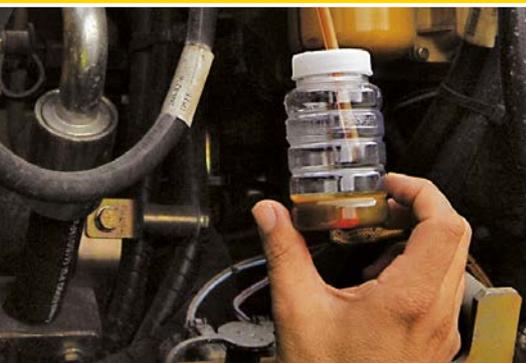




Zeppelin Öldiagnose

Einsatzbedingungen optimieren • Schäden verhindern • Kosten sparen



www.zeppelin-cat.de

ZEPPELIN 



| | |
|--|-----------|
| Z.O.D. – die Zeppelin Öl-diagnose | 4 |
| Ölzustandswerte | 8 |
| Abtriebs-elemente | 9 |
| Ölreinheit und Kraftstoffnachweis | 10 |
| Viskosität, TBN und TAN | 12 |
| Wasser- und Kühlmittelnachweis | 14 |
| Kühlmittelanalyse | 16 |
| Verschleißpartikel – Herkunft und Ursachen .. | 18 |
| Kombinationen von Verschleißpartikeln | 20 |
| Praxisnahe Analysen | 22 |

ÖL KANN VIEL ERZÄHLEN...

Z.O.D. – Zeppelin Öl Diagnose: Das Wort Diagnose kommt aus dem medizinischen Bereich. Am Anfang der Entwicklung dieser Untersuchungsmethode stand die bereits erfolgreiche Blutuntersuchungspraxis und die sich aus ihr ergebende Diagnose Pate.

Wie beim Blut, hat auch das Öl Zugang zu allen Stellen des Systems. Durch die funktionellen Abläufe an diesen Stellen findet eine Beeinflussung des Öles statt. Somit können durch Öluntersuchungen Rückschlüsse auf den Zustand eines technischen Systems gezogen werden. Dieser Gedanke war zuerst im Flugwesen Anstoß einer erfolgreichen Entwicklung.

Vor nahezu 40 Jahren haben Caterpillar und Zeppelin begonnen die Öl-diagnose auch auf Baumaschinen anzuwenden.

Heute verfügt Zeppelin über ein eigenes, umfangreich ausgestattetes Öllabor, in dem unsere speziell ausgebildeten Chemiker rund 110 000 Öl-diagnosen pro Jahr erstellen. Moderne Labortechnik, eine mächtige Datenbank und jahrzehntelange Erfahrung bilden die Grundlage für praxisorientierte Analysen mit hoher Aussagekraft.

MEHR WISSEN, WEITER KOMMEN: DIE ZEPPELIN ÖL- UND KÜHLMITTELDIAGNOSE



An Ihre Öl- und Kühlmittelproben lassen wir nur unsere eigenen Analysegeräte und speziell ausgebildete Experten.

Die Zeppelin Öl- und Kühlmitteldiagnose liefert wertvolle Informationen über den Zustand von Motor, Achsen, Getriebe, Hydraulik- und Kühlsystem jeder Baumaschine. So verhindern Sie Ausfälle und Sie können sogar Ölwechselintervalle verlängern. Ihre Maschinen arbeiten besser, leben länger und sind somit insgesamt wirtschaftlicher.

Wie in einem offenen Buch „lesen“ die Experten im Zeppelin Labor in Motor-, Getriebe-, Achs- und Hydrauliköl sowie in der Kühlflüssigkeit von Baumaschinen. Bewegt sich der Verschleiß Ihrer Maschine im normalen Rahmen? Wie sauber ist das Hydrauliköl? Wann sind Betriebsflüssigkeiten, Aggregate, Verschleißteile zu wechseln? Zeppelin Experten wissen oft mehr als alle anderen, weil nicht nur das Aggregat, aus dem die Probe stammt, sondern auch der Maschinentyp berücksichtigt werden. Es ist ein entscheidender Unterschied, ob eine Probe aus einem Mobilbagger oder einem Dozer stammt!

DIE DATENBANK, DIE IHR ÖL VERSTEHT

Zeppelin greift auf eine umfassende Datenbank zurück, die sämtliche Messwerte der letzten Jahre beinhaltet. Jede analysierte Substanz in Motor-, Getriebe- oder Hydrauliköl lässt nämlich detaillierte Aussagen über das entsprechende Aggregat und dessen Verschleißzustand zu. Die Datenbasis dafür wurde über Jahrzehnte hinweg aufgebaut. Bitte beachten Sie jedoch, dass das Erkennen von Verschleißtrends mehrfache Messungen in regelmäßigen zeitlichen Abständen voraussetzt!

ÖLTEST STATT AUSFALL

Ein Beispiel: Erhöhte Siliziumwerte im Motoröl genügen, um Ihnen sagen zu können, dass der Luftfilter und das Ansaugsystem zu überprüfen sind. Staubbedingte Motorschäden können so weitgehend vermieden werden.

CONTAMINATION CONTROL: SCHLEICHENDE HYDRAULIK-KILLER RECHTZEITIG STOPPEN

Cat achtet penibel darauf, dass alle Maschinen und Werkzeuge mit sauberstem Hydrauliköl und gründlich gereinigten Kreisläufen ausgeliefert werden. Doch in der Praxis bleibt das nicht immer so. Bereits sehr kleine Partikel im Hydrauliköl können – wegen der hohen Drücke und minimalen Fertigungstoleranzen in Hydrauliksystemen – auf Dauer große Schäden anrichten.

Deshalb können Sie auch die Partikelmenge in Ihrem Hydrauliköl durch das Zeppelin Öllabor feststellen lassen. Im Bedarfsfall ist eine neue Ölbefüllung oder das Feinfiltern Ihres Öls das Mittel der Wahl – und eine der cleversten und besten Investitionen für Ihre Maschine.



Mit rund 110 000 Öl- und Kühlmittelanalysen pro Jahr verfügt das Zeppelin Öllabor über umfangreiche Erfahrung.



Analysen im Zeppelin Labor – modernstes Equipment, ausgebildete Chemiker und kurze Reaktionszeiten

KÜHLMITTELANALYSE – SCHÜTZT INNERE WERTE

Auch eine Kühlmitteldiagnose kann in unserem Labor durchgeführt werden. Mit ihrer Hilfe werden Zustand des Kühlmittels – also dessen Siedepunkt und Frostschutzfähigkeit – und das Kühlsystem überwacht. Zugleich ist die regelmäßige Kühlmitteldiagnose wichtig, um sicherzustellen, dass die Motorteile innen vor Lochfraß und Korrosion geschützt sind.

AUSSAGEKRÄFTIGE RESULTATE RASCH ÜBERMITTELT

Das Ergebnis jeder Zeppelin Öl- und Kühlmitteldiagnose wird – auch für Nicht-Chemiker verständlich – übersichtlich und klar dargestellt und praxisorientiert interpretiert. In kritischen Fällen benachrichtigen wir Sie sofort. Darüber hinaus können Sie Ihre aktuellen Messergebnisse auch per E-Mail erhalten oder via Internet selbst abfragen (www.zeppelin-cat.de/zod).

ZEPPELIN ÖLDIAGNOSE – EINFACHE ANWENDUNG, UMFANGREICHE ANALYSEN, HOHER PRAXISNUTZEN

Für viele Betreiber von Cat Baumaschinen und Motoren ist die Zeppelin Ölanalyse schon regelmäßige Praxis. Im Rahmen unserer Serviceverträge zieht der Zeppelin Servicetechniker Proben der betreuten Maschinen. Darüberhinaus kann jedermann Probeentnahmesets bestellen und die Ölproben zur Analyse an unser Labor schicken.

Am einfachsten profitieren Sie von der Zeppelin Öldiagnose im Rahmen eines Servicevertrags. In diesem Fall entnimmt der Servicetechniker regelmäßig Ölproben und schickt sie in unser Öllabor. Natürlich können Sie auch einzelne Ölanalysen beim Zeppelin Service anfordern. Bitte wenden Sie sich dafür an Ihre Zeppelin Niederlassung oder an Ihren Zeppelin Serviceberater. Für alle Kunden, die Ölproben selbst ziehen wollen, stellen wir praktische Entnahmesets zur Verfügung.

Die Testsets beinhalten alles, was Sie für die Probeentnahme und die Rücksendung ins Zeppelin Öllabor benötigen. Alle neueren Caterpillar Baumaschinen sind mit definierten Ölentnahmestellen versehen oder lassen eine entsprechende Nachrüstung zu. Oft ist die Entnahme von Betriebsflüssigkeiten auch bei laufendem Motor möglich. Bitte klären Sie vor der Entnahme, ob Sie die spezielle Absaugpumpe für eine saubere Entnahme benötigen und bestellen Sie sie gegebenenfalls gleich mit.

DIE KLAREN VORTEILE EINER Z.O.D. AUSWERTUNG

- Optimierung der Ölwechselintervalle bei normalen bzw. guten Einsatzbedingungen können Ölwechselintervalle verlängert werden. Bei schweren Einsatzbedingungen können die Ölwechselintervalle optimal angepasst werden.
- Minimaler Verschleiß der hochwertigen Komponenten bei optimaler Nutzung der Betriebsmittel
- Ständige Kontrolle über den Zustand beispielsweise des Motors, des Getriebes, der Hydraulikanlage, der Achsen etc.
- Termine für den Einsatz der Maschine oder Reparaturen können effektiver geplant werden
- Nahende Schäden können durch regelmäßige Laboranalysen rechtzeitig erkannt werden.
- Eine vorzeitige Instandsetzung schützt vor größeren und unvorhergesehenen Schäden
- Unterstützung bei der aktuellen Fehlersuche

ÖLANALYSEN:

- ICP Emissionsspektroskopie**
Ermittlung der Abriebsmetalle, Verunreinigungen, Additive. Mineralölrestgehalt beim Umölen auf Bioöl
- FT-IR Spektroskopie**
Ermittlung der Ölzustandswerte
- Partikelzählung**
Bestimmung der Ölreinheit nach ISO 4406
- PQ Index**
Messung ferromagnetischer Bestandteile im Öl
- Viskosimeter/Viskosität**
Bestimmung der Viskosität bei 40 °C, 100 °C und des Viskositätsindex (VI)
- Wassernachweis/Wassergehalt**
Spratzprobe; Titration nach Karl Fischer
- Gas-Chromatograph**
Bestimmung Glykol- und Kraftstoffgehalt in Ölen
- Flammpunkt**
Ermittlung des Flammpunkts von Ölen oder Kraftstoffen
- TBN**
Bestimmung der Gesamtbasenzahl
- TAN**
Bestimmung der Gesamtsäurezahl

KÜHLMITTELANALYSEN:

- ICP Emissionsspektroskopie**
Ermittlung der Abriebsmetalle, Verunreinigungen und Additive
- HPLC**
Ermittlung der Kationen
- IC**
Ermittlung der Anionen
- pH-Meter**
Ermittlung des pH-Wertes
- Leitfähigkeitsmessgerät**
Ermittlung der Leitfähigkeit
- Schaumtest**
- Sicht- und Geruchskontrolle**
- Refraktometer**
Frostschutzgehalt

PROBEENTNAHMESETS UND DEREN ANALYSEUMFANG

| | 10er | 30er | 50er | Individual | |
|----------------------|----------|---------|---------|------------|--------------------|
| Set 1 | 2LZ 0513 | KX 2860 | KX 2862 | KX 2331 | Standard |
| Set 2 | 2LZ 0609 | - | - | KX 2420 | Erweiterte Analyse |
| Set 3 | - | - | - | KX 2764 | Kühlmittelanalyse |
| Zeppelin Absaugpumpe | 1u 5718 | | | | |



ZEPPELIN ABSAUGPUMPE



- Motor:** ICP, FT-IR Spektroskopie, Wassergehalt, Gas-Chromatograph, Viskosität (100° C)
- Gasmotoren:** (empfohlen Set 2) ICP, FT-IR Spektroskopie, Wassergehalt, Gas-Chromatograph, Viskosität (100 °C)
- Hydraulik:** ICP, FT-IR Spektroskopie, Wassergehalt, Partikelzählung, Gas-Chromatograph, Viskosität (100 °C)
- Biohydraulik:** (empfohlen Set 2) ICP, Wassergehalt, Partikelzählung, Gas-Chromatograph, Viskosität (100 °C)
- Getriebe:** ICP, Wassergehalt, Gas-Chromatograph, Viskosität (100 °C), FT-IR Spektroskopie, Partikelzählung
- Achsen:** ICP, Wassergehalt, PQ Index, FT-IR Spektroskopie, Viskosität (100 °C)

- Motor:** ICP, FT-IR Spektroskopie, Wassergehalt, Gas-Chromatograph, TBN, Viskosität (40 °C, 100 °C) +VI, Kraftstoffgehalt
- Gasmotoren:** ICP, FT-IR Spektroskopie, Wassergehalt, Gas-Chromatograph, TBN, TAN, Viskosität (40 °C, 100 °C) +VI
- Hydraulik:** ICP, FT-IR Spektroskopie, Wassergehalt, Partikelzählung, Gas-Chromatograph, TAN, Viskosität (40 °C, 100 °C) +VI
- Biohydraulik:** ICP, Wassergehalt, Partikelzählung, Gas-Chromatograph, TAN, Viskosität (40 °C, 100 °C) +VI
- Getriebe:** ICP, Wassergehalt, Gas-Chromatograph, TBN, Viskosität (40 °C, 100 °C) +VI, FT-IR Spektroskopie, Partikelzählung
- Achsen:** ICP, Wassergehalt, PQ Index, TBN, Viskosität (40 °C, 100 °C) +VI, FT-IR Spektroskopie
- Kühlwasser Level 2:** ICP, IC, HPLC, einschließlich Messumfang Level 1

- Kühlwasser Level 1**
Glykolkonzentration (Frostschutztemperatur)
Nitritkonzentration (Kavitationsschutz)
pH-Wert
Leitfähigkeit
Sichtkontrolle
Geruchsanalyse
Schaum

Zeppelin Absaugpumpe

ÖLZUSTANDSWERTE ALTERUNGS-CHECK FÜR IHR ÖL

UNTERSUCHUNG DER ÖLZUSTANDSWERTE

Parameter des Ölzustandes sind die Konzentrationen von Ruß, Oxidation, Nitration und Sulfation im Öl. Die zu untersuchende Ölprobe wird in eine Küvette gezogen, durch die ein Infrarotstrahl geht. Dabei wird ein Infrarot-Spektrum aufgenommen, bei dem die Absorption der IR Strahlung in Abhängigkeit von der Wellenzahl registriert wird.

Die Ergebnisse von Ruß, Oxidation, Sulfation und Nitration werden Einheitslos als UFM-Nummer angegeben. Diese wird aus der Peakfläche des spezifischen Wellenlängenbereiches ermittelt.

Je höher die Konzentration der zu untersuchenden Parameter, um so höher die Absorption der IR-Strahlung insgesamt, als auch der einzelnen Banden bei charakteristischen Wellenzahlen.

Bei den Motorenölen werden Ruß, Oxidation, Nitration und Sulfation bestimmt, wobei bei den mineralischen Hydraulikölen, Getriebeölen und Achsölen nur die Oxidation gemessen wird. Biohydrauliköle können wegen des Vorhandenseins von Estern nicht mit dem IR-Spektrometer gemessen werden. Sie sollten deshalb als Set 2 eingeschickt werden, um den Ölzustand über die Viskosität und TAN beurteilen zu können.

Aus den Ölzustandswerten können wir auch Rückschlüsse auf sinnvolle Ölwechselintervalle für besondere Anwendungen ziehen. Je nach Ergebnis kann das bedeuten, dass Sie die Ölwechsel früher oder auch später vornehmen können. Im ersten Fall erhöhen Sie damit die Maschinen-Lebensdauer, im zweiten Fall sparen Sie Kosten und Sie schonen außerdem die Umwelt.

Bestimmung der Ölzustandswerte mit dem FT-IR Spektrometer

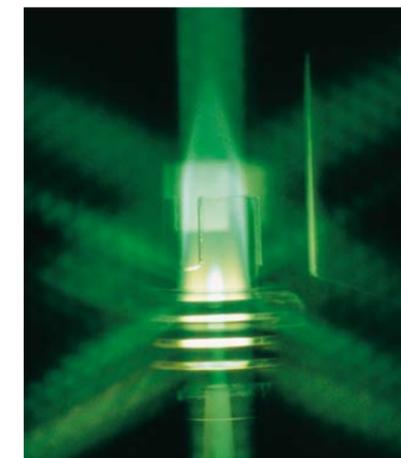


ABRIEBSELEMENTE VERSCHLEISS MINIMIEREN

UNTERSUCHUNG DER ABRIEBSELEMENTE, ADDITIVE, VERUNREINIGUNGEN UND BESTIMMUNG DES MINERALÖLRESTGEHALTES BEI DER UMÖLUNG AUF BIOHYDRAULIKÖL

Die Abriebselemente, Additive und anorganischen Verunreinigungen werden mit dem ICP-Emissions-Spektrometer ermittelt. Unter Emissionsspektren versteht man Spektren selbstleuchtender bzw. zum Leuchten angeregter Stoffe. Durch ein Argonplasma werden die Atome und Moleküle optisch angeregt und emittieren die aufgenommene Energie wieder.

ICP Emissionsspektrometer



Die Konzentration oder der Anstieg von Abriebsmetallen im Schmieröl können folgende Hinweise oder Aussagen ergeben:

■ Nahende Schäden können wir in vielen Fällen frühzeitig erkennen. Dazu verwenden wir Wear-Element-Tabellen, anhand derer wir übermäßigen Verschleiß oder Schäden erkennen und manchmal sogar orten können.

■ Ölfremde Elemente können z.B. Fremdölvermischung oder den Zutritt von sonstigen Verunreinigungen anzeigen. Zur Interpretation wird die Wear-Element-Tabelle herangezogen. Ist z.B. der Siliciumanteil zu hoch, sind Ansaugsystem und Luftfilter zu überprüfen.

■ Anstieg von Kupfer, Natrium, Kalium und Blei weist auf eine Leckage von Wärmetauschern hin. In diesem Fall wird ein Frostschutztest durchgeführt.

■ Die Abnahme von Additiv-Elementen kann zusammen mit anderen Prüfungen Auskunft über den Gebrauchtzustand geben. Folgende Additive werden untersucht: Molybdän, Natrium, Zink, Phosphor, Barium, Calcium und Magnesium.

Plasmafackel des ICP

BESTIMMUNG DES MINERALÖLRESTGEHALTES BEI DER UMÖLUNG AUF BIOHYDRAULIKÖL

Die Mineralölbestimmung beruht auf dem Konzentrationsvergleich der Additive vom Biofrischöl, dem Mineralöl und dem Mischöl. Zur genauen Bestimmung des Mineralölgehaltes sind drei Ölproben notwendig:

1. Mineralöl ist das Öl, welches in der Maschine ist und durch Bioöl ersetzt werden soll.
2. Biofrischöl ist das Öl, welches das Mineralöl ersetzen soll.
3. Mischöl ist dasjenige Öl, welches nach der Spülung im Gerät verbleibt.

ÖLREINHEIT UND KRAFTSTOFFNACHWEIS



Partikelzählung zur Bestimmung der Ölreinheit

BESTIMMUNG DER ÖLREINHEIT

Feste Verunreinigungen in Hydraulikölen, wie z.B. Staub, Rostpartikel, feiner Abrieb, führen zu unvorhergesehenen Betriebsstörungen und zu vorzeitigem Verschleiß von Bauelementen.

Sehr feinkörnige Schmutzpartikel, die mit bloßem Auge nicht sichtbar sind, können für Initialschäden verantwortlich sein, da diese wie Schmirgelleinen wirken.

Durch die technische Entwicklung sind die Spalttoleranzen immer geringer geworden. Die für den abrasiven Verschleiß und die Oberflächenermüdung verantwortliche Verschmutzung ist dadurch auch kleiner als $5\mu\text{m}$. Bei der Messung der Ölreinheit, wird jedes Partikel der durch den Sensor geführten Probe der Größe nach gezählt und der entsprechenden Größenklasse zugeordnet. Die Angabe der Ölreinheitsklassen erfolgt bei einer Partikelgröße von $> 4\mu\text{m}$, $> 6\mu\text{m}$, $> 14\mu\text{m}$. Weiterhin werden die Partikel bestimmten Klassen zugeordnet (ISO 4406).

OPTISCHE UNTERSUCHUNG MITTELS MIKROSKOP

Das Mikroskop dient der Betrachtung von sichtbarem Abrieb sowie Verunreinigungen im Öl. Die Bilder können mittels Kamera aufgenommen und archiviert werden.



Gas-Chromatographie

PQ INDEX MESSUNG

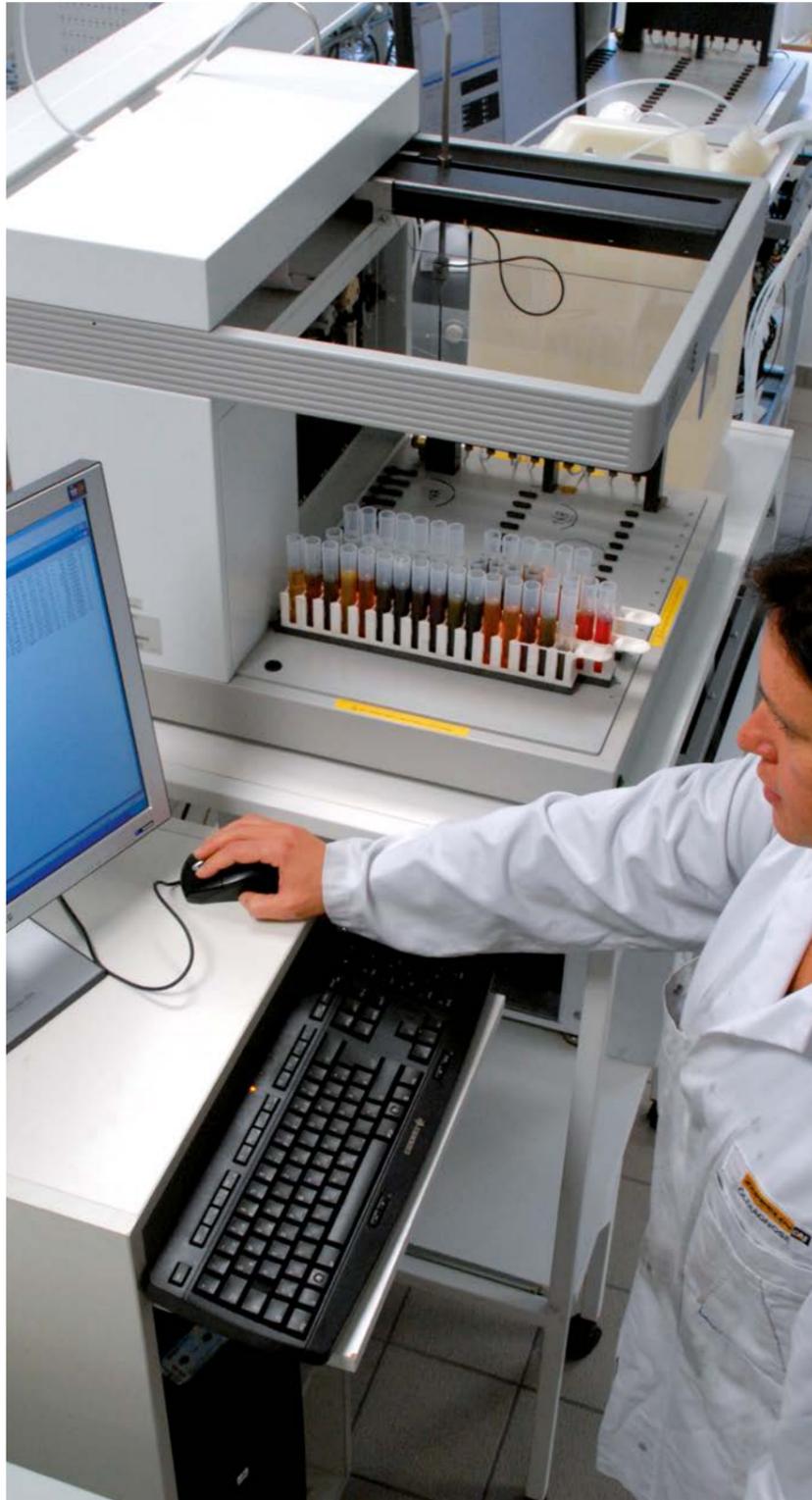
Der PQ Index gibt die ferromagnetischen Bestandteile, d.h. die Eisenkonzentration im Öl an. Die Probe wird in ein Magnetfeld geführt und die Änderung der Suszeptibilität gemessen.

KRAFTSTOFFNACHWEIS IM ÖL

Durch Undichtigkeiten im Kraftstoffsystem oder durch ungünstige Betriebszustände kann es zur Ölverdünnung durch Kraftstoff kommen.

Mit dem Gas-Chromatographen ist es möglich, den Kraftstoffgehalt im Öl und die Kraftstoffart (Diesel, Biodiesel, Benzin) zu bestimmen.

VISKOSITÄT, TBN UND TAN ÖLWECHSELINTERVALLE OPTIMIEREN



BESTIMMUNG DER VISKOSITÄT

Viskosität ist die Eigenschaft eines Stoffes seiner Formänderung bei der Einwirkung einer Scherkraft entgegenzuwirken.

Ihre absolute Höhe und ihre Veränderung in Abhängigkeit von Temperatur und Druck wird durch die Struktur der Moleküle bestimmt. Sie bestimmt das Anspringverhalten und den Leichtlauf von Motoren sowie die Schaltbarkeit von Getrieben. Sie ist wesentlich bei der Bildung wirksamer Schmierfilme sowohl nach Festigkeit wie Schmierfilmdicke. Durch die Flüssigkeitsreibung in Schmierspalten werden die mechanischen Verluste und damit die Energieverluste in bewegten Teilen beeinflusst. Um eine zufriedenstellende Schmierung zu erzielen, ist daher die richtige Auswahl und die ständige Kontrolle der Viskosität von Bedeutung.

Die Durchflusszeit durch eine Glaskapillare ist unter kontrollierten Bedingungen ein genaues Maß für den Widerstand der Formänderung beim Fließen einer Flüssigkeit. Im Z.O.D. Labor wird daher aus solchen Durchflusszeiten bei konstanten Temperaturen die Viskosität bestimmt. Es werden die Werte bei 40 °C und 100 °C gemessen und somit wird die kinematische Viskosität in mm²/sec erhalten. Aus den Viskositäten von 40 °C und 100 °C wird der Viskositätsindex (VI) bestimmt. Er ist Maßzahl für die Veränderung der Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur.

Viskosimeter

BESTIMMUNG DER TBN (TOTAL BASE NUMBER)

Während der Verbrennung von schwefelhaltigen Kraftstoffen entstehen Säuren, die durch alkalische Zusätze im Schmieröl neutralisiert werden sollen. Ob ein Öl ein ausreichend hohes Neutralisationsvermögen besitzt, kann durch die Bestimmung der TBN ermittelt werden.

Die TBN wird definiert als die Menge Perchlorsäure, angegeben in äquivalenter Menge Kaliumhydroxid in mg, die erforderlich ist, um alle alkalischen Bestandteile zu neutralisieren, die in 1 g Öl enthalten sind.

Bei Klär- und Deponiegasbetrieb können Reaktionsprodukte der im Brenngas enthaltenen Schwefel-, Chlor- und Fluorverbindungen zur Bildung starker Säuren, verbunden mit einem TBN-Abfall und einem Anstieg der Säurezahl, führen.

Sofern das Neutralisationsvermögen des Gebrauchtöles erschöpft ist, besteht die Gefahr starken korrosiven Verschleißes.

BESTIMMUNG DER TAN (TOTAL ACID NUMBER)

Die TAN gibt den Gehalt entstandener saurer Bestandteile im Schmieröl an. Sie

wird definiert als die Menge Kaliumhydroxid in mg, die zur Neutralisation der in 1 g Öl enthaltenen Säuren erforderlich ist.

Aus den Werten für Viskosität, TBN und TAN können wir auch Rückschlüsse auf sinnvolle Ölwechselintervalle für besondere Anwendungen ziehen. Je nach Ergebnis kann das bedeuten, dass Sie die Ölwechsel früher oder auch später vornehmen können. Im ersten Fall erhöhen Sie damit die Maschinen-Lebensdauer, im zweiten Fall sparen Sie Kosten und Sie schonen außerdem die Umwelt.

TBN / TAN Messung



WASSER- UND KÜHLMITTELNACHWEIS VORBEUGEN IST BESSER ALS REPARIEREN

WASSERNACHWEIS IM SCHMIERÖL

Im Schmieröl ist Wasser unerwünscht. Bei Verbrennungsmotoren ist Wasser ein Nebenprodukt, das bei der Verbrennung des Kraftstoffes entsteht, normalerweise jedoch in Form von Dampf durch das Auspuffrohr entweicht. Wasser kann bei zu tiefen Temperaturen im Kurbelgehäuse kondensieren. Geringe Mengen Wasser können im Öl gelöst sein, ohne dass dies zur Öltrübung führt. Mit steigender Öltemperatur nimmt das Lösungsvermögen von Wasser in Öl zu. Eine Öl-Wasser-Emulsion beschleunigt die Ölalterung und setzt die Schmierfähigkeit herab, Schaumbildung und Korrosion an Bauteilen werden erheblich gefördert. Bei Hydraulikölen führt die Schaumbildung zu Kavitation in der Hydraulikanlage, was zu schweren Schäden führen kann.

DIE SPRATZPROBE

Bei dieser praxisüblichen Methode werden ca. 0,5 ml Ölprobe auf eine 140 °C heiße Herdplatte aufgebracht. Ist in der Probe Wasser enthalten, wird es auf der Platte verdampft, dabei entsteht bei geringen Wasserkonzentrationen ein spratzendes Geräusch, bei höheren Wassergehalten werden kleine Öltröpfchen empor geschleudert. Auf Grund der Intensität des Spratzens kann ein Wassergehalt ab 0,1 % nachgewiesen werden.

KARL FISCHER TITRATION

Eine genau definierte Ölmenge wird in eine Heizkammer mit einer Temperatur von 120° C gegeben und das ausgedampfte Wasser wird über einen Gaskreislauf in die Karl Fischer Lösung eingeleitet. Die Wasserkonzentration wird durch coulometrische Titration ermittelt. Mit dieser Titrationsmethode können Wassergehalte ab 0,01 % nachgewiesen werden.

KÜHLWASSERNACHWEIS IM ÖL

Durch Leckagen wie beispielsweise eine undichte Zylinderkopfdichtung, Wärmetauscher oder Laufbüchsenabdichtungen kann Kühlwasser in die Schmieröle gelangen.

Ist das Öl mit Kühlmittel verunreinigt, so führt dies zu einer schnellen Verminderung der Ölqualität. Im einzelnen treten folgende Qualitätsminderungen auf:

- Viskositätsanstieg durch Ölverdickung
- Bildung von Schlamm und Ablagerungen
- Anstieg der Nitrationswerte durch Ölversäuerung

Da die meisten Kühlwasser Glykol als Frostschutzmittel enthalten, ist es möglich über die Gas-Chromatographie Kühlmittel im Öl nachzuweisen.

Die Gas-Chromatographie dient der Trennung komplexer Stoffgemische in ihre Komponenten. Dabei wird das zu untersuchende Gemisch in einem Ofen verdampft und über einen Injektor auf eine dünne Kapillarsäule injiziert. Die Trennsäule ist in einem thermisch regelbaren Ofen montiert und wird permanent von Wasserstoff als Trägergas durchströmt. Gelangt die Dampfphase des gebrauchten Motorenöls in die Trennsäule, werden die einzelnen Komponenten gasförmig vom Trägergas durch die Säule gespült. In Abhängigkeit von ihrer Struktur und der im Ofenraum herrschenden Temperatur verweilen anschließend die einzelnen Komponenten unterschiedlich lang an der Oberfläche der Säule. Dadurch werden sie ihrer Siedetemperatur entsprechend aufgetrennt. Beim Verlassen der Säule registriert ein Detektor die einzelnen Komponenten und zeichnet sie als Peak in einem Chromatogramm auf.



Spratzprobe



Gas-Chromatographie

Wasserbestimmung nach Karl Fischer



KÜHLMITTELANALYSE SCHÜTZT DAS KÜHLSYSTEM

KÜHLMITTELANALYSE

Die Kühlmitteldiagnose wird mit Hilfe von Kühlmittelanalysen ermöglicht. Durch regelmäßige Kühlmittelanalysen ist die Diagnose am aussagekräftigsten und der Zustand des Kühlmittels sowie des Kühlsystems (Lochfraß und Korrosion) werden so am besten überwacht.

EMPFOHLENE PROBEENTNAHMEINTERVALLE

Eine Kühlmittelanalyse der Level 1 alle 500 Bh durchführen.
Eine Kühlmittelanalyse der Level 2 einmal jährlich durchführen.

PLANMÄSSIGE KÜHLMITTELANALYSE LEVEL 1

Die Kühlmittelanalyse Level 1 überprüft die Eigenschaften des Kühlmittels nach:

- Glykolkonzentration (Frostschutztemperatur)
- Nitritkonzentration (Kavitationsschutz)
- pH-Wert
- Leitfähigkeit
- Sichtkontrolle
- Geruchsanalyse
- Schaumtest

PLANMÄSSIGE KÜHLMITTELANALYSE LEVEL 2

Die Kühlmittelanalyse Level 2 ist eine umfassende chemische Untersuchung des Kühlmittels und gibt neben dem Zustand des Kühlmittels auch Hinweise über den Zustand der Aggregate im Kühlkreislauf. Die Kühlmittelanalyse Level 2 beinhaltet:

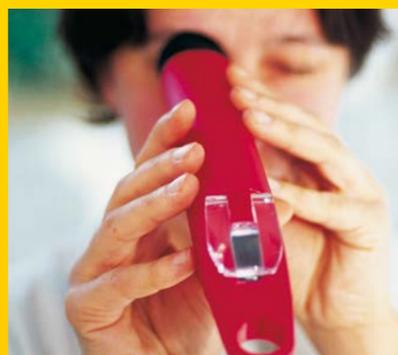
- Alle Analysen des Level 1
- Quantitative Analyse relevanter Additive zum Schutz des Kühlsystems und Motors vor Korrosion und Kavitation
- Quantitative Analyse der durch Korrosion und Kavitation gefährdeten Metalle und Lötverbindungen
- Analyse des Gefährdungspotenzials für das Kühlsystem und des Motors beispielsweise durch Überhitzung, interne chemische und physikalische Prozesse, Oxidations- und Alterungsprozesse etc.
- Empfehlungen zur Behandlung des Kühlsystems entsprechend der vorangegangenen Analytik und Interpretation zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Funktionalität.
- Qualität und Eignung des Kühlmittels und des verwendeten Wassers für die Erhaltung der Funktionalität des Kühlsystems und des Motors



Kühlmittelanalyse



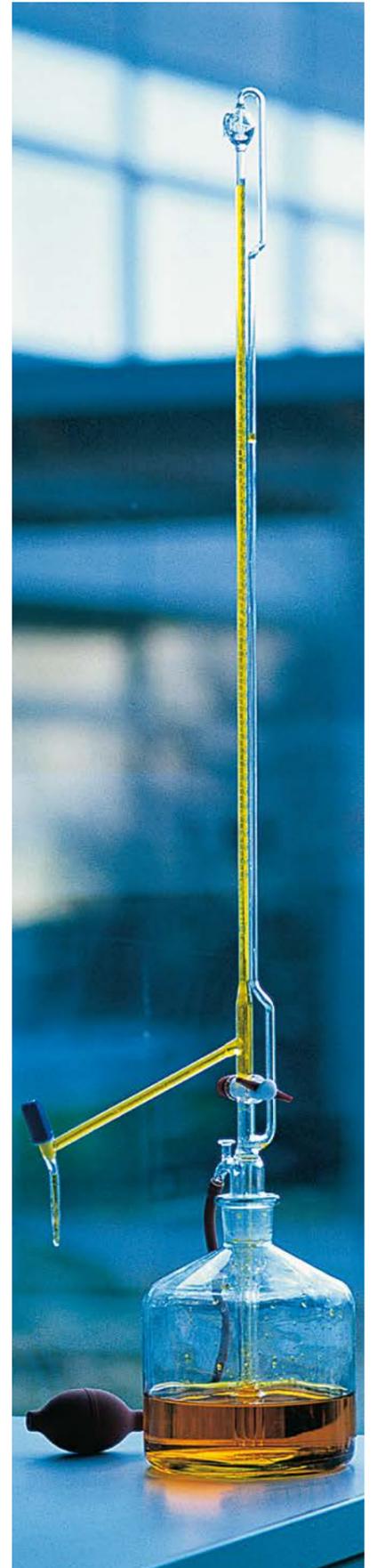
Auch bei den Kühlmittelanalysen sind regelmäßig Probeentnahmen wichtig



Bestimmung des Glykol-Gehalts im Kühlmittel



Messgerät für Leitfähigkeit und Ph-Wert



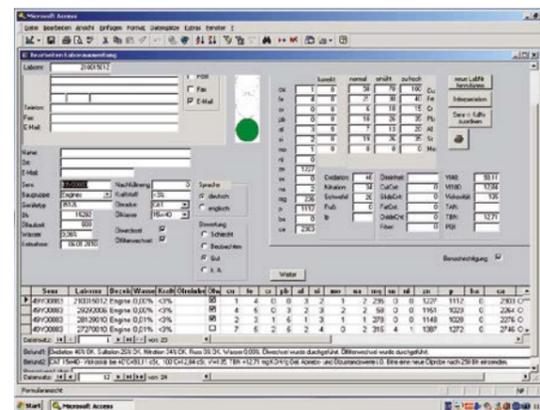
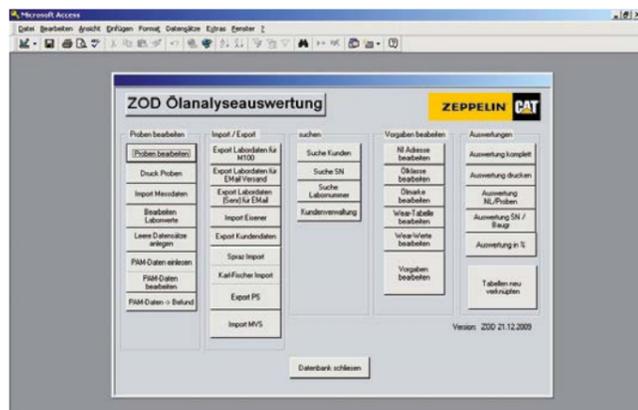
VERSCHLEISSPARTIKEL – HERKUNFT UND URSACHEN

| ELEMENT | MOTOR | GETRIEBE | HYDRAULIK | SEITENANTRIEBE ACHSPLANETENGETRIEBE | DIFFERENZIALE |
|------------------------------------|--|--|--|---|---|
| Kupfer (Cu) | <p>Öladditive (keine Schadensursache) Auslaugen von Wärmetauschern Gleitlager:</p> <ul style="list-style-type: none"> Turbolader Ölpumpe Kipphebel Kompressor KW-Anlaufscheibe Wasserpumpe Regler Kolbenbolzen Rollenstößel Einspritzpumpe Steuerräder Ölpumpenantrieb | <p>Öladditive (keine Schadensursache) Auslaugen von Wärmetauschern Gleitlager im Drehmomentwandler Reiblamellen der Gang- und Richtungskupplungen Reibscheibe der Wandler-Überbrückungskupplung (nur Sinterbronze) Reiblamellen der Lenkkupplungen und -bremsen (Sinterbronze/gemeinsamer Ölsumpf)</p> | <p>Öladditive (keine Schadensursache) Auslaugen von Wärmetauschern Gleitlager der Pumpe Druckplatten (Zahnradpumpen) Gleitschuhe und Steuerspiegel (Axialkolbenpumpen) Bronze-Anlaufplatten (Flügelzellenpumpen)</p> | <p>Öladditive (keine Schadensursache) Anlaufscheiben (Radgeräte) Bronze-Gleitlager (einige Radgeräte)</p> | <p>Öladditive (keine Schadensursache) Anlaufscheiben Bronze-Gleitlager (einige Radgeräte)</p> |
| Eisen (Fe) | <p>Zylinderlaufbuchsen Zahnräder Kurbelwelle Nockenwelle Kolbenbolzen Ölpumpe Ventiltrieb Kompressor Ventilstößel</p> | <p>Zahnräder Stahllamellen der Kupplungen Wälzlager Ölpumpengehäuse Kerbverzahnung Wellen Getriebegehäuse Lenkung/Bremsen (gemeinsamer Ölsumpf)</p> | <p>Zylinder Pumpen</p> | <p>Zahnräder Lager Kerbverzahnungen Wellen Planetenträger Gehäuse Anlaufstücke</p> | <p>Zahnräder Lager Kerbverzahnungen Wellen Gehäuse</p> |
| Chrom | <p>Wälzlager (einige) Kompressor Kolbenringe Auslaßventile Kurbelwellen (nachgeschliffen)</p> | <p>Wälzlager (einige)</p> | <p>Wälzlager (einige) Verbogene Kolbenstangen Pumpen-Laufring</p> | <p>Wälzlager (einige)</p> | <p>Wälzlager (einige)</p> |
| Aluminium (Al) | <p>Kurbelwellenlager Pleuellager Nockenwellenlager Ausgleichswellenlager Kurbelwellen-Drucklager Kipphebel-Träger Ölpumpen-Lager Steuerräder-Buchsen Kompressor Kolben Einspritzpumpen- Rollenstößel Schmutzeintritt (Ton-/Lehmboden)</p> | <p>Wandler-Pumpenrad Ölpumpenlager Schmutzeintritt (Ton-/Lehmboden)</p> | <p>Kolbenstangenbuchse Pumpengehäuse Schmutzeintritt (Ton-/Lehmboden)</p> | <p>Gleitringdichtung-Halter Lagerbuchsen aus Bronze-Alulegierung (einige Radgeräte) Schmutzeintritt (Ton-/Lehmboden)</p> | <p>Anlaufscheiben Lagerbuchsen aus Bronze-Alulegierung (einige Radgeräte) Schmutzeintritt (Ton-/Lehmboden)</p> |
| Blei (Pb) | <p>Kurbelwellenlager Pleuellager Nockenwellen-Lager Turbolader-Lager</p> | <p>Kupplungsreiblamellen (Bindemittel)</p> | <p>–</p> | <p>–</p> | <p>–</p> |
| Molybdän (Mo) | <p>Obere Kolbenringe (einige Motoren) Molybdän-Schmierfette</p> | <p>Molybdän-Schmierfette</p> | <p>Molybdän-Schmierfette</p> | <p>Molybdän-Schmierfette</p> | <p>Molybdän-Schmierfette</p> |
| Silizium (Si) | <p>Schmutzeintritt Silizium-Schmierfette Antischaum-Öladditive</p> | <p>Schmutzeintritt Silizium-Schmierfette Antischaum-Öladditive</p> | <p>Schmutzeintritt Silizium-Schmierfette Antischaum-Öladditive</p> | <p>Schmutzeintritt Silizium-Schmierfette Antischaum-Öladditive</p> | <p>Schmutzeintritt Silizium-Schmierfette Antischaum-Öladditive</p> |
| Natrium (Na) Kalium (K) | <p>Kühlsystem-Leckagen Wassereintritt Kondensation Öladditive (keine Schadensursache)</p> | <p>Kühlsystem-Leckagen Wassereintritt Kondensation Öladditive (keine Schadensursache)</p> | <p>Kühlsystem-Leckagen Wassereintritt Kondensation Öladditive (keine Schadensursache)</p> | <p>Kühlsystem-Leckagen Wassereintritt Kondensation Öladditive (keine Schadensursache)</p> | <p>Kühlsystem-Leckagen Wassereintritt Kondensation Öladditive (keine Schadensursache)</p> |

KOMBINATIONEN VON VERSCHLEISSPARTIKELN

| HAUPTLEMENT | NEBENELEMENT | POTENZIELLER VERSCHLEISS | PROBLEMBEREICH SCHADENURSACHE FOLGESCHÄDEN |
|---|---------------------------------|--|--|
| MOTOR-OBERE BEREICH | | | |
| Silizium (Schmutz) | Eisen, Chrom, Aluminium | Zylinderlaufbuchsen, Kolbenringe, Kolben | Ansaugsystem, Luftfilter, Verschmutzung |
| Eisen | Chrom, Aluminium | Zylinderlaufbuchsen, Kolbenringe, Kolben | Abnormale Betriebstemperaturen, Ölzerstörung, Verschmutzung, festsitzende/gebrochene Kolbenringe |
| Chrom | Molybdän, Aluminium | Kolbenringe, Kolben | Kompressionsdruck-Verlust, Ölverbrauch, Ölzerstörung |
| Eisen | | Zylinderlaufbuchsen, Zahnräder, Ventiltrieb | Abnormale Betriebs-Kurbelwelle Schmierölmangel, Verschmutzungen, Lagerung |
| MOTOR-UNTERER BEREICH | | | |
| Silizium | Blei, Chrom | Lagerschalen | Verschmutzungen |
| Blei | Aluminium | Lagerschalen | Schmierölmangel, Verschmutzungen im Kühl-und/oder Kraftstoffsystem |
| HYDRAULIK | | | |
| Silizium (Schmutz) Kupfer | Eisen, Chrom Eisen | Hydraulik Zylinder, Kolbenstangen Hydraulikpumpe | Verschmutzungen Ölzerstörung, Verschmutzungen |
| GETRIEBE | | | |
| Aluminium | Eisen, Kupfer | Getriebe Drehmomentwandler | Ölzerstörung, Verschmutzungen |
| Kupfer | Eisen | Kupplungsreiblamellen mit Sinterbronze-Belag | Ölzerstörung, Verschmutzungen |
| SEITENANTRIEBE, ACHSPLANETENGETRIEBE | | | |
| Silizium (Schmutz) | Eisen, Aluminium, Natrium | Zahnräder | Verschmutzungen, Aluminium (Ton- /Lehmböden), Natrium (Wasser) |
| Eisen | Chrom | Zahnräder, Lager | Falsche Vorspannung |

Die eigens von Zeppelin entwickelte Software unterstützt unsere Techniker bei der klaren Interpretation der Ölproben.



| Motor | |
|--|---|
| Fe, Cr, Al | Kolben, Kolbenringe, Zylinderlaufbuchsen. |
| Pb, Al | Lagerschalen |
| Pb, Al, Fe | Lagerschalen, Kurbelwelle |
| Na, Cu, K | Kühlmittel oder Glykol im Öl |
| Si, Fe, Cr | Verschmutzungen im oberen Motorbereich |
| Si, Fe, Al, Pb | Verschmutzungen im unteren Motorbereich |
| Cu, Pb, Ruß | Turbolader-Lager |
| Cr, Sn | Wälzlager: Ventilstößel, Wasserpumpe, Kompressor |
| Sn | Nachweis für Blei - Lagerschalenverschleiß |
| Cu, Al, Fe | Pleuelstangenauge und Kolbenbolzen |
| Fe, Cr | Gebrochene oder festsitzende Kolbenringe, Ätherstart, Betriebstemperaturen zu hoch oder zu niedrig, Ölspritzdüsen schadhaf |
| Ruß | |
| Cr, Fe | Kolbenringe, Zylinderlaufbuchsen |
| Mo, Cr, Fe | Oberer Kolbenring mit Moly-Plasma Beschichtung, Verdichtungsringe, Ölabbstreifringe und Lauffbuchsenverschleiß |
| Oxidation | |
| Cu | Hohe Spitzenwerte durch Wärmetauscher-Leckagen |
| Fe | Laufbuchsen, Zahnräder oder Ventiltrieb |
| Pb, Al | Lager |
| Al | Eigenoxidation möglich, Kolbenhemd-Verschleiß |
| Schwefel | |
| Pb | Erfahrungswert: Anstieg um einige ppm für jeweils 20% Erhöhung des Schwefelanteils |
| Schwefel und Ruß | |
| Angestrebter Wert für befriedigende Motorstandzeiten: 20 – 30% des jeweils anderen Elements (in der Regel erreicht Ruß den höheren Prozentsatz). | |
| Getriebe | |
| Fe, Cu | Kupplungs lamellen-Verschleiß (nur Reiblamellen mit Sinterbronze). Filtersiebe prüfen – sieht ähnlich aus wie Filtermaterial. |
| Al | Drehmomentwandler |
| Al, Cu, Fe | Drehmomentwandler |
| Cu | Auslaugung des Wärmetauschers |
| Cu, Na, K | Wahrscheinlich Kühlsystem-Leckage – auf (eventuell Si) Glykolgehalt prüfen. |
| Fe, Cr | Wälzlager |
| Oxidationsanstieg – verlängerte Ölwechselintervalle – Kühlmittelübertritt ins System. | |
| Auf eventuellen Ölübertritt achten. | |
| Pb = EP-Getriebeöl. | |

| Seitenantriebe / Achsplanetengetriebe | |
|---|--|
| Si, Fe, Na | bei Wassereintritt, Al in einigen Ton-/Lehmböden-Schmutzeintritt. Überwiegend bei Einsätzen auf Mülldeponien und sumpfigem Untergrund. Schmutz kann auch beim Hochdruckreinigen über die Gleitringdichtungen eindringen. Ölzusätze: Cu und/oder Pb können ansteigen. |
| Fe, Cr | Zahnräder und Wälzlager (meistens falsche Vorspannung). |
| Fe | Gleichbleibend hohe Werte weisen auf Zahnradschäden hin. Magnetstopfen auf Metallansammlungen kontrollieren. |
| Al, Cu, Fe | Bronze-Lagerbuchsen in Antriebsachsen (Ausgleichskegelräder, Planetenradachsen). |
| H2O, Fe, Na | Wassereintritt. |
| Cu, K | Ansteigender Trend: Verschleiß der Anlaufscheiben. |
| Hydraulik | |
| Cu | Kühler-/Wärmetauscher-Leckage. |
| Fe, Cr | Zylinder (plus Si = Schmutz. Auf geriefte Kolbenstangen und Schmutzansammlungen an den Abstreifringen achten). |
| Fe, Cr (kein Si) | Möglicher Pumpen- oder Motorverschleiß (Cr von den Pumpenlagern). |
| Cu, Fe, Si | Schmutzeintritt an Pumpe oder Motor (eventuell auch Cr-Anstieg). |
| Flügelzellenpumpe = Cu, Cr, Fe. | |
| Axialkolbenpumpe = Cu, Fe (Al bei Schwenkscheiben-Lagerverschleiß). | |
| Zahnradpumpe = Cu, Fe oder Al (Gehäuse). | |
| Cu, Si, Na, 6 | Eventuell Kühlsystem-Leckage. Auf Glykol prüfen. |
| Al | Eventuell Verschleiß der Schwenkscheiben-Lager bei Axialkolbenpumpen. |
| Außerdem prüfen: | |
| Anzahl der Betriebsstunden. Wurden kürzlich Reparaturen durchgeführt und/oder keine Original-Ersatzteile eingebaut? | |
| Örtliche Topografie und Geografie berücksichtigen. | |
| Verschleiß auf der gegenüberliegenden Seite prüfen. | |
| Mit Verschleißtabellen abgleichen. | |
| Hat ein Fahrerwechsel stattgefunden? | |

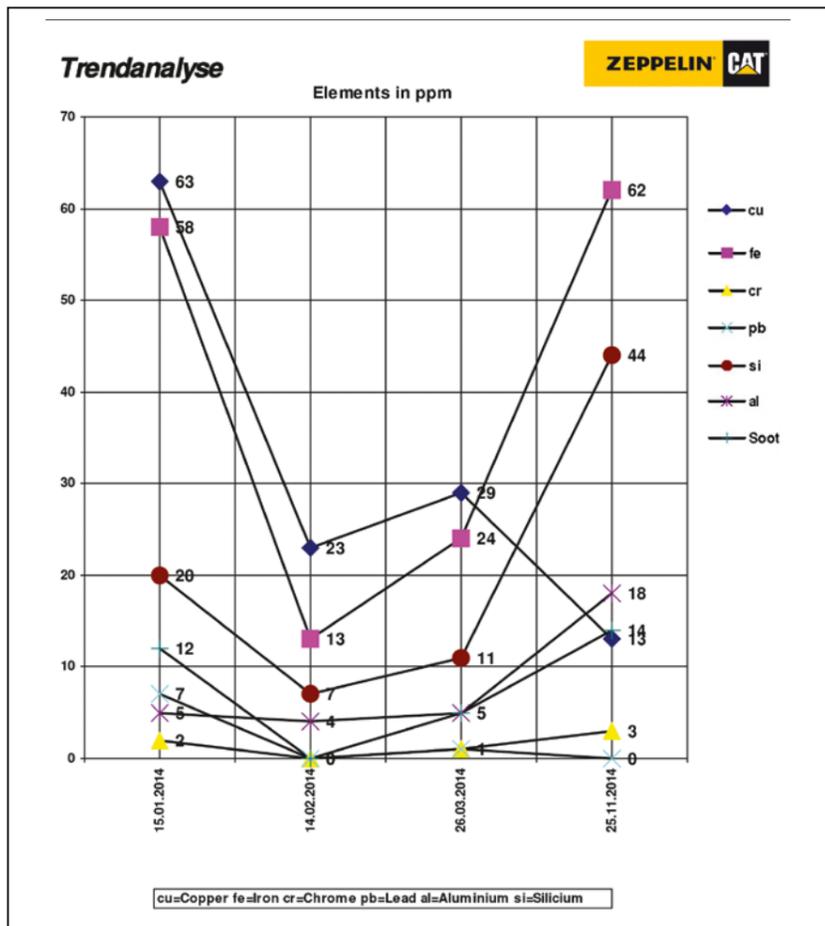
KUNDENBERICHT ZUR ÖLDIAGNOSE KOMPAKT, AUSSAGEKRÄFTIG UND PRAXISNAH INTERPRETIERT

Aus einem Laborbericht die richtigen Schlüsse zu ziehen ist manchmal selbst für Praktiker nicht ganz einfach. Ganz anders bei Zeppelin: Sie erhalten eine übersichtliche, schnell lesbare Darstellung aller relevanten Untersuchungsergebnisse mit glasklaren Handlungsempfehlungen, blitzschnell per e-mail, via Internet oder klassisch ausgedruckt.

Damit Sie sofort sehen, ob Handlungsbedarf besteht, sind unsere Laborberichte stets mit einem Ampelzeichen ausgestattet, das jeder gleich versteht: Grün bedeutet "alles in Ordnung", gelb "erhöhte Aufmerksamkeit" und rot "Alarm" und somit sofortiger Handlungsbedarf. Auch um den restlichen Bericht zu verstehen, bedarf es keines Chemiestudiums. Die Ergebnisse der aktuellen Öldiagnose werden zusammen mit den vorherigen dargestellt, damit Trends gleich offensichtlich werden. Wichtige Ergebnisse werden einfach und verständlich im Klartext interpretiert und daraus eine klare Handlungsempfehlung abgeleitet. Eine zusätzli-

che grafische Darstellung des Trendverlaufs der Abriebs-elemente zeigt ungewöhnliche Werte-entwicklungen auf den ersten Blick. Die Laborberichte erhalten Sie nicht nur in Deutsch und Englisch, sondern auch in weiteren in Europa weit verbreiteten Sprachen.

Besonderen Wert legt das Zeppelin Öllabor auf die schnelle Bereitstellung der Untersuchungsergebnisse: Die Kunden erhalten sie direkt per E-mail, können die Berichte aber auch im Internet zugangsgeschützt abrufen oder klassisch auf Papier erhalten. Muss sofort eingegriffen werden, alarmieren wir die Kunden auch telefonisch.



Übersichtliche Laborberichte mit klarer Interpretation und Handlungsempfehlungen

ZOD ÖLANALYSE

ZOD Oil Analysis

ZEPPELIN GmbH

Graf-Zeppelin-Platz 1

DE-85748 Garching



ZOD ÖLANALYSE

Die Untersuchung der Probe ergab folgendes Ergebnis:

Labornummer : 114252079

Gerätetyp: 966G

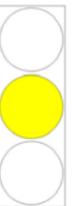
Seriennr : AWY01408

Baugruppe : Motor

Öl : CAT

Ölwechsel wurde nicht durchgeführt.

Ölfilterwechsel wurde nicht durchgeführt.



| Labor Nummer: | Entnahme: | Bh | Ölaufzeit: | Nachfüllm.: | Verschleißelemente in ppm | | | | | | Additive in ppm | | | | Sonst in ppm | | | | | |
|---------------|------------|------|------------|-------------|---------------------------|----|----|----|----|----|-----------------|-----|------|------|--------------|----|----|----|----|---|
| | | | | | CU | FE | CR | PB | AL | SI | ZN | MG | CA | P | BA | SN | NI | MO | NA | K |
| 114252079 | 08.09.2014 | 8188 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1464 | 331 | 2608 | 1300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 114241017 | 21.08.2014 | 8013 | 0 | 0 | 10 | 31 | 2 | 11 | 3 | 6 | 640 | 132 | 1076 | 520 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 213260051 | 23.08.2013 | 7021 | 0 | 0 | 13 | 12 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1333 | 280 | 2168 | 1110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 112173056 | 18.06.2012 | 6025 | 529 | 0 | 5 | 12 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1183 | 254 | 2167 | 1057 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

| Labnr.: | Verunr. in % | | Ölzustand | | | | Ölreinheit | | Viskosität in cSt | | | TAN | TBN | PQI |
|-----------|--------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-------------------|-------|-----|-------------|------|-----|
| | Kraftstoff Mineral / Bio | Wasser | Ruß | Oxidation | Sulfation | Nitration | NachISO 4406 | Ölwechsel | 40°C | 100°C | VI | in mg KOH/g | | |
| 114252079 | 4,8%/0% | <0,1% | 0 | 12 | 15 | 5 | | Nein | 11,26 | | | | | |
| 114241017 | 42,4%/14,7% | <0,1% | 1 | 31 | 25 | 8 | | Ja | 3,714 | | | | | |
| 213260051 | ---%/2,4% | 0,012% | 4 | 18 | 21 | 9 | | Ja | 110 | 11,06 | 136 | | 10,5 | |
| 112173056 | ---%/3,7% | <0,1% | 3 | 21 | 22 | 9 | | Ja | 10,69 | | | | | |

Befund zu Labornr 114252079:

Probe hat einen erhöhten Kraftstoffgehalt 4,8% ! Bitte Kraftstoffsystem und Injektoren überprüfen ! Interpretation bezogen auf normale Öllaufzeit. Viskosität bei 100°C = 11,26cSt. - noch ok. Kraftstoffgehalt ist 4,8%/0%. Öl und Ölfilter in Kürze bitte wechseln und nach 250 Bh eine neue Ölprobe einsenden.

Befund zu Labornr 114241017:

Viskosität ist viel zu niedrig ! Viskositätsverlust, Ölverdünnung durch hohen Kraftstoffgehalt 57,1% ! Bitte Kraftstoffsystem und Injektoren überprüfen ! Interpretation bezogen auf normale Öllaufzeit. Viskosität bei 100°C = 3,714cSt. Kraftstoffgehalt ist 42,4%/14,7%. Bitte eine neue Ölprobe nach 50 Bh. Einsenden.

Befund zu Labornr 213260051:

Wasser 0,012%. Interpretation bezogen auf normale Öllaufzeit. Viskosität bei 40°C = 110 cSt, Viskosität bei 100°C = 11,06cSt. VI=136. TBN = 10,5mg KOH/g Oel. Kraftstoffgehalt ist ---%/2,4%. Abriebs- und Ölzustandswerte i.O. Bitte eine neue Ölprobe nach 250 Bh. einsenden.

Befund zu Labornr 112173056:

Viskosität für 15W40 niedrig, Biokraftstoffgehalt 3,7%. Viskosität bei 100°C = 10,69cSt. Kraftstoffgehalt ist ---%/3,7%. Abriebswerte i.O. Bitte eine neue Ölprobe nach 250 Bh. einsenden.

GANZ IN IHRER NÄHE: UNSERE NIEDERLASSUNGEN



Zeppelin Baumaschinen GmbH

Graf-Zeppelin-Platz 1
85748 Garching bei München
Germany
Tel. 089 3 20 00-0
Fax 089 3 20 00-111
zeppelin-cat@zeppelin.com
www.zeppelin-cat.de

Zeppelin Österreich GmbH

Zeppelinstraße 2
2401 Fischamend bei Wien
Tel. +43 2232 790-0
Fax +43 2232 790-262
marketing@zeppelin-cat.at
www.zeppelin-cat.at

ZEPPELIN®

CAT®