

Service

ÖL- UND KÜHLMITTEL- DIAGNOSTIK, AUF DIE SIE ZÄHLEN KÖNNEN.

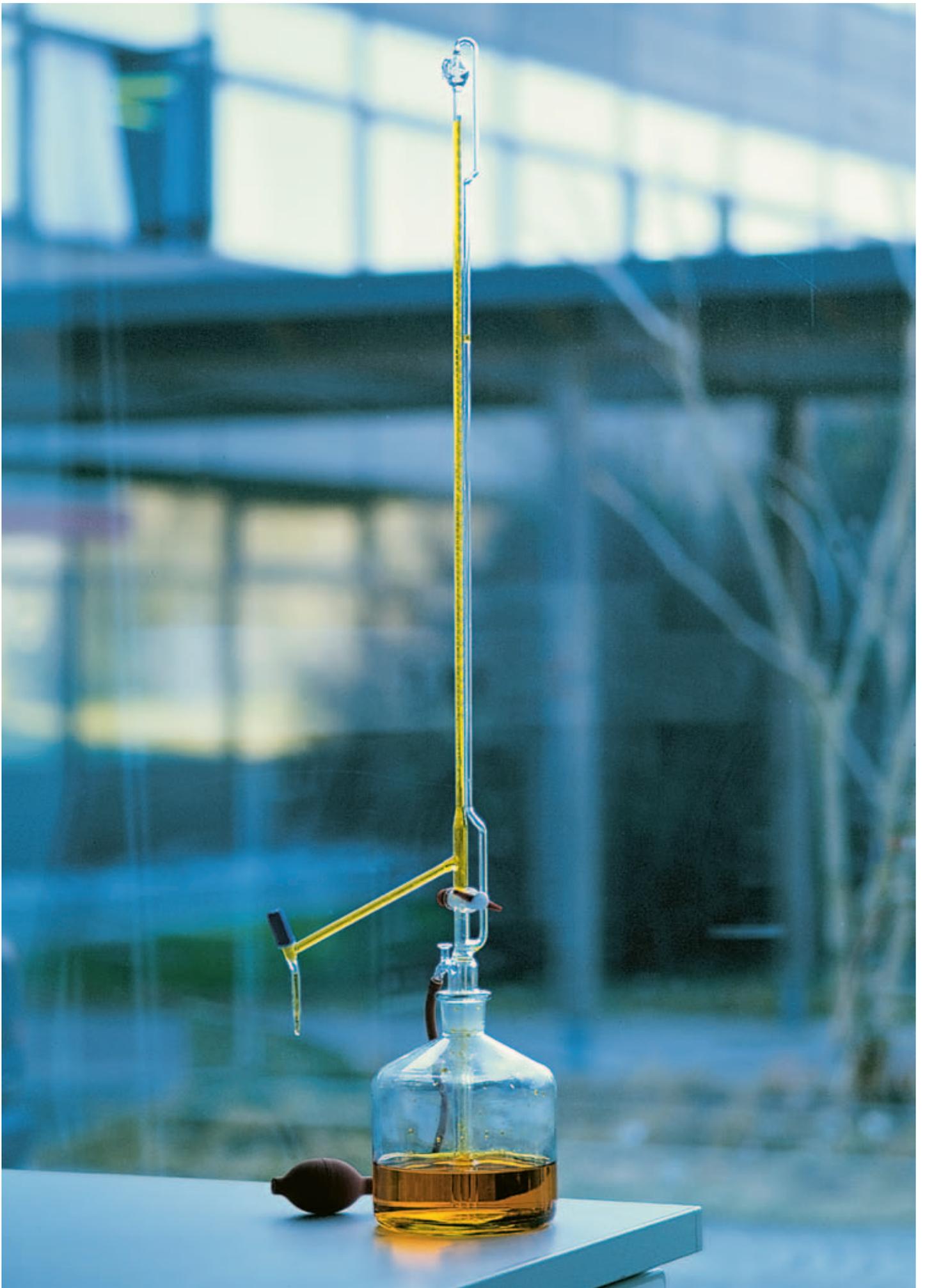


101.846
Öldiagnosen p.a.

LET'S DO THE WORK.™

ZEPPELIN[®]
Power Systems





ÖL KANN VIEL ERZÄHLEN ...

Z.O.D. – Zeppelin Öldiagnose: 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 das 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 Öldiagnose auch auf Maschinen anzuwenden.

Heute verfügt Zeppelin über ein eigenes, umfangreich ausgestattetes Öllabor, in dem unsere speziell ausgebildeten Chemiker über 100.000 Öldiagnosen pro Jahr erstellen. Moderne Labortechnik, eine mächtige Datenbank und jahrzehntelange Erfahrung bilden die Grundlage für praxisorientierte Analysen mit hoher Aussagekraft.

INHALT

Die Zeppelin Öl- und Kühlmitteldiagnose	4
Ölzustandswerte	8
Abriebelemente	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
Schmierfähigkeit des Öls im Verbrennungsmotor	22

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

Die Zeppelin Öl- und Kühlmitteldiagnose liefert wertvolle Informationen über den Zustand von Motor, Achsen, Getriebe, Hydraulik- und Kühlsystem jeder Maschine. 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 den Kühlflüssigkeiten. Bewegt sich der Verschleiß 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 wird. Es ist ein entscheidender Unterschied, ob eine Probe aus einer stationären Anwendung (z.B. BHKW) oder aus einer mobilen Anwendung oder Industriemaschine (z.B. Stromaggregat, Landmaschine) 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.





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

**Contamination Control: schleichende
Hydraulikkiller rechtzeitig stoppen**

Caterpillar 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.

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 Motorenteile innen vor Lochfraß und Korrosion geschützt sind.

Aussagekräftige Resultate, rasch übermittelt

Das Ergebnis jeder Zeppelin Öl- und Kühlmitteldiagnose wird – auch für Nichtchemiker 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).



Mit über 100.000 Öl- und Kühlmittelanalysen pro Jahr verfügt das Zeppelin Öllabor über umfangreiche Erfahrung



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

ZEPPELIN ÖLDIAGNOSE – EINFACHE ANWENDUNG, UMFANGREICHE ANALYSEN, HOHER PRAXISNUTZEN.

Für viele Betreiber von Caterpillar Maschinen und Motoren ist die Zeppelin Ölanalyse schon regelmäßige Praxis. Im Rahmen unserer Serviceverträge zieht der Zeppelin Servicetechniker Proben der betreuten Maschinen. Darüber hinaus 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. Allen 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. Neuere Maschinen 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 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

ZWECK DER ÖLANALYSEN:

- **ICP-Emissionsspektroskopie**
Ermittlung der Abriebsmetalle, Verunreinigungen, Additive und des Mineralölrestgehalts 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-Chromatographie**
Bestimmung des Glykol- und Kraftstoffgehalts in Ölen
- **Flammpunkt**
Ermittlung des Flammpunkts von Ölen oder Kraftstoffen
- **TBN**
Bestimmung der Gesamtbasenzahl
- **TAN**
Bestimmung der Gesamtsäurezahl

PROBEENTNAHMESETS UND DEREN ANALYSEUMFANG.

SET 1

Standard

Einzel, Bestellnummer KX 2331
10er-Gebinde, Bestellnummer 2LZ 0513
30er-Gebinde, Bestellnummer KX 2860
50er-Gebinde, Bestellnummer KX 2862

Motor: ICP, FT-IR-Spektroskopie, Wassergehalt, Gas-Chromatographie, Viskosität (100 °C)

Gasmotoren: (empfohlen Set 2) ICP, FT-IR-Spektroskopie, Wassergehalt, Gas-Chromatographie, Viskosität (100 °C)

Hydraulik: ICP, FT-IR-Spektroskopie, Wassergehalt, Partikelzählung, Gas-Chromatographie, Viskosität (100 °C)

Biohydraulik: (empfohlen Set 2) ICP, Wassergehalt, Partikelzählung, Gas-Chromatographie, Viskosität (100 °C)

Getriebe: ICP, Wassergehalt, Gas-Chromatographie, Viskosität (100 °C), FT-IR-Spektroskopie, Partikelzählung

Achsen: ICP, Wassergehalt, PQ-Index, FT-IR-Spektroskopie, Viskosität (100 °C)



SET 2

Für erweiterten Untersuchungsumfang

Einzel, Bestellnummer KX 2420
10er-Gebinde, Bestellnummer 2LZ 0609

Motor: ICP, FT-IR-Spektroskopie, Wassergehalt, Flammpunkt, Gas-Chromatographie, TBN, Viskosität (40 °C, 100 °C) +VI, Kraftstoffgehalt

Gasmotoren: ICP, FT-IR-Spektroskopie, Wassergehalt, Gas-Chromatographie, TBN, Viskosität (40 °C, 100 °C) +VI

Hydraulik: ICP, FT-IR-Spektroskopie,

Wassergehalt, Partikelzählung, Gas-Chromatographie, TAN, Viskosität (40 °C, 100 °C) +VI

Biohydraulik: ICP, Wassergehalt, Partikelzählung, Gas-Chromatographie, TAN, Viskosität (40 °C, 100 °C) +VI

Getriebe: ICP, Wassergehalt, Gas-Chromatographie, 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, Viskosität (100 °C)



SET 3

Nur für Kühlmittelanalyse

Einzel, Bestellnummer KX 2764

Glykolkonzentration (Frostschutztemperatur)

Nitritkonzentration (Kavitationsschutz)

pH-Wert

Leitfähigkeit

Sichtkontrolle

Geruchsanalyse



ZEPPELIN ABSAUGPUMPE

Bestellnummer 1u 5718





Bestimmung der Ölzustandswerte mit dem FT-IR-Spektrometer

ÖLZUSTANDSWERTE – ALTERUNGS-CHECK FÜR IHR ÖL.

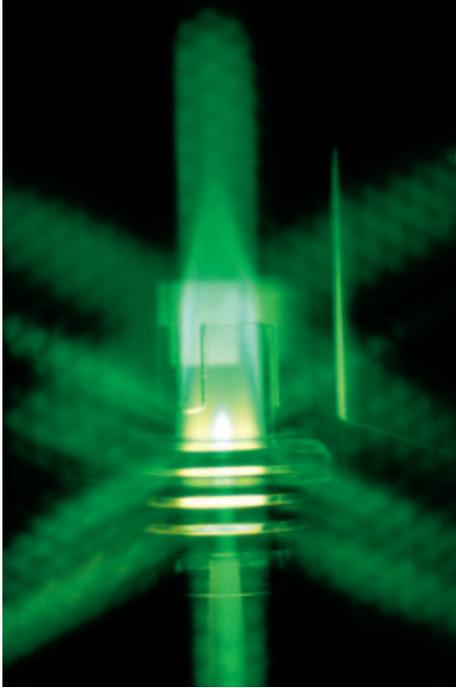
Untersuchung der Ölzustandswerte

Parameter des Ölzustands 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 Infrarotspektrum aufgenommen, bei dem die Absorption der IR-Strahlung in Abhängigkeit von der Wellenzahl registriert wird. Die quantitative Auswertung beruht auf dem Spektrenvergleich von Frischölprobe (aus einer angelegten Bibliothek) und Gebrauchtölprobe, daher ist für eine genaue Auswertung die Angabe der Ölmarke sowie der Viskositätsklasse notwendig. Je höher die Konzentration der zu untersuchenden Parameter, umso 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 (nähere Informationen finden Sie auf Seite 22), wobei bei den mineralischen Hydraulikölen 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 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.

ABRIEBSELEMENTE – VERSCHLEISS MINIMIEREN.



Plasmafackel des ICP

Untersuchung der Abriebselemente, Additive, Verunreinigungen und Bestimmung des Mineralölrestgehalts bei der Umölung auf Biohydrauliköl

Die Abriebselemente, Additive und anorganischen Verunreinigungen werden mit dem ICP-Emissionsspektrometer 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.

Die Konzentration oder der Anstieg von Abriebmetallen 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. Fremdölmischung oder den Zutritt von sonstigen Verunreinigungen anzeigen. Zur Interpretation wird die Wear-Element-Tabelle herangezogen. Ist z. B. der Siliziumanteil zu hoch, sind Ansaugsystem und Luftfilter zu überprüfen.
- Anstieg von Kupfer, Natrium 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.

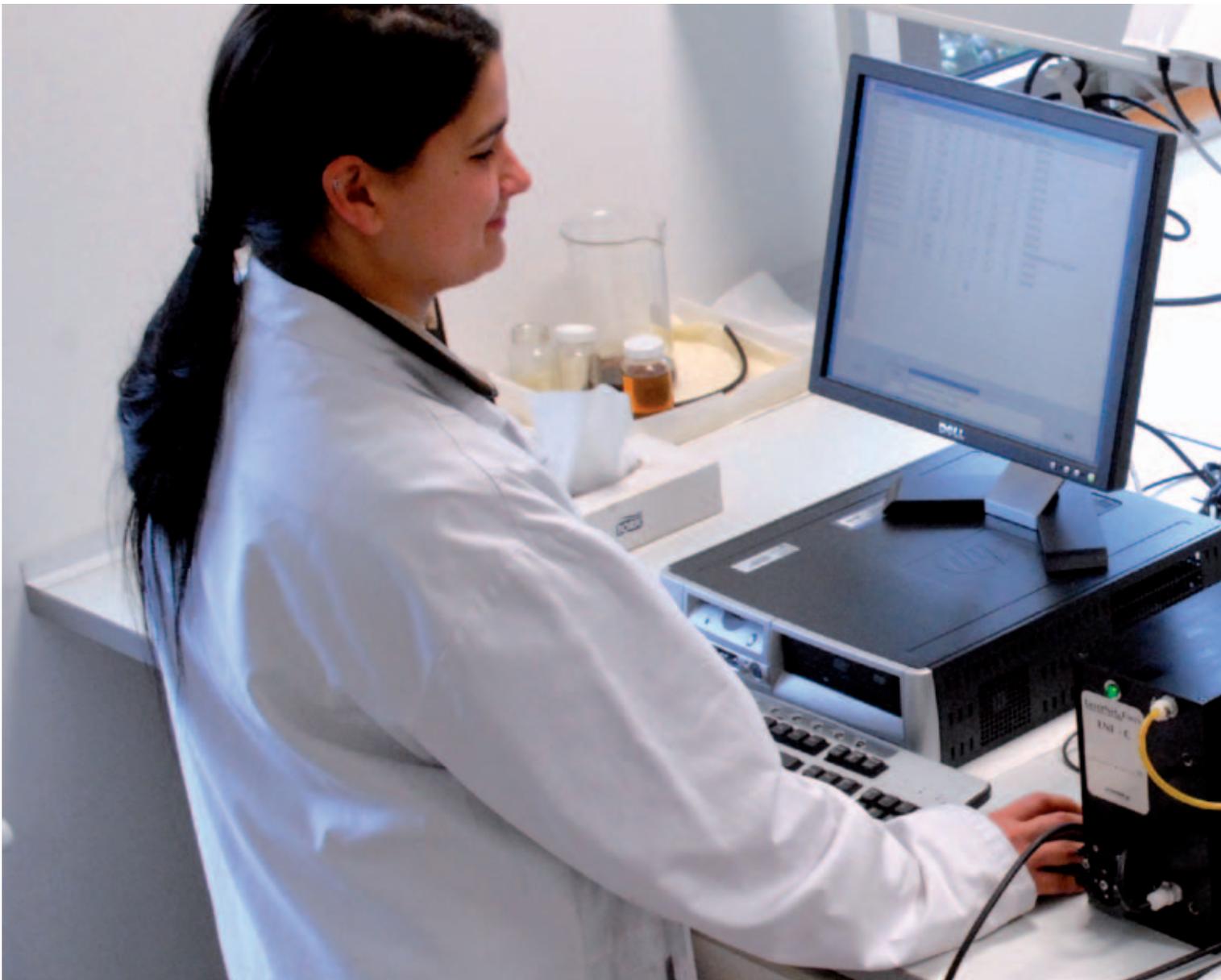
Bestimmung des Mineralölrestgehalts bei der Umölung auf Biohydrauliköl

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

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



ICP-Emissionsspektrometer



ÖLREINHEIT UND KRAFTSTOFFNACHWEIS.

BESTIMMUNG DER ÖLREINHEIT

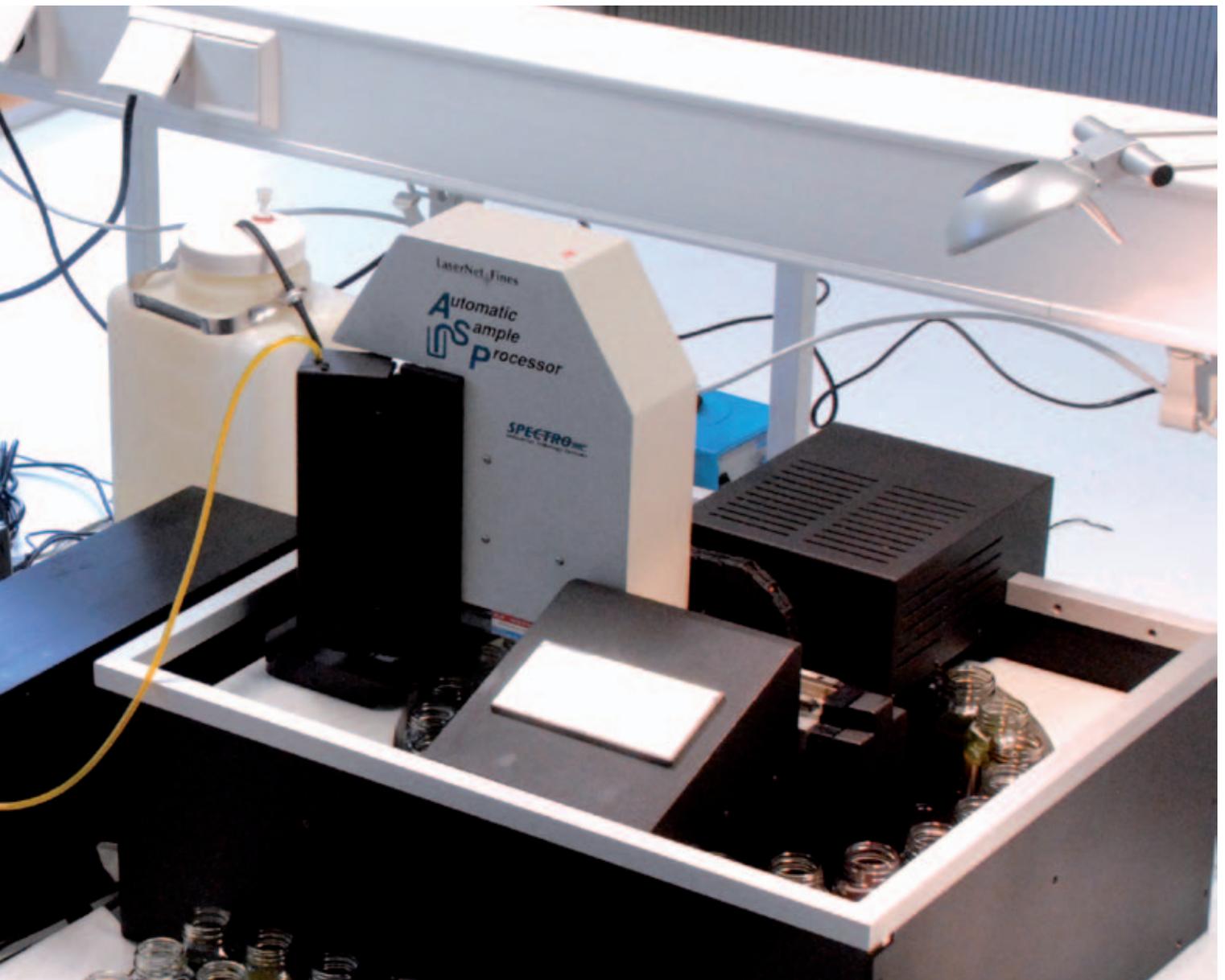
Feste Verunreinigungen in Hydraulikölen, wie z. B. Staub, Rostpartikel, feiner Abrieb, führen zu unvorhergesehenen Betriebsstörungen und zu vorzeitigem Verschleiß von Bauelementen.

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 Formen zugeordnet.

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.



Partikelzählung zur Bestimmung der Öleinheit

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. Eine kurze Beschreibung der Untersuchungsmethodik finden Sie auf Seite 14.



Gas-Chromatographie



Viskosimeter

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 Schmierspaltan werden die mechanischen Verluste und damit die Energieverluste in bewegten Teilen beeinflusst. Um eine zufriedenstellende Schmierung zu erzielen, sind 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 mm^2/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.



Bestimmung der TAN/TBN mittels Titrator (oben),
TAN-Messung (unten)

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 Gebrauchtsöls 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.

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 niedrigen 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 auf 140 °C erwärmte 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 emporgeschleudert. Auf Grund der Intensität des Spratzens kann ein Wassergehalt ab 0,1 % nachgewiesen werden.

KARL-FISCHER-TITRATION

Eine genau definierte Ölmenge wird in eine Ausheizkammer 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 Titrationmethode können Wassergehalte ab 0,01 % nachgewiesen werden.

KÜHLWASSERNACHWEIS IM ÖL

Durch Leckagen wie beispielsweise 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.

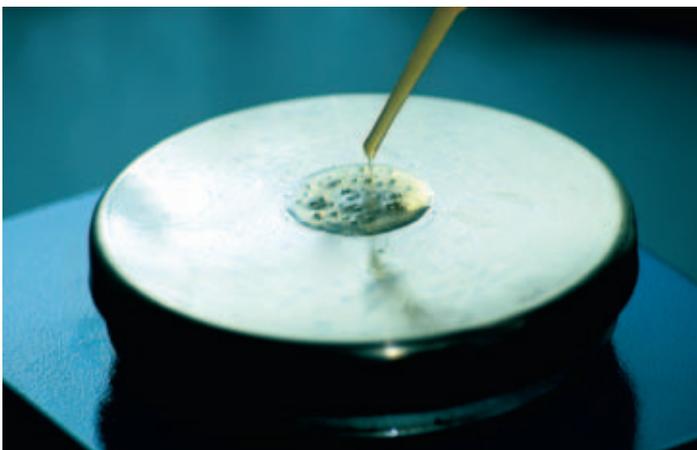
Im Einzelnen treten folgende Qualitätsminderungen auf:

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

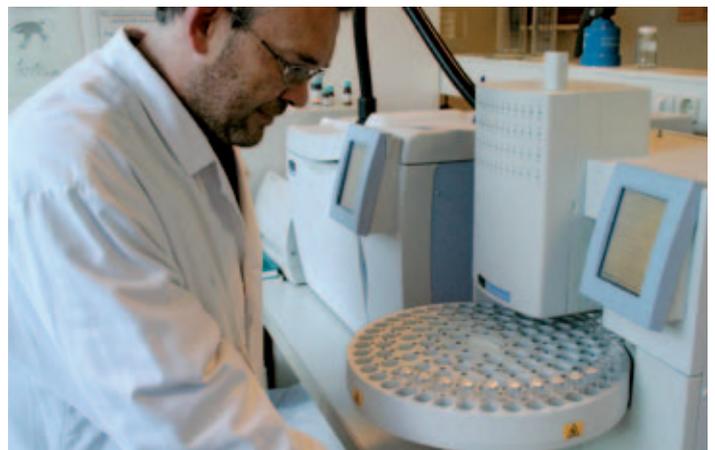
Da jedes Kühlwasser Glykol als Frostschutzmittel enthält, ist es möglich, über die Gas-Chromatographie Kühlmittel im Öl nachzuweisen. Die Gas-Chromatographie dient der Trennung komplexer Stoffgemische in ihre Komponenten.

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.



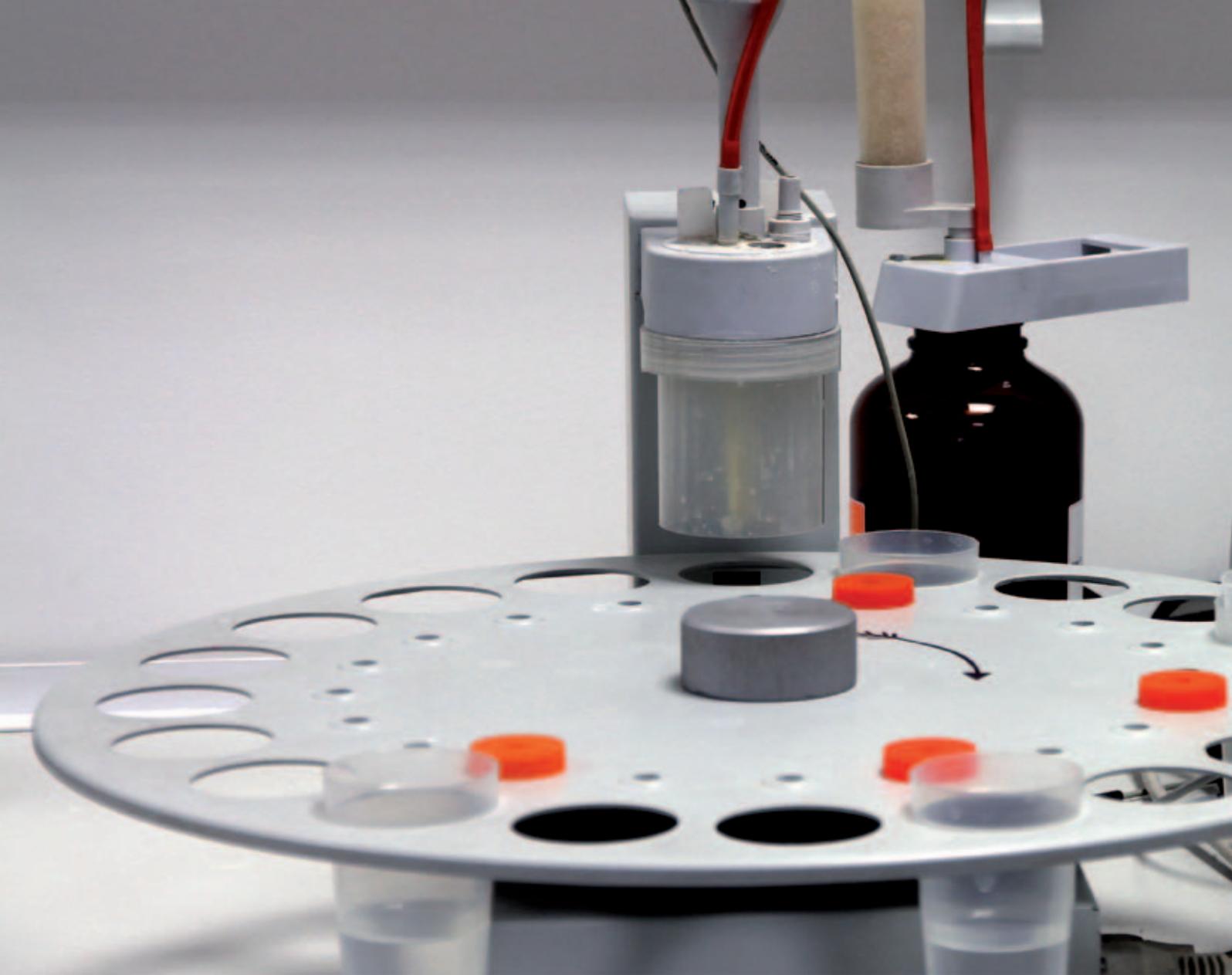
Spratzprobe



Gas-Chromatographie



Wasserbestimmung nach Karl Fischer



Bestimmung der Nitritkonzentration

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 PROBEENTNAHME-INTERVALLE

Eine Kühlmittelanalyse der Stufe 1 je nach Anwendung alle 500 Betriebsstunden durchführen. Eine Kühlmittelanalyse der Stufe 2 einmal jährlich durchführen.

PLANMÄSSIGE KÜHLMITTEL-ANALYSE: STUFE 1

Die Kühlmittelanalyse der Stufe 1 überprüft die Eigenschaften des Kühlmittels nach:

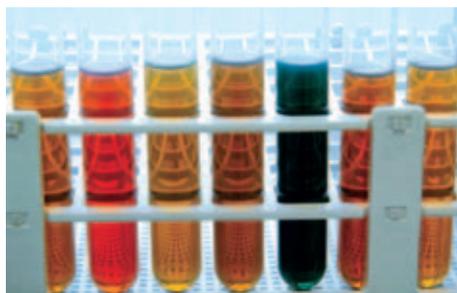
- Glykolkonzentration (Frostschutztemperatur)
- Nitritkonzentration (Kavitationsschutz)
- pH-Wert
- Leitfähigkeit
- Sicht
- Geruch

PLANMÄSSIGE KÜHLMITTEL-ANALYSE: STUFE 2

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



- alle Analysen der Stufe 1
- Identifikation der Ursache von Metallkorrosion und Verschmutzungen
- Identifikation angesammelter Verunreinigungen, die Korrosion verursachen
- Identifikation angesammelter Verunreinigungen, die Kesselstein verursachen
- Identifikation möglicher Elektrolyse im Kühlsystem des Motors
- quantitative Bestimmung aller Metalle, die durch Korrosion in Erscheinung treten können
- quantitative Bestimmung aller Korrosionsschutz-Additive



Auch bei den Kühlmittelanalysen sind regelmäßige Probeentnahmen wichtig



Bestimmung des Glykolgehalts im Kühlmittel



Messgerät für Leitfähigkeit und pH-Wert



Karl-Fischer-Hydrometer (Wasserbestimmung)

VERSCHLEISSPARTIKEL – HERKUNFT UND URSACHEN.

Übersicht

Element	Motor	Getriebe
Kupfer (Cu)	<ul style="list-style-type: none"> Öladditive (keine Schadensursache), Auslaugen von Wärmetauschern, Gleitlager: – Turbolader – Ölpumpe – Kipphebel – Kompressor – KW-Anlaufscheibe – Wasserpumpe – Regler – Kolbenbolzen – Rollenstößel – Einspritzpumpe – Steuerräder – Ölpumpenantrieb 	<ul style="list-style-type: none"> 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)
Eisen (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> Zylinderlaufbuchsen Zahnräder Kurbelwelle Nockenwelle Kolbenbolzen Ölpumpe Ventiltrieb Kompressor Ventilstößel 	<ul style="list-style-type: none"> Zahnräder Stahllamellen der Kupplungen Wälzlager Ölpumpengehäuse Kerbverzahnung Wellen Getriebegehäuse Lenkung/Bremsen (gemeinsamer Ölsumpf)
Chrom (Cr)	<ul style="list-style-type: none"> Wälzlager (einige) Kompressor Kolbenringe Auslassventile Kurbelwellen (nachgeschliffen) 	<ul style="list-style-type: none"> Wälzlager (einige)
Aluminium (Al)	<ul style="list-style-type: none"> Kurbelwellenlager Pleuellager Nockenwellenlager Ausgleichswellenlager Kurbelwellen-Drucklager Kipphebelträger Ölpumpenlager Steuerräder-Buchsen Kompressor Kolben Einspritzpumpen-Rollenstößel Schmutzeintritt (Ton-/Lehmboden) 	<ul style="list-style-type: none"> Wandler-Pumpenrad Ölpumpenlager Schmutzeintritt (Ton-/Lehmboden)
Blei (Pb)	<ul style="list-style-type: none"> Kurbelwellenlager Pleuellager Nockenwellenlager Turboladerlager 	<ul style="list-style-type: none"> Kupplungsreiblamellen (Bindemittel)
Molybdän (Mo)	<ul style="list-style-type: none"> Obere Kolbenringe (einige Motoren) Molybdän-Schmierfette 	<ul style="list-style-type: none"> Molybdän-Schmierfette
Silizium (Si)	<ul style="list-style-type: none"> Schmutzeintritt Silizium-Schmierfette Antischaum-Öladditive 	<ul style="list-style-type: none"> Schmutzeintritt Silizium-Schmierfette Antischaum-Öladditive
Natrium (Na)	<ul style="list-style-type: none"> Kühlsystem-Leckagen Wassereintritt Kondensation Öladditive (keine Schadensursache) 	<ul style="list-style-type: none"> Kühlsystem-Leckagen Wassereintritt Kondensation Öladditive (keine Schadensursache)

Hydraulik	Seitenantriebe, Achsplanetengetriebe	Differenziale
Öladditive (keine Schadensursache) Auslaugen von Wärmetauschern Gleitlager der Pumpe Druckplatten (Zahnradpumpen) Gleitschuhe und Steuerspiegel (Axialkolbenpumpen) Bronze-Anlaufplatten (Flügelzellenpumpen)	Öladditive (keine Schadensursache) Anlaufscheiben (Radgeräte) Bronze-Gleitlager (einige Radgeräte)	Öladditive (keine Schadensursache) Anlaufscheiben Bronze-Gleitlager (einige Radgeräte)
Zylinder Pumpen	Zahnräder Lager Kerbverzahnungen Wellen Planetenträger Gehäuse Anlaufstücke	Zahnräder Lager Kerbverzahnungen Wellen Gehäuse
Wälzlager (einige) Verbogene Kolbenstangen Pumpen-Laufring	Wälzlager (einige)	Wälzlager (einige)
Kolbenstangenbuchse Pumpengehäuse	Gleitringdichtungshalter Lagerbuchsen aus Bronze-Alu-Legierung (einige Radgeräte)	Anlaufscheiben Lagerbuchsen aus Bronze-Alu-Legierung (einige Radgeräