Wehning sind 45 Mitarbeiter in verschiedenen Reparaturwerkstätten aktiv.



Diese veranlassen die Schmierstoffanalysen bei besonderen Fragestellungen wie z.B. Umölungskontrollen bei der Umstellung auf ein synthetisches Getriebeöl. Außerdem erfolgt alle 4.000 Stunden, mindestens aber einmal im Jahr, eine detaillierte Trendanalyse im Rahmen der großen Revision der Anlagen. Diese Revisionen starten jeweils im Herbst. Dabei wird anhand der Ölanalyse nicht nur über Wasser oder Staub auf defekte Dichtungen geschlossen. Auch die Menge und Art der Verschleißpartikel zeigen, ob das Getriebe zur Inspektion geöffnet werden muss. Der Betrieb wird weder für die Revisionen noch für die Entnahme von Ölproben stillgelegt. Die Untersuchungen erfolgen Schritt für Schritt, abgestimmt auf verkaufsbedingten Absatz und die davon abhängige Produktion.

Seit Einführung der WEARCHECK-Schmierstoffanalysen hat die Instandhaltung die Schmierstoff- und Wartungskosten deutlich besser im Griff. Nur noch bei den kleineren Getrieben mit einer Füllmenge bis zu 45 Litern wird das Öl turnusmäßig auch ohne Ölanalyse einmal jährlich, bzw. nach ca. 5.000 Stunden gewech-

selt. Bei den Antrieben mit mehr als 100 kW und natürlich bei den Großgetrieben, die bis zu 1.200 Liter Getriebeöl fassen, werden Ölpflegemaßnahmen und Ölwechsel auf der Basis der Diagnosen der WEARCHECK-Ingenieure durchgeführt. Die Einsatzzeit der Spezial-Getriebeöle konnte dadurch, bezogen auf ihre Betriebsstunden, in allen Fällen mindestens verdoppelt werden. Zum Teil sind heute die hochbelasteten Öle schon deutlich länger als 20.000 Stunden im Einsatz, ohne dass ein Wechsel erforderlich wurde.

Auch die Filterung wird über den Blick ins Öl kontrolliert und ggf. verbessert. Filterelemente werden nur dann ausgetauscht, wenn es nötig wird.

Weil relativ starke Öloxidation selbst beim synthetischen Öl häufige Ölwechsel erforderlich machte, wurde für das stark temperaturbelastete Öl des Ofenantriebs ein Öl-Wasser-Kühler installiert. Er senkt im Bypass-Verfahren die Öltemperatur auf unter 80 °C ab. Bei den relativ teuren vollsynthetischen Schmierstoffen im Bereich der Ofenanlage wurden damit deutlich längere Standzeiten mit Hilfe der Analysen nachgewiesen, das Öl ist heute noch im Einsatz.

Das Anneliese Werk Ennigerloh reduziert dank der preiswerten WEARCHECK-Schmierstoffanalysen die Kosten für die Wartung und den Schmierstoffeinsatz. Gleichzeitig wird die Menge des zu entsorgenden Altöls drastisch reduziert. Ein erfreulicher Aspekt ganz im Sinne der Anneliese Zementwerke AG. Sie ist stets bestrebt, der Erde nicht nur Rohstoffe zu entnehmen, sondern auch der Natur durch gezielte Rekultivierungs- und Renaturierungsmaßnahmen ihre Schönheit zurückzugeben – zur Freude aller Naturfreunde und zukünftiger Generationen.

Perfekt, schnell und bequem – der neue Probenbegleitschein

Noch bequemer geht es kaum! WEARCHECK hat den Probenbegleitschein überarbeitet und verbessert. Auf den Seiten 5–8 dieser Ausgabe finden Sie einen Abdruck und alles Wissenswerte zum Thema „Probenbegleitschein“.

Dank seines neuen Formats ist unser Probenbegleitschein jetzt noch übersichtlicher. Es gibt keinen Durchschlag mehr. Der Absender behält zur Rückverfolgung der eingesandten Probe für seine Unterlagen einen vorgelochten Streifen mit der Barcode-Nummer (WC/OC/LC/.C), in dem er nur noch die Probenbezeichnung und das Versanddatum ergänzen muss.

Perfekt, schnell und bequem – das ist der neue WEARCHECK-Probenbegleitschein für unsere Kunden!

Neue Liste, alte Preise – noch mehr Leistung

WEARCHECK erhöht ständig den Leistungsumfang der Analysensets, ohne dass dafür höhere Kosten in Rechnung gestellt werden. – Wir investieren konsequent in die Ausstattung unseres Labors. Neue Untersuchungsgeräte liefern zusätzliche Messwerte, die direkt in die Laborberichte oder in die Diagnose der Analysenwerte einfließen. Dazu gehören die Farbzahl, eine bessere Interpretation des FT-IR-Spektrums, eine detailgetreue optische Auflösung der Partikel im Deckel des Probengefäßes.

Für Kunden, die ihre Laborberichte über das Internet abrufen, gibt es noch viel mehr: Es gibt Fotos, die einen Blick ins Probengefäß und in die Innenseite dessen geöffneten Deckels zeigen. Sie können die FT-IR-Spektren vergleichen und so auf den ersten Blick hin Abweichungen im Frischölvergleich beurteilen. In Kürze kommen noch die Spektren des sichtbaren Lichts aus der Farbzahlbestimmung zur leichteren Beurteilung der Oxidation hinzu. Auch Fotos der Schmierstoffverteilung bei der Bestimmung des Dispergiervermögens aus dem „Tüpfeltest“ von Motorenölen, des Restölgehaltes in Schmierfetten und die Darstellung der „Festen Fremdstoffe“ auf dem Filterpapier werden Sie zu Beginn des nächsten

Jahres über den Internetzugang betrachten können. Bei Proben, die nicht im vorbezahlten Original Probenbehälter eingesandt werden, wird eine Aufnahme des bei WEARCHECK eingetroffene Probengefäß abbilden. Im Internet stehen alle Angaben auf Wunsch in einer von mehreren Sprachen zur Verfügung.

Bei einem solchen Plus an Leistung ist es schwer, den Überblick zu behalten. Daher wird von WEARCHECK im ersten Quartal des Jahres 2005 eine neue Preisliste erstellt. Der neue Aufbau soll für den Kunden die Flexibilität für unterschiedliche Anforderungen erhöhen und ihm die Übersicht und das Handling erleichtern. Außerdem werden unsere Empfehlungen für das notwendige Analysenset bei spezifischen Anwendungen (Mobilhydraulik, Industriehydraulik, Getriebe, Windkraftanlagen usw.) in überarbeiteter Form mit dem aktuellen Untersuchungsumfang zusammengestellt.

Sie werden feststellen: Die neue Preisliste hilft bei der Orientierung – wird aber keine Preiserhöhung beinhalten. Trotz des mehrfach erweiterten Untersuchungsumfangs haben wir unsere Preise seit Oktober 2002 nicht erhöht.

Sonderaktion – nur vom 3. Januar bis zum 1. März 2005!

In diesem Zeitraum verpacken wir die von Ihnen bestellten Analysensets (ab 6 Sets) in unserer roten Analysenbox 2 (318x150x120 mm), statt in unseren üblichen weißen Stülpkartons. Die rote Analysenbox ist stabil und immer wieder zu gebrauchen. Mit ihr sind die Probengefäße überall sicher geschützt.



Bei einer Bestellung von 120 Analysensets in einer Partie erhalten Sie einen Analysenkoffer mit einer Probenpumpe kostenlos dazu. Im Analysenkoffer haben 6 Probengefäße Platz. Der Koffer enthält außerdem unsere praktische Pumpe für die korrekte Probenentnahme, 6 m Schlauch, Messer, Kugelschreiber und Reinigungstücher.

Drei Mal neu im WEARCHECK-Team

Jutta Kokulinsky, Dr. Thomas Fischer und Dipl.-Ing. Steffen Bots sind bei WEARCHECK neu dabei.



Jutta Kokulinsky

Jutta Kokulinsky ist die „freundliche Stimme“ am Telefon. Sie betreut die WEARCHECK-Telefonzentrale. Ihr Arbeitsplatz ist der Empfang. Die gelernte Reiseverkehrskauffrau aus Bochum zog vor drei Jahren in den schönen Chiemgau. Seit Mai 2004 ist sie bei WEARCHECK dabei.

Jutta Kokulinsky: „Bei WEARCHECK gibt es keinen Stillstand. Wir entwickeln uns ständig weiter. Hier sind Flexibilität und schnelles Agieren auf Veränderungen gefragt. Das kommt meiner Persönlichkeit voll entgegen. Ich mag den telefonischen Kontakt zu unseren Kunden. Und freue mich ganz besonders, wenn ich unsere Besucher und die Teilnehmer an den WEARCHECK-Seminaren persönlich begrüßen darf.“

Herr Dr. Thomas Fischer leitet seit Oktober 2004 das WEARCHECK-Labor. Hier sind 6 Laboranten und ein Auszubildender aktiv. Dr. Fischer stammt aus Jena. Der Diplom-Chemiker und Dr.rer.nat. studierte in Berlin und Jena.

Am Forschungszentrum Jülich war er unter anderem mit Untersuchungen zu UV-absorbierenden Naturstoffen und zum mikrobiologischen Abbau von Kohlenwasserstoffen betraut.



Dr. Thomas Fischer

Dr. Fischer zu seinem neuen Arbeitsplatz bei WEARCHECK: „Ausschlaggebend für mich waren das breite Tätigkeitsspektrum, die täglich neuen Herausforderungen und das ausgezeichnete Arbeitsklima. In den nächsten Monaten stehen neben Detailarbeiten

in der FT-IR-Spektroskopie die Einführung weiterer neuer Untersuchungsgeräte und Analysenverfahren an, denn wir arbeiten konsequent an der Optimierung unserer Analysen und des Laborablaufs.“

Herr **Dipl.-Ing. (FH) Steffen Bots** war schon während seines Studiums des Wirtschaftsingenieurwesens an der Fachhochschule Rosenheim bei WEARCHECK aktiv. Nach einigen Monaten Projektarbeit bei Microsoft hat er sich durch seine Diplomarbeit, das Programmieren einer Schmieröl-Datenbank, bei WEARCHECK empfohlen.

Herr Bots arbeitet seit April 2004 als einer von 4 Ingenieuren in der Abteilung Technik. Er beurteilt die Messergebnisse des Labors, erstellt Diagnosen, die in den Laborberichten über den Zustand von Öl und Anlagen Auskunft geben und beantwortet technische Rückfragen der Kunden.

Steffen Bots: „Durch die große Bandbreite der Anwendungsgebiete von Schmierstoffen ist meine Arbeit sehr abwechslungsreich. Von dem riesigen Know-How unseres Unternehmens, das in alle Branchen reicht, bin ich immer wieder überrascht. Die Kunden werden daher immer optimal beraten. Langfristig möchte ich, so wie meine Kollegen, in den WEARCHECK -Seminaren aktiv werden. Beeindruckend ist, wie bei WEARCHECK die Mitarbeiter unterstützt werden. Die Arbeitsmittel sind super. Nach der Arbeit lockt der Fitness-Raum und in den Pausen komme ich fast nie ohne ein kollegiales Spiel am Kicker in der Cafeteria vorbei.“



Dipl.-Ing. Steffen Bots

Zur Unterstützung unseres hochqualifizierten Diagnose-Teams suchen wir einen

Maschinenbau-Ingenieur (m/w)

IHR AUFGABENGEBIET

Erstellen von Maschinen- und Öldiagnosen anhand von Laborwerten
Technische Kundenberatung

IHR ANFORDERUNGSPROFIL

fundiertes technisches Allgemeinwissen · anwendungstechnische Erfahrungen mit Schmierstoffen · gute Englischkenntnisse · selbstbewusst, aufgeschlossen, kontaktfreudig

Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen senden Sie bitte an:
Barbara Weismann · WEARCHECK GmbH · Kerschelweg 28 · 83098 Brannenburg

Der Probenbegleitschein – nur mit ihm läuft es wie geschmiert

WEARCHECK hat den Probenbegleitschein überarbeitet und weiter verbessert. Und dies aus gutem Grund, denn ohne Informationen läuft es im Labor nicht rund. Scheitert eine Schmierstoff-Analyse, liefert sie irreführende Werte oder fehlen in der Beurteilung wesentliche Kriterien, dann gibt es dafür nur zwei mögliche Ursachen. Entweder: Die Ölprobe ist nicht repräsentativ, weil Fehler bei der Probeentnahme gemacht wurden. Oder: Der Probenbegleitschein wurde überhaupt nicht, nur unvollständig oder völlig falsch ausgefüllt. Das Labor kann ohne die Informationen die Probe nicht viskositäts- oder öltypabhängig in die Analysengeräte einsetzen. Die WEARCHECK-Ingenieure können nur dann eine individuelle Diagnose erstellen, wenn sie den Öltyp und die Einsatzstelle des Öles kennen. Eigentlich logisch – aber trotzdem treffen etwa 20% aller Proben mit unzureichenden oder gar falschen Angaben bei uns ein. Dadurch entstehen unklare Situationen, die zu unnötigen Verspätungen und zusätzlichen Kosten führen können. Wer dies im eigenen Interesse vermeiden möchte, füllt den Probenbegleitschein sorgfältig aus. Egal ob Sie das Formular mit der Probe einsenden oder die Informationen per Internet oder separat per Mail liefern: Auch im größten Eifer des Gefechts – es lohnt sich!

Zettelwirtschaft – nein danke!

Der WEARCHECK Probenbegleitschein ist ein ausgeklügeltes Formular. Er stellt gezielte Fragen zur Ölprobe. Ein selbst entworfener Zettel oder ein umfangreiches Schreiben kann den Begleitschein leider nie ersetzen, sondern nur die Arbeit bei der Dateneingabe verkomplizieren.

Trotzdem gehen täglich Proben mit unzureichenden Informationen ein, oft noch in abenteuerlichen Gefäßen. Doch wie soll ein Arzt eine ausführliche Diagnose stellen, wenn der Patient ihm nicht genug erzählt? – Senden Sie uns daher bitte nur im absoluten Ausnahmefall eigene Probengefäße und selbst erstellte Begleitschreiben zu.

Mit den WEARCHECK-Analysensets haben Sie es doch sauber und bequem. Probengefäß für eine ausreichende Ölmenge, Versandtasche und Begleitschein, das alles ist aus einem Guss. Wird der Begleitschein vollständig und richtig ausgefüllt, kann auch bei der Untersuchung fast nichts mehr schief gehen.

1 Der Barcode – eine heiße Nummer!

Um diese Nummer kreist bei WEARCHECK wirklich alles. Diese **Nummer** hat es in sich. Mit ihr lässt sich die Probe dem entsprechenden Begleitschein zuordnen, besonders wenn mehrere Proben vom gleichen Absender kommen.

Auf dem Probenbegleitschein finden Sie die Nummer und den Barcode daher auch gleich drei Mal.

- Oben rechts auf dem Teil des Begleitscheins, der mit der Probe zu WEARCHECK geht.
- Unten links als Sticker, den Sie auf das Plastik Probengefäß kleben.
- Unten, zentral in der Mitte auf dem Belegteil, der als Nachweis und für Rückfragen bei Ihnen bleibt.

Alle Informationen zum Absender können mit Hilfe dieser Nummer aufgerufen werden, denn bereits beim Versand der Analysensets wird bei WEARCHECK hinterlegt, welche Nummern der betreffende Kunde erhalten hat. In einer CRM-Datenbank laufen alle Angaben zusammen. Hier wird festgehalten, wie viele Analysensets von welchem Analysenumfang verkauft wurden und welcher Kunde sie gekauft hat. Eine schnelle Rückverfolgung bei fraglichen Situationen ist somit immer möglich.

Trifft die Probe im WEARCHECK-Labor ein, wird sofort ihre Nummer erfasst. Und schon erscheinen zum Abgleich auf dem Bildschirm alle Infos:

- welcher Kunde hat das Analysenset gekauft bzw. für wen wurde es registriert
- Adressenmaske mit sämtlichen Angaben zum Kunden
- welcher Untersuchungsumfang wurde bestellt
- ist der Begleitschein bereits per Mail eingetroffen
- wurden die Angaben bereits über das Internet direkt in unsere Datenbank überspielt.

WEARCHECK Probengefäße und die zugehörigen Begleitscheine mit der aufgedruckten Nummer werden generell im Voraus in Rechnung gestellt. Selbst wenn Probengefäße entwendet würden, können die Berichte dank der Identifizierung mittels der Nummer immer noch an die Adresse gesandt werden, die in der WEARCHECK Datenbank gespeichert ist, selbst dann, wenn die ursprünglich auf dem Probenbegleitschein vermerkte Adresse unkenntlich gemacht wurde.

2 Eins für Dich – eins für mich!

Der neue Probenbegleitschein ist **ein Beleg für zwei!** Wenn Sie ihn ausgefüllt haben, trennen Sie den unteren Streifen an der Markierung einfach ab.

- Der obere Teil wird an den Falzhilfen zweifach so umgeknickt, dass er leicht in den Versandumschlag schlüpfen kann. Mit allen Infos geht er mit der Probe an WEARCHECK.
- Den unteren Streifen mit der eingedruckten Nummer behalten Sie. Bewahren Sie ihn unbedingt für Ihre eventuellen Rückfragen sorgfältig auf!

WEARCHECK untersucht über 400 Proben am Tag d.h. über 8.000 Proben im Monat. Es sind mehrere Millionen Proben in der Datenbank gespeichert. Eine Probe ohne Angaben zu finden, ist, wie eine Nadel im Heuhaufen zu suchen. Daher hängt die Schnelligkeit bei der Beantwortung Ihrer Fragen auch davon ab, wie viele Angaben zur Probe verfügbar sind. Doch selbst wenn Ihre Kundennummer und die Probenbezeichnung bekannt sind, kann es dauern, bis wir die Probe am Bildschirm haben.

Wichtiger Hinweis!

Die Nummer liefert ein eindeutiges Suchkriterium. Wenn sie eine telefonische Rückfrage zu einer Probe haben, sollten Sie diese Nummer bereithalten. Mit ihr lässt sich jede Probe sofort nach dem Eingang der Probe ins Labor in der Datenbank finden.

3 Outen Sie sich ganz und gar! Ihre Kundennummer und die verfügbaren Absenderangaben haben wir üblicherweise bereits eingedruckt.

Trotzdem: Überprüfen und ergänzen Sie bitte unsere Angaben. Für den korrekten Versand der Laborberichte und schnelle Rückfragen benötigen wir unbedingt:

- den Namen des Sachbearbeiters oder Ansprechpartners
- die Abteilung
- die Telefondurchwahl

- die e-Mail Adresse, eventuell auch von verschiedenen Ansprechpartnern
- die Internetadresse, damit unsere Ingenieure – falls notwendig – technische Informationen auf Ihrer Seite aufrufen können

4 Sind Sie betroffen?

Die Probe betrifft eine Maschine oder ein Fahrzeug aus Ihrem eigenen Betrieb? Oder stammt Sie aus der Anlage eines Ihrer Kunden?

Wenn z.B. Maschinenhersteller oder Mineralölhändler die Analysensets weitergeben oder verkaufen, tragen Sie bitte hier die Adress-Angaben ein, mit denen Sie den Laborbericht dem Endverbraucher zuordnen können. Im fertigen Laborbericht finden Sie die unter „Firma“ eingetragenen Informationen im Datenfeld bei den Maschinenangaben. Der Laborbericht geht – falls keine anderen Vereinbarungen getroffen wurden - nach wie vor an die Adresse mit der Kundennummer.

Begleitschein, die mittlere Spalte

Wenn zum ersten Mal eine Probe von einer Maschine eingesandt wird, dann speichert WEARCHECK alle von Ihnen angegebenen Details dieser Maschine,

wie Hersteller und Typ sowie das verwendete Öl, in der Datenbank. Werden in den Probebegleitscheinen von später gezogenen Proben aber dann neue Bezeichnungen für ein und dieselbe Maschine verwendet, gehen die Daten zwar nicht verloren, aber sie werden dieser ersten Probe nicht zugeordnet und erscheinen nicht auf dem gleichen Laborbericht. Die wichtige Diagnose aufgrund eines bestimmten Trendverlaufs kann nicht erfolgen.

5 Jedes Kind braucht seinen Namen!

Probenbezeichnung Hier geben Sie unbedingt an, woher die Probe stammt. Sie können Maschinen- oder Anlagennamen, Serien- oder Inventarnummern, genauso verwenden wie KFZ-Kennzeichen. Bis zu 20 Ziffern oder Buchstaben sind möglich.

Für WEARCHECK spielt es keine Rolle, wie Sie ein Fahrzeug, eine Anlage, eine Maschine oder Maschinenteile benennen. Doch für eine Trendbeobachtung ist es für Sie sehr wichtig, dass die einmal vergebenen Namen für Ihre Maschinen oder Maschinenteile konsequent beibehalten werden.

Dazu ein Beispiel:

Das Bauunternehmen Müller sendet einen Begleitschein mit der Probenbezeichnung „Bagger 1“ und folgenden Angaben: Liebherr Bagger, das Öl SAE 85W-140 Öl stammt aus dem Schwenkgetriebe. Die bereits gespeicherten Daten für den „Bagger 1“ lauten aber: Hersteller Caterpillar, Hydrauliköl, Öltyp SAE 10W. So sollte natürlich die neue Probe den früheren Daten nicht zugeordnet werden. Es handelt sich ja um einen anderen Bagger und um eine Probe aus der Hydraulik und nicht um eine Probe aus einem Schwenkgetriebe.

Fazit: Vergeben Sie eindeutige Probenbezeichnungen und verwenden Sie bei gleichen Geräten und gleichen Entnahmestellen immer die selbe Bezeichnung. Wenn Sie einmal einen Namen vergeben haben, dann ändern Sie ihn bitte nicht mehr!

6 Fahrzeug-/Maschinentyp.

Um eine fundierte Diagnose auf der Basis von maschinenspezifischen Warnwerten erstellen zu können, muss WEARCHECK wissen, aus welcher Maschine oder Fahrzeug die Probe stammt.

The image shows a sample WEARCHECK Probenbegleitschein form with various fields highlighted by red boxes and numbered 1 through 17. The form is divided into several sections:

- Top Section:** Includes a barcode (1) and the WEARCHECK logo (4).
- Probenbezeichnung (5):** A field for the sample name, with an example: "z.B. KFZ-Kennzeichen, Inventar Nr., Serien Nr., Name (max. 20 Zeichen)".
- Fahrzeug-/Maschinentyp (6):** A field for the vehicle or machine type.
- Fahrzeug-/Maschinenhersteller (7):** A field for the manufacturer.
- Ölart (11):** Radio buttons for "SAE" and "ISO VG".
- Ölmenge im System (13):** A field for the oil quantity.
- Nachfüllmenge seit letztem Ölwechsel (14):** A field for the top-up amount.
- Datum der Probenentnahme (15):** Fields for day, month, and year.
- Datum letzter Ölwechsel (16):** Fields for day, month, and year.
- Laufzeit seit letztem Ölwechsel (16):** Radio buttons for "km" and "Stunden".
- Gesamte Laufzeit (16):** Radio buttons for "km" and "Stunden".
- Öl gewechselt (17):** Radio buttons for "noch nicht", "vor Probenentnahme", and "nach Probenentnahme".
- Analyseumfang (9):** A dropdown menu set to "Std. 3 (gelb)".
- Grund der Analyse (10):** Radio buttons for "Routinkontrolle", "Schaden", "Umlüftungskontrolle*", and "Sonstiger Grund/Problem".
- Probe aus: (8):** Multiple radio buttons for different machine parts like "Hydraulik", "Differential", "Automatikgetriebe", etc.
- Kundendaten (3):** Fields for "Kundendnummer", "Firma", "Titel, Vorname, Name", "Funktion/Abteilung", "Straße/Postfach", "Land/PLZ - Ort", "Telefon/Telefax", "Internet", and "E-Mail".
- Versand des Laborberichts:** Radio buttons for "per E-Mail" and "per Post".
- Probe betrifft (4):** Radio buttons for "obige Firma" and "Firma".
- IHR PROBENBELEG:** A section for the customer's copy, including a barcode (1) and a field for "wurde versandt am:" with day, month, and year fields.

7 Fahrzeug-/Maschinenhersteller.

Genauso wichtig wie der Maschinentyp „Bagger“ ist auch der Hersteller dieses „Baggers“ denn für Liebherr oder Caterpillar gelten unterschiedliche Grenzwerte.

Dazu wieder ein Beispiel: Das Bauunternehmen Müller hat einige Lastwagen. Aber bitte, welche? „Lastwagen“ oder „LKW“ ist zu wenig. Ein Mercedes LKW und ein MAN LKW haben z.B. zwei völlig unterschiedliche Motoren. Für diese gelten jeweils unterschiedliche Limitwerte. WEARCHECK benötigt daher genaue Informationen zum Hersteller und zum Typ.

8 Der kleine Unterschied

Probe aus. Wenn z.B. für den „Bagger 1“ das Schwenkgetriebe aufgeführt wird, was bei der vorherigen Probe die Hydraulik war, können die bereits vorhandenen Daten nicht der neuen Probe zugeordnet werden. Deshalb hier die Frage zum Ankreuzen:

– aus welchem Teil stammt die zu untersuchende Probe denn genau? Motor, Lager, Getriebe, Differential, oder gar Hydraulik? Im linken Teil des Begleitscheins sind nahezu alle Möglichkeiten aufgeführt.

Auch für seinen Liebherr Bagger liefert uns das Bauunternehmen Müller die richtigen Informationen über das Modell des Baggers und den Motorenhersteller. Im Begleitschein steht daher nicht nur einfach „Liebherr R 912“, denn dieser könnte nämlich von einem Deutz, einem Liebherr oder Mercedes Motor angetrieben werden.

Der kleine Unterschied ist einfach immer wichtig!

9 Was ist zu tun?

Analysenumfang wird bereits von WEARCHECK bei der Auslieferung und Rechnungsstellung für das Analysenset festgelegt und vorab in den Probenbegleitschein eingedruckt.

10 Grund der Analyse

Hier sollten Sie uns angeben, warum Sie die Probe einschicken. Gibt es einen ganz besonderen Anlass? Liegt ein Problem vor? Ist es eine Routine-Analyse? Haben Sie ein Maschinenteil ersetzt? Haben Sie den Öltyp gewechselt? Gab es einen Schaden? Haben Sie eine Vermutung für eine Problemursache? Schreiben Sie uns hier Ihre besonderen Fragen. Wir gehen in unserer Diagnose darauf ein! Je mehr Informationen angegeben werden, umso besser wird die Beurteilung.

11 Kein Öl ist wie das andere! Ölhersteller, Ölbezeichnung und Viskosität. Stimmen diese Angaben nicht mit der Realität überein, kann dies fatale Folgen haben. Wird ein falsches Öl benutzt, können bei der Maschine durch

eine zu hohe oder zu niedrige Viskosität oder durch eine falsche Additivierung gravierende Schäden verursacht werden. Und denken Sie bitte auch an die Garantie. Beachten Sie die Schmierstoff-Empfehlungen des Maschinenherstellers. Ist das falsche Öl im Einsatz, haben Sie in einem Garantiefall schlechte Karten.

Außerdem: Für WEARCHECK ist es keine große Kunst, nachzuweisen, ob es sich bei dem Gebrauchtöl auch wirklich um den angegebenen Öltyp handelt. Ungleich schwieriger ist es aber, wenn wir im Dunkeln tappen und nicht wissen, welches Öl überhaupt im Einsatz sein soll. Weltweit stellen zwar nur einige wenige Unternehmen Additiv-Packages her. Auch die in Deutschland verfügbaren Grundöllieferanten sind überschaubar. Trotzdem können sich z.B. Getriebeöle oder Hydrauliköle von verschiedenen Herstellern, die den gleichen Spezifikationen entsprechen, recht deutlich voneinander unterscheiden. Manche der Öle von unterschiedlichen Lieferanten sind allerdings so identisch, dass bei der Untersuchung eines Gebrauchtöles dessen Hersteller nicht so einfach bestimmt werden kann.

12 Bei Umölungskontrolle oder Wechsel der Ölsorte vorher eingesetztes Öl

In der darunter gedruckten Zeile bitte den Ölhersteller und dessen Öltyp angeben. Nur wenn genau bekannt ist, welches Öl ursprünglich in der Maschine oder im Motor im Einsatz war, können wir darauf eingehen, wie vollständig der Ölwechsel erfolgte. Wenn z.B. in der Hydraulikanlage vom „Bagger 1“ vor dem Ölwechsel ein SAE 20W-20 Hydrauliköl im Einsatz war und jetzt ein HLP 46 Hydrauliköl, dann ist Kalzium nicht auf Kalkstaub zurückzuführen, sondern auf ein nicht vollständig gewechseltes SAE 20W-20, das einen hohen Anteil dieses Kalziumadditivs enthält.

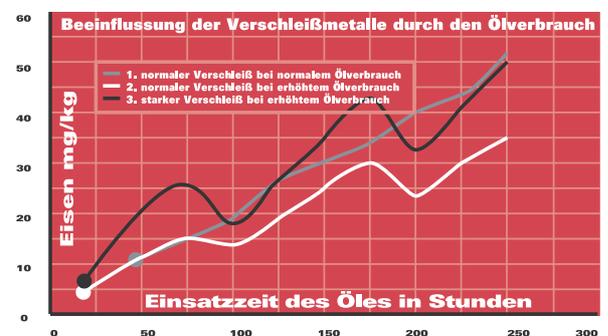
13 Wie viel darf es denn sein? Ölmenge im System

Diese Angabe hilft dem WEARCHECK-Ingenieur einen für die eingesetzte Ölmenge passenden Kommentar im Laborbericht abzugeben.

Dazu ein Beispiel: Im gebrauchten Hydrauliköl werden Wasser und Schmutz festgestellt. Sie haben angegeben, dass das Volumen der Ölfüllung 20 Liter beträgt. Folgerichtig wird in der Diagnose geraten, diesen relativ geringen Inhalt durch einen Ölwechsel auszutauschen und das System zu spülen. Fasst der Öltank allerdings 2.000 Liter, dann wird bei gutem Alterungszustand dazu geraten, das Öl zu besser filtern oder zumindest die Filterelemente auszutauschen. So kann das Wissen über die Menge des Öls im System die Empfehlung des Ingenieurs beeinflussen.

14 Sie haben nachgelegt? Nachfüllmenge seit dem letzten Ölwechsel

Leckagen und ein hoher Ölverbrauch sind ein Grund zum Nachfüllen von Frischöl. Die Nachfüllmenge kann in Relation zur Gesamtfüllung ein sehr wichtiges Detail sein, das leider nicht immer dokumentiert wird, aber einen großen Einfluss auf die Beurteilung haben kann. Bei hohem Ölverbrauch wird kontinuierlich frisches Öl nachgefüllt. Dadurch werden die Messwerte verwässert und fallen niedriger aus, als sie tatsächlich sein würden, wenn kein Öl nachgeschüttet würde. Eine abnormale Situation kann durch große Nachfüllmengen von mehr als 20% bezogen auf die Gesamtfüllung als normal erscheinen. Die folgende Abbildung verdeutlicht, was dabei passieren kann:



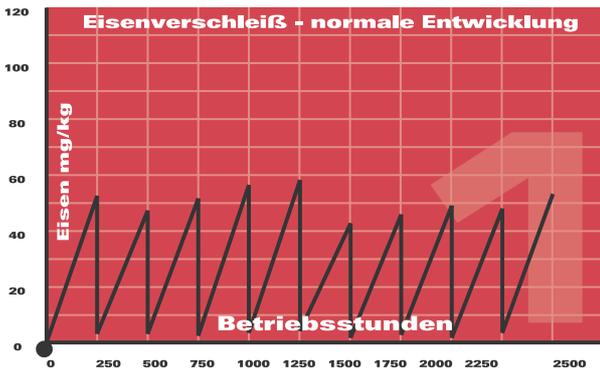
Die Kurve 1 zeigt normalen Verschleiß bei vorgeschriebenen Ölwechselintervallen. Nach 250 Betriebsstunden werden 50 ppm Eisen nachgewiesen. Die Proben wurden alle 50 Stunden entnommen. Sie zeigen einen leichten Anstieg des Eisens im Verlauf der Untersuchungsperiode.

Kurve 2 weist normalen Verschleiß bei gleichzeitig hohem Ölverbrauch auf. Beim Ölverbrauch sind nach 100 und 200 Stunden Abweichungen nach oben zu sehen. Dies deutet auf einen Rückgang der Abnutzung. Des Endergebnis ist, dass der Eisengehalt um 15 ppm niedriger ist, als erwartet.

Kurve 3 zeigt beschleunigten Verschleiß kombiniert mit hohem Ölverbrauch. Außerdem sind wieder große Ausschläge nach oben bei 100 und 200 Stunden zu sehen. Das Endergebnis ist, dass der Eisenwert von 20 ppm bei 250 Stunden normal erscheint, aber in Wirklichkeit der Eisengehalt durch Zugabe von Frischöl verwässert wurde.

Liegen keine Angaben zum Ölverbrauch vor, kann dies zu Fehlinterpretationen führen. Selbst wenn der exakte Ölverbrauch nicht ermittelt werden kann, ist es trotzdem hilfreich für die WEARCHECK-Ingenieure zu wissen, ob der Verbrauch normal, hoch oder sehr hoch ist.

Bitte vermerken Sie es auf dem Probenbegleitschein, wenn der Ölverbrauch hoch ist. Allein diese Tatsache weist bereits auf ein Problem hin, das beachtet werden muss.



15 Ein Blick in den Kalender

Datum der Probeentnahme. Das ist besonders dann wichtig, wenn wiederkehrende Trendanalysen durchgeführt werden. Führen Sie Buch über die Daten der Probeentnahmen, damit Sie keinen Termin versäumen. Außerdem bringen Sie die Proben in die richtige Reihenfolge. Wenn die Probennahme lange vor dem Einsenden der Probe erfolgte oder wenn es sich um eine Rückstellprobe handelt, kann sich die Lagerzeit ausgewirkt haben. Wir beachten diese Angabe dann bei der Diagnose.

16 Ein Trio, das es in sich hat

Das Datum des letzten Ölwechsels, die Laufzeit seit dem letzten Ölwechsel und die gesamte Laufzeit

– diese drei zusammen liefern ganz entscheidende Informationen für die WEARCHECK-Diagnose. Wurde die Herkunft der Probe korrekt identifiziert, dann interessieren wir uns vor allem für den Zeitraum, während dem das Öl eingesetzt wurde. Gleichzeitig spielt die gesamte Laufzeit eines Motors oder einer Maschine eine wichtige Rolle, denn sie zeigt das Alter der Maschine an. Neue Maschinen laufen ein. Dabei können sie sich eventuell schneller abnutzen als Maschinen, die schon länger im Einsatz sind. Ist die Laufzeit nicht bekannt, dann kann das Untersuchungsergebnis „normaler Verschleiß“ lauten, auch wenn dem nicht so ist.

Die Laufzeit soll, je nach Maschinen-, Anlagen- oder Motortyp, in km, Betriebsstunden, Monaten oder Jahren angegeben werden. Einfach nur ein Zeitraum wie: seit Januar, reicht nicht aus.

Eine Angabe wie: Der LKW ist 4 Jahre alt und das Öl ist seit drei Monaten im Gebrauch, ist nicht sehr hilfreich. Der LKW könnte ja drei Monate in der Firma geparkt worden sein und damit eine Öllebensdauer von 0 km haben. Er könnte aber auch zwischen Istanbul und Helsinki jede Woche gependelt haben und damit seit dem letzten Ölwechsel über 40.000 km gefahren sein.

Die bei WEARCHECK für eine treffende Beurteilung herangezogenen Warn- und Grenzwerte für Verschleiß, die Oxidation des Öls und der Abbau

der Additive hängen sehr stark von der Zeit ab, wie lange das Öl im Gebrauch ist. Daher sind exakte Angaben über die Laufzeit so wichtig. Wenn das Öl natürlich doppelt so lang in Gebrauch ist, wie es sein sollte, dann ist es einleuchtend, dass auch der Verschleiß höher sein kann wie der auf eine kürzere Laufzeit bezogene Limitwert.

Die folgenden drei Abbildungen verdeutlichen die Zusammenhänge:

Abbildung 1 zeigt den gleichmäßigen und normalen Metallabrieb in einem Motor. Über einen Zeitraum von 2.500 Stunden und bei einem Ölwechselintervall von 250 Stunden wurden in der Gebrauchtölprobe jeweils circa 50 mg/kg Eisenabrieb nachgewiesen.

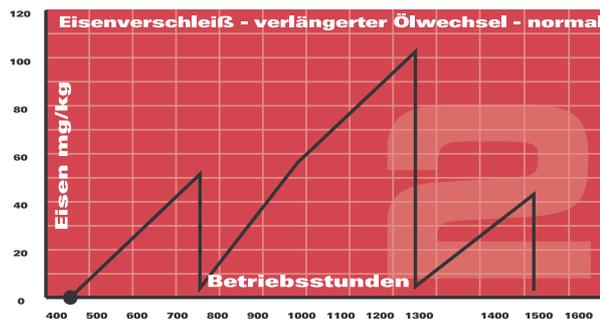


Abbildung 2: Im zweiten Fall wurde der bei 1.000 Betriebsstunden fällige Ölwechsel nicht durchgeführt. Als der Service nach einer Laufzeit von 1.253 Stunden nachgeholt wurde, war das Öl letztendlich 493 Stunden im Gebrauch. In der Ölprobe wurden 103 mg/kg Eisen gemessen. Ein relativ normales Ergebnis für die nahezu verdoppelte Einsatzdauer des Öles.

Würde hier die Öleinsatzdauer aber nicht angegeben, dann würden diese 103 mg/kg Eisenabrieb oberhalb des üblichen Limits liegen und sehr hoch aussehen. Dies würde eventuell eine zu harte oder gar falsche Diagnose nach sich ziehen, denn unter der Betrachtung der gesamten Laufzeit hat keine abnormale Abnutzung statt gefunden, sondern das Öl ist einfach später als angenommen gewechselt worden.

Abbildung 3: Auch der dritte Fall kann bei mangelnder Information schnell auf die falsche Fährte führen. Bei der Gesamtlaufzeit von 1.625 Stunden wurde eine Probe analysiert. Diese Pro-

bennahme erfolgte allerdings nur 123 Stunden nach dem vorherigen Ölwechsel. Dabei wurden 55 mg/kg Eisen in der Ölprobe nachgewiesen. Im Vergleich zum vorhergehenden Beispiel erscheint der Wert von 55 mg/kg nicht besorgniserregend.

Aber: Der Eisenabrieb entstand in der Hälfte der normalen Zeit. Damit kann selbst ein normal aussehender Wert ein klares Indiz für abnormen Verschleiß sein!

17 Schon gewechselt oder nicht?

Öl gewechselt Der Probenbegleitschein fragt abschließend nach, ob im Zusammenhang mit der Probennahme ein Ölwechsel stattgefunden hat.

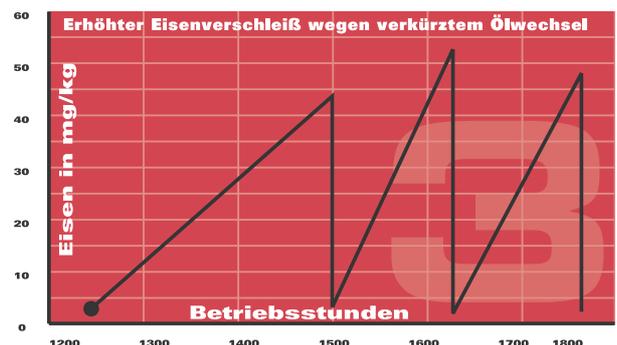
- Wenn das Öl noch nicht gewechselt wurde, können wir eine Empfehlung aussprechen, ob und wie lange das Öl noch bei ähnlichen Betriebsbedingungen im Einsatz bleiben kann oder ob Pflegemaßnahmen den Ölwechsel weiter verschieben lassen.
- Wenn das Öl unmittelbar vor der Probennahme ausgetauscht wurde, geben wir einen Hinweis auf die Qualität des Ölwechsels und auf Verunreinigungen, denn für weitere Informationen ist das gerade getauschte Öl zu „jung“.
- Wenn das Öl nach der Probennahme gewechselt wurde, müssen wir nicht mehr zu einer Filterung oder zu einem Ölwechsel raten. Das Öl ist bereits entsorgt. Wir geben dann für zukünftige Betrachtungen an, dass das Öl weiter verwendungsfähig gewesen wäre.

FAZIT:

Auch im größten Eifer des Gefechts – es lohnt sich für Sie, den Probenbegleitschein sorgfältig auszufüllen!

Je mehr detailgetreue Informationen WEARCHECK erhält, umso zutreffender und verlässlicher ist die Diagnose zu Ihrer Gebrauchtölprobe.

Egal ob Sie das Formular mit der Probe einsenden oder ob Sie die Angaben über das Internet oder per e-Mail machen: Füllen Sie den Probenbegleitschein zumindest für die erste Probe einer Trendanalyse sehr gewissenhaft aus.



Paulaner – feinste Münchner Braukunst seit 1634

Im Jahre 1634 begannen die Paulaner Mönche, den edlen Gerstensaft zu brauen. Heute bietet Paulaner auf der Grundlage des Bayerischen Reinheitsgebotes von 1561 ein weit gefächertes Spezialitätenortiment von Original

Grundstoff des Bieres. In der Sudpfanne wird ihr der Hopfen zugegeben und das Ganze zum Kochen gebracht. Anschließend werden feste Hopfen- und Eiweißbestandteile entfernt. Die Würze wird auf etwa 10 °C abgekühlt, bevor ihr die Hefe zugesetzt wird. Im Gärkeller entstehen dann bei der Gärung Alkohol und Kohlensäure. Nach etwa einer Woche ist so das „Jungbier“ fertig. Nach einer kühlen Lagerung von etwa 30 Tagen ist das Bier gereift. Noch einmal wird es gefiltert. Trübstoffe, wie Hefe und Eiweiß, werden entfernt. Und dann gelangt das Paulaner Bier über die 6 Abfülllinien in Flaschen, Dosen und Kegs, die modernen Fässer aus Leichtmetall.

Das Sudhaus der Paulaner-Brauerei arbeitet an sieben Tagen, rund um die Uhr. Nur die Abfüllanlagen stehen am Sonntag still.

Die vier Mitarbeiter der Abteilung Instandhaltungsplanung und Ersatzteilwesen sind für den reibungslosen Betrieb des Brauprozesses verantwortlich. Sie halten 10.000

Ersatzteile für nahezu alle denkbaren Störfälle bereit. Nur so können unerwartete oder ungeplante Stillstände auf ein Minimum reduziert werden. Inspektionen und Reparaturen können nur in Absprache mit der Produktion in sehr engen Zeitfenstern durchgeführt werden. Daher arbeitet Paulaner mit einem ausgeklügelten Instandhaltungs-Planungssystem. Darin sind sämtliche Anlagen, ihre Historie und die Vorgaben der Hersteller akribisch erfasst. Ein Wartungskonzept ist integriert.

Seit 2000 setzt Paulaner WEARCHECK-Schmierstoffanalysen konsequent ein. Mit Hilfe der schnellen Öluntersuchungen wird unter anderem kontrolliert,

ob Wasser oder Feuchtigkeit in die Antriebsgetriebe eingedrungen ist. Auch das Kältemaschinenöl des großen CO₂-Verdichters wird mindestens einmal jährlich in Bezug auf Oxidation, Verschleiß und Feuch-

tigkeit untersucht. Bei den Angaben zu einem Ölwechsel verlässt man sich auf die Diagnoseingenieure, die dafür klare Aussagen formulieren.

Die mehrstufigen Stirnradgetriebe reduzieren die Antriebsdrehzahl des Elektromotors von 1.500 Umdrehungen auf ca. 10 Umdrehungen pro Minute. Die schwer belasteten Getriebe an den zwei Maischebottichen und den zwei Läuterbottichen werden mit einem hochadditivierten mineralölbasischen Spezialgetriebeöl versorgt. Jeweils im Frühjahr und Herbst werden die Getriebeölproben während der Sudpausen entnommen und im Trendverlauf beobachtet. Paulaner setzt auf zustandsabhängige Ölwechsel und folgt dabei den Empfehlungen der WEARCHECK-Ingenieure.

Unter erschwerten Bedingungen arbeiten die Getriebe, die sich unterhalb der großen Läuterbottiche befinden. Im Sudhaus herrscht Treibhausklima. Immer Sommer werden schnell Temperaturen von 55 °C erreicht. Auch die Luftfeuchtigkeit ist entsprechend hoch. Paulaner hat daher sicherheitshalber spezielle Be- und EntlüftungsfILTER an den Getrieben installiert, die verhindern sollen, dass über die Atmung des Getriebes Feuchtigkeit von außen ins Öl eindringt. Doch besonders bei hohen Temperaturen, beim Einsatz von Syntheseöl oder hochadditiviertem Öl kann es leichter als bei einem Standardprodukt vorkommen, dass ein Wellendichtring undicht wird und eindringendes Wasser eine Korrosionsgefahr für das Getriebe bedeutet. Die Paulaner Instandhalter und die WEARCHECK Ingenieure wissen, dass besonders für die Rührwerksantriebe im Sudhaus eine besondere Kontrolle des Öls im Hinblick auf den Wassergehalt dazugehört. Wenn mehr als 0,12 % Wasser im Öl sind, hilft bei dem speziellen Öl, das Wasser einmulgiert, alles nichts mehr. Ein solches Öl muss dann gewechselt werden.



Läuterbottiche in der Paulaner Brauerei

Münchner bis hin zum Oktoberfestbier. Je nach Jahreszeit sind es bis zu 15 verschiedene Biersorten. Speziell für die strenge Fastenzeit der Mönche wurde im 18. Jahrhundert ein besonders starkes Bier erfunden. Der Salvator ist auch heute noch als „Frühjahrskur“ begehrt und wird in der kalten Jahreszeit gerne getrunken.



Antrieb unter einem der Läuterbottiche

In der Paulaner Brauerei in München werden jährlich etwa 2,7 Millionen Hektoliter Bier gebraut. Dabei wird zunächst aus Wasser, Gersten- und Weizenmalz in großen Maischebottichen die Maische hergestellt. Im Läuterbottich wird die Maische von ihren festen Bestandteilen befreit. Die verbleibende „Würze“ ist der



Update für die Partikelzählung – Bestimmung der Reinheitsklassen nach der SAE AS4059

Sauber ist nicht rein! Und selbst Öl, das auf den ersten Blick rein aussieht, kann durch kleinste Partikel verschmutzt sein. Verunreinigungen im Öl sind, besonders für Hydrauliksysteme, einer der größten Risikofaktoren. Ab 1960 beschäftigte sich die Luftfahrt mit dieser Problematik und legte mit der NAS (National Aerospace Standard) 1638 Richtlinien für die Reinheit von Hydraulikflüssigkeiten fest. Die NAS 1638 wurde schon bald von anderen Industriebereichen übernommen. Dem damaligen Stand der Technik entsprechend konnten allerdings nur Partikel gezählt werden, die größer als 5 µm waren. Die gestiegenen Drücke in Hydraulikanlagen forderten zunehmend bessere Passgenauigkeiten der Maschinenelemente und immer feinere Filtersysteme. Damit stiegen die Anforderungen an die Reinheit eines Öls. Aus diesem Grund wurde die neue SAE AS4059 entwickelt. Unternehmen, die über die neueste Generation von Partikelzählern verfügen, geben bereits heute die Reinheitsklassen nach dieser Norm an.

Als 1964 die NAS 1638 definiert wurde, war absolute Betriebssicherheit für die Luft- und Raumfahrt das auslösende Moment. Bis dahin gab es keine Methoden, mit denen die Reinheit der verwendeten Öle mit Hilfe von automatischen Zählgeräten bestimmt werden konnte. Schon bald griffen andere Industrieunternehmen die damals neue und einzige Richtlinie auf. Die NAS 1638 wurde schon bald auch in Europa genutzt. Hier wurde 1977 die erste Fassung der ISO 4406 verabschiedet. Die Zählung nach NAS kann nur von automatischen Zählern durchgeführt werden. Bei der Reinheit wird in 5 Klassen unterschieden. Die Zählung nach ISO erlaubt neben der Automaten-Zählung mit Angabe von 3 Reinheitsklassen auch eine manuelle Auszählung und eine Zuordnung zu 2 Reinheitsklassen anhand von Rückständen auf dem Filterpapier. Mangels verfügbarer Zählgeräte setzte sich damals in Europa die ISO Norm durch.

Die Partikelzählung

Bei allen Methoden werden Anzahl und Größe der Verschmutzungspartikel bestimmt. Aus einer Ölprobe wird die Anzahl von Partikeln in verschiedenen Größenklassen ermittelt und dann auf die Anzahl von Partikeln pro 100 ml umgerechnet.

Folgende Standard-Verfahren sind zur Zählung der Partikel und deren Zuordnung zu Reinheitsklassen gebräuchlich:

- **Auszählung unter dem Mikroskop**
Das Öl wird mit Lösungsmittel verdünnt und im Vakuum durch eine gerasterte 0,8 µm bzw. 0,45 µm Filtermembrane gezogen. Die auf dem Filter liegenden Partikel werden unter dem Mikroskop „ausgezählt“. Wobei dieses Zählen meist ein Vergleichen von Bildern ist. Dabei werden Referenzfotos von Filtern mit bekannter Reinheitsklasse herangezogen. Es wird abgeschätzt, welche Reinheitsklasse mit dem Bild unter dem Mikroskop am besten übereinstimmt. Die Auswertung kann auch mittels einer Bildanalysesoftware erfolgen. Mit diesem Verfahren ist allerdings nur eine Zuordnung in 2 Klassen, > 6µm und >14 µm nach ISO möglich. Dunkle Öle wie z.B. Getriebeöle können mit dem Filterverfahren nicht gezählt werden, da bei einem dunklen Filterpapier eine Unterscheidung der Partikel nicht möglich ist.

- **Auszählung mit Lasersensoren**
Bei dieser Zählweise strömt das Öl an einer Lichtquelle vorbei und verringert je nach Größe der einzelnen Partikel, die von einer Photodiode erfasste Intensität des Lichtstrahls. Die Änderung der Intensität des Lichtstrahls löst Spannungsänderungen an der Photodiode aus, welche ein direktes Maß für die Teilchengröße sind. Voraussetzung für eine korrekte Ermittlung ist aber, dass die Partikel den Lichtstrahl hintereinander passieren. Bei dieser Messmethode können Luftblasen und Wassertröpfchen das Ergebnis verfälschen.

Da Lasersensoren verschiedener Hersteller unterschiedlich helles Licht abgeben, kann es besonders in Frischölen bei den „hellen“ Sensoren zu relativ hohen Zahlen kommen, während ältere Sensoren solch feine Unterschiede bei den öllöslichen „Partikeln“ nicht sehen. Deswegen werden häufig Unterschiede in der Auszählung von Frischölen in unterschiedlichen Labors mit Hilfe von Lasersensoren und automatischen Partikelzählern (APC) auch trotz bester Kalibrierung der Geräte auftreten.

- **Auszählung über Differenzdruck-Verfahren**
Viele der On-Line Zähler und der relativ preisgünstigen tragbaren Zähler arbeiten nach dem Siebanalysen-Prinzip. Bei diesem Verfahren erhöht sich der Differenzdruck, wenn sich Partikel auf einem Sieb ablagern und dadurch den Anströmwiderrstand z.B. in dem Bereich erhöhen, in dem sich die Partikel > 4 µm, >6µm oder >14 µm „anschwemmen“ und die Filterporen zusetzen. Der Druckanstieg im Vergleich mit dem ungehindert strömenden Referenzöl oder der elektrische Kontakt, der ansteigt, wenn sich der zunehmend verstopfende Filter ausbeult, lassen eine Zuordnung in Reinheitsklassen zu, ohne dass Partikel wirklich gezählt werden.
- **Nach Art (weich oder hart), Herkunft (Wasser, Staub Luftbläschen) und nach Form der Partikel (lang oder rund) wird bei keinem der bisher vorgestellten Verfahren unterschieden.**
- **Auszählung mit Bildgebungs-Verfahren**
Die ideale Methode für die Zählung von Partikeln in Ölen ist das photographische Abbilden und das anschließende Ausmessen der Partikel. Das Öl strömt gleichmäßig durch eine Zelle, die zwischen 2 Glasplatten ausgebildet wird. Die Partikel werden in der Zelle großflächig ausgebreitet. Laserlicht beleuchtet

sie. Eine Hochgeschwindigkeitskamera „schießt“ Bilder von den Partikeln. Die Größe der Partikel wird mit Hilfe der Pixelanzahl berechnet. Bei dieser Auswertung auf der Basis einer definierten Pixelgröße ist keine Kalibration des Zählers nötig, da die Größe der Partikel nicht über eine Darstellung eines flächengleichen Kreises berechnet wird.

Beim Bildgebungs-Verfahren, das wir im ÖlChecker vom Sommer 2002 (Download unter www.wearcheck.de) detailliert vorstellten, kann zwischen einzelnen Partikeln und deren Entstehungsursache in Form der optischen Partikelanalyse (OPA) unterschieden werden.

Die NAS 1638 – Vorreiter bei der Bestimmung von Reinheitsklassen

Mit der NAS 1638 wurden 5 Reinheitsklassen definiert. Die Partikel werden in 5 Größenklassen differentiell gezählt: 5-15, 15-25, 25-50, 50-100 µm und >100 µm. Angegeben werden nur die Partikelzahlen, die tatsächlich in einer Klasse vorhanden sind. Die Partikel werden also nicht addiert wie bei der ISO 4406.

Jedem Größenbereich wird nach der Partikelzählung eine Reinheitsklasse von 00 bis 12 zugeordnet. Die abschließende Gesamtbeurteilung erfolgt durch die Angabe der schlechtesten dieser 5 NAS Zahlen.

Seit der Definition der NAS 1638 wurden immer feinere Filter in den Hydrauliksystemen eingesetzt. Die Anzahl der Partikel >50 µm, ja selbst >15 µm sank dadurch deutlich. Die NAS 1638 mit ihren 5 relativ „großen“ Größenklassen entsprach oft nicht mehr der Realität.

Die ISO 4406 – differenzierte Klassifizierung kleinerer Partikelgrößen

Folgerichtig wurde besonders durch die europäischen Filter- und Anlagenbauer, mit der ISO 4406 eine weitere Richtlinie festgelegt. In ihrer Fassung von 1977 sah sie eine Klassifizierung von Partikelgrößen >5 µm und >15 µm vor, weil zu diesem Zeitpunkt hochauflösende Lasersensoren noch nicht verfügbar waren und häufig auch noch die Partikel, die auf einem gerasterten Filterpapier vorhanden waren, von einem erfahrenen Techniker mit Hilfe von Mikroskopen nur in klein (5µ) und groß (15µ) unterschieden werden konnten.

1999 wurde die ISO 4406 überarbeitet. Mit neuen Lasersensoren konnten nun auch kleine Partikel so gut ausgewertet werden, dass auch Partikel ab 2 µm dar-

gestellt werden konnten. Seit 1999 werden nach der ISO 4406 drei Klassen >4 μ , >6 μ und >14 μ angegeben, wenn mit einem Zähler ausgewertet wird. Wenn die Partikel manuell auf einem Filter gezählt werden, können nach wie vor nur 2 Reinheitsklassen (>6 μ und >14 μ) angegeben werden.

Bei der ISO-Partikelzählung erfolgt die Angabe der Partikel kumulativ, d.h. in der Anzahl der Partikel >5 μ sind auch die Partikel > 15 μ enthalten. Die in einer Ölprobe gezählten Partikel werden gemäß **Tabelle 1** auf 100 ml bezogen und jeweils pro Größenklasse einer Reinheitsklasse zugeordnet.

Tabelle 1: Reinheitsklassen nach ISO 4406

Anzahl der Partikel pro 100 ml		Ordnungszahl bzw. Reinheitsklasse
mehr als	bis einschließlich	
250.000.000	>	> 28
130.000.000	250.000.000	28
64.000.000	130.000.000	27
32.000.000	64.000.000	26
16.000.000	32.000.000	25
8.000.000	16.000.000	24
4.000.000	8.000.000	23
2.000.000	4.000.000	22
1.000.000	2.000.000	21
500.000	1.000.000	20
350.000	500.000	19
130.000	350.000	18
64.000	130.000	17
32.000	64.000	16
16.000	32.000	15
8.000	16.000	14
4.000	8.000	13
2.000	4.000	12
1.000	2.000	11
500	1.000	10
250	500	9
130	250	8
64	130	7
32	64	6
16	32	5
8	16	4
4	8	3
2	4	2
1	2	1
0	1	0

Die ISO-Reinheitsklasse wird als zusammengesetzte Zahl, wie z.B. 18/21/13, angegeben. Die erste Zahl bezieht sich auf die Partikel >4 μ m, die mittlere Zahl auf Partikel >6 μ m und die rechte Zahl auf die großen Partikel >14 μ m.

Ein Teststaub für die Kalibrierung des Partikelzählers

Automatische Partikelzähler (APC für Automatic Particle Counter bzw. OPZ für Optische Partikel Zähler) wurden ab etwa 1960 eingesetzt. Die Größenverteilung von Schmutzpartikeln in Hydrauliksystemen war oft die Veranlassung für eine genaue Ölanalyse mit der Bestimmung von Verschleißmetallen, Wasser und anderen Verschmutzungen, die Auswirkung auf Störungen von Hydrauliksystemen und deren Komponenten hatten. Ganz besonders wichtig war die exakte Kalibrierung der Partikelzähler.

Zur Kalibrierung der ISO- und auch der NAS-Partikelzähler wurde ein Staub ausgewählt, der in ein vollsynthetisches Flugzeug-Hydrauliköl eingerührt wurde. Die-

ser ACFTD (Air Cleaner Fine Test Dust) Silizium-Staub wurde mehr als 25 Jahre verwendet, bis der Hersteller 1992 die Produktion einstellte.

Ein neuer Teststaub, der „ISO Medium Test Dust“ (ISO MTD) musste also gefunden und neu definiert werden. Dieser MTD-Staub hatte eine andere Verteilung der Partikel, deshalb musste das Kalibrierverfahren der Zähler und das Auswerteverfahren umgestellt werden. Während die alte Kalibrierung für den ACFTD-Staub die Partikelgröße als die längste Ausdehnung eines Partikels (längste Diagonale) definierte, bestimmte die mit ISO MTD erforderliche Kalibrierung den Durchmesser eines flächengleichen Kreises als Partikelgröße.

Damit sich aber die in vielen Vorschriften aufgeführten Reinheitsklassen nicht änderten, wurden die über die Diagonalen ermittelten Partikelgrößen auf die über flächengleiche Kreise berechneten Werte neu definiert. So entspricht die Anzahl der ACFTD Teststaub ermittelten Partikel von einer Größe von >5 μ m der bei der heutigen MTD-Kalibrierung gebräuchlichen Anzahl von Partikeln von >6 μ m. Die Reinheitsklasse ist dann in beiden Fällen die gleiche.

Die SAE AS4059 löst die NAS 1638 ab

Die NAS 1638 ist heute nicht mehr zeitgemäß. Bereits 1988 wurde deshalb in der „SAE“, der „Society of Automotive Engineers“ von deren Arbeitsausschuss „The Engineering Society for Advanced Mobility on Land, Sea, Air and Space International“ die erste Fassung der AS4059 (AS steht für „Aerospace Standard“) formuliert und konsequent weiterentwickelt. Heute wird daher oft von der „SAE Norm für Partikelzählung“ gesprochen, obwohl damit eigentlich die von der SAE herausgegebene AS4059 gemeint ist. Die neue Norm soll zum Jahresbeginn 2005 die NAS 1638 komplett ablösen obwohl sie noch nicht endgültig verabschiedet ist.

Die Einführung der AS4059 zur Bestimmung der Reinheitsklassen bringt entscheidende Vorteile mit sich:

- Es werden auch kleinere Partikel als die 5 μ gezählt nämlich Partikel die bis >1 μ m nach der alten NAS bzw. >4 μ m nach der AS 4059 „klein“ sind.
- Die Kalibrierung mit dem MTD-Staub für die automatische Partikelzähler wird endgültig identisch sein und ist in der ISO 11171 neu geregelt.

- Die Werte werden, wie bei der ISO, in kumulierter Form (alle Partikel >4 μ m; alle Partikel > 6 μ m) zusammengezählt.
- Es wird eine weitere Klasse „000“ mit noch höherer Reinheitsstufe eingeführt, die allerdings für den Bereich der industriellen Hydrauliköle nur bei ganz großen Partikeln erreicht werden dürfte.

Die Auswirkungen auf den WEARCHECK-Laborbericht

WEARCHECK wendet ab Anfang 2005 anstelle der alten ISO 4406:1987 die neue ISO 4406:1999 an und ersetzt die NAS 1638 durch die SAE AS4059. Dazu wird im WEARCHECK-Labor eine neue Software für die Partikelzähler installiert. Da zur Kalibrierung des Partikelzählers für die ISO- und NAS-Untersuchungsmethoden die gleichen MTD-Teststäube verwendet werden können, ändern sich auch die bereits seit 1999 definierten Partikelgrößen für die ISO-Angaben. Daher wird ab diesem Zeitpunkt für die gleiche Ölprobe nur eine Messung nötig sein, um Angaben nach ISO 4406:1999 oder nach AS4059 machen zu können.

Von der SAE liegt noch keine Verfahrensanweisung vor, wie die Reinheitsklasse nach AS4059 angegeben wird. WEARCHECK wird deshalb neben der Gesamtklasse, die sich wie bei der NAS aus der schlechtesten der 6 Klassen errechnet, auch den Wert für jede der 6 Reinheitsklassen angeben.

Dann heißt es im Laborbericht z.B. so:

Reinheitsklasse ISO 4406/1999: 18/15/9
 Reinheitsklasse SAE AS 4059: 9 – (9/8/9/9/7/6)

Bei Trendanalysen, bei denen bisher im WEARCHECK –Laborbericht die mit dem alten Teststaub ermittelten Werte nach ISO 4406 (1987) und nach NAS 1638 angegeben wurden, erscheinen die alten Werte zwar in der gleichen Spalte, allerdings mit einem * versehen. Dieser * bedeutet, dass sich die neuen Größenklassen nicht auf die alten Werte beziehen. Wenn die Anzahl der Partikel im Trendverlauf verglichen werden, können sich also wegen der neuen Berechnungsgrundlage bei gleicher Reinheitsklasse erhebliche Unterschiede ergeben.

Tabelle 2: Reinheitsklassen nach SAE AS 4059

Kalibrierung nach NAS 1638	maximal zulässige Anzahl von Partikeln pro Reinheitsklasse pro 100 ml					
	> 1 μ m	>5 μ m	>15 μ m	>25 μ m	>50 μ m	>100 μ m
Kalibrierung nach AS 4059	>4 μ m	>6 μ m	> 14 μ m	>21 μ m	> 38 μ m	>70 μ m
Größencode	A	B	C	D	E	F
Klasse 000	195	76	14	3	1	0
Klasse 00	390	152	27	5	1	0
Klasse 0	780	304	54	10	2	0
Klasse 1	1.560	609	109	20	4	1
Klasse 2	3.120	1.220	217	39	7	1
Klasse 3	6.520	2.430	432	76	13	2
Klasse 4	12.500	4.860	864	152	26	4
Klasse 5	25.000	9.730	1.730	306	53	8
Klasse 6	50.000	19.500	3.460	612	106	16
Klasse 7	100.000	38.900	6.920	1.220	212	32
Klasse 8	200.000	77.900	13.900	2.450	424	64
Klasse 9	400.000	156.000	27.700	4.900	848	128
Klasse 10	800.000	311.000	55.400	9.800	1.700	256
Klasse 11	1.600.000	623.000	111.000	19.600	3.390	512
Klasse 12	3.200.000	1.250.000	222.000	39.200	6.780	1.024

Öl Checker – eine Zeitschrift der WEARCHECK GmbH

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

 Konzept und Text:
 Hackländer, Marketing & PR, A-4600 Thalheim

 Abbildungen:
 Anneliese Zementwerke AG, Ennigerloh • Paulaner GmbH & Co. KG, München • WEARCHECK GmbH, Brannenburg

NACHGEFRAGT

Wir filtern unser Hydrauliköl permanent mit 5µ-Filtern im Nebenstrom. Unsere Partikelzählung, die wir mit einem mobilen Gerät vor Ort durchführen, weist entsprechend gute Reinheitsklassen auf. Doch wie ist zu erklären, dass in den WEARCHECK-Laborberichten die Verschleißelemente wie Eisen, Kupfer und Chrom ansteigen, obwohl die Reinheitsklassen gleichbleibend gut sind oder von Probe zu Probe sogar besser werden?

Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Werten für Verschleiß und Verunreinigungen und der Partikelzählung?

WEARCHECK:

Trotz „guter“ Reinheitsklassen, deren Werte niedriger ausfallen, als sie von den Aggregate- oder Maschinenherstellern gefordert werden, können Werte für die Verschleißelemente tatsächlich ansteigen. Dieses Phänomen tritt in der Regel dann auf, wenn solche Elemente sich vollständig im Öl in Lösung befinden. Wenn diese Verschleißpartikel z.B. nur die Größe eines Moleküls haben, sind sie nicht mehr filterbar. Bei der Schmierstoff-Analyse steigen in solchen Fällen die Verschleißwerte an, obwohl die Partikelzählung ohne Befund ist.

Für das Zusammentreffen von „niedrigen“ Reinheitsklassen bei trotzdem ansteigenden Verschleißelementen gibt es zwei mögliche Ursachen:

- Die Verschleißelemente steigen an, wenn sie als korrosiver Verschleiß von den Maschinenteilen als Reaktionsprodukte in Molekülschichten abgelöst werden. Besonders durch ein wasserhaltiges oder ein durch Alterung „sauer“ gewordenes Öl werden vorzugsweise Kupfer, Zinn, Blei und Aluminium aus den Komponenten von Buntmetall-Legierungen herausgelöst. Aber auch eisenhaltige Rostpartikel, die auf Feuchtigkeit zurückzuführen sind, können z.B. als „Flugrost“ extrem winzig sein. Diese von den Oberflächen „abgelutschten“ Partikel bleiben im Öl gelöst oder werden von Additiven so neutralisierend umhüllt, dass sie selbst durch eine Feinstfiltration im Hauptstrom mit einer Filterfeinheit von 1µ nicht mehr filterbar sind. Die Verschleißwerte steigen an. Trotz sauberem Öl liefert die Laboranalyse einen Hinweis auf einen Ölwechsel, der notwendig wird, weil die Ursache für korrosionsbedingte Verschleißpartikel auch durch beste Filtration oft nicht beseitigt werden kann.

- Typische Metalle wie Eisen, Kupfer, Chrom, Aluminium und Zinn, werden in flüssiger Form auch bei der Produktion von dauerelastischen Elementen als chemische „Netzmittel“ oder „Vulkanisationsbeschleuniger“ eingesetzt. Deswegen können Dicht- und Führungsringe, Flächen-dichtungen und Schläuche diese Bestandteile in ihrem „Gummi- oder Plastikmaterial“ enthalten. Durch synthetische Öle, VI-Zusätze oder einen erhöhten Säureanteil (TAN) können Moleküle von diesen Metallen aus den Elastomeren herausgelöst werden. Die ausgespülten Elemente bleiben im Öl gelöst und die Partikelzählung zeigt auch in diesem Fall nichts an.

Fazit: Auch ein sauberes Öl alleine löst nicht alle Probleme, die in einer Hydraulikanlage auftreten können. Die vor Ort durchgeführte Partikelzählung liefert nur einen Teil der Informationen, die für die Beurteilung von Öl und Komponenten wesentlich sind. Was hilft ein sauberes Öl, wenn das Öl so stark gealtert ist, dass saure Ölbestandteile Schläuche und Dichtungen angreifen. Erst wenn alle Analysenwerte im Zusammenhang betrachtet werden, kann eine aussagefähige Beurteilung erfolgen.

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

SEMINARE

WEARCHECK-Seminare – Praxiswissen 1:1

Die WEARCHECK-Seminare sind maßgeschneidert für Teilnehmer aus dem Instandhaltungsbereich, dem Service, der Konstruktion, dem technischen Einkauf und der Mineralölindustrie. Unsere Basis-Seminare vermitteln fundierte Grundkenntnisse. In den Aufbau-Seminaren wird das Wissen erweitert und vertieft. Die Teilnehmer lernen dabei, ihre theoretischen Kenntnisse anhand von Laborberichtsbeispielen zu überprüfen und unmittelbar in der Praxis anzuwenden.

Voraussetzung für die Teilnahme an einem Aufbau-Seminar ist der Besuch eines Basis-Seminars. Über die Hälfte unserer Teilnehmer bucht übrigens beide Veranstaltungen im Doppelpack. So ist ein optimaler Lerneffekt garantiert.

Die Basis-Seminare beinhalten folgende Themenbereiche:

- Schmierung und Schmierstoffe (Grundbegriffe, Kennwerte, Normung, Öltypen)
- Anwendungstechnik (Komponenten und Bauformen, Anforderungen an Öle)
- Ölanalysen (Probennahme, chemische und physikalische Analysemethoden und deren Aussagekraft)

Die Aufbau-Seminare vermitteln vor allem:

- Die Bewertung von Ölanalysen im Detail (Beurteilung von Verschleiß und Verunreinigungen, Warn- und Grenzwerte)
- Ölanalysen für die pro-aktive Instandhaltung (Trendbewertung, Anpassung von Ölwechselintervallen, Schadensanalyse)
- Bearbeitung ölspezifischer Reklamationen (Jeweils abgestimmt auf die spezielle Branche)
- Vorstellung von weitergehenden Analyseverfahren (sinnvolle zusätzliche Untersuchungen bei besonderen tribologischen Fragestellungen)

Vorschau Termine Frühjahr 2005

Basis-Seminare

07./08.03.05 Schmierung von Bau- und Erdbewegungsgeräten, Landmaschinen
 14./15.03.05 Schmierung von Verbrennungsmotoren
 30./31.03.05 Kraftwerkschmierung
 04./05.04.05 Getriebe und Lagerschmierung

Aufbau-Seminare

09./10.03.05 Schmierung von Bau- und Erdbewegungsgeräten, Landmaschinen
 16./17.03.05 Schmierung von Verbrennungsmotoren
 06./07.04.05 Getriebe und Lagerschmierung

Ort: WEARCHECK-Haus, Brannenburg
 Zeitrahmen: Grund- und Aufbau-seminar jeweils zwei Tage, Grundseminar mit direkt anschließendem Aufbau-Seminar also 4 Tage
 Teilnehmerzahl: bis zu ca. 15 Personen
 Teilnahmegebühr: 2 Tage € 450,-
 4 Tage € 900,- zzgl. Mehrwertsteuer

Außerdem führen wir auch individuelle, firmenspezifische Seminare in Brannenburg oder vor Ort bei Ihnen durch.

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

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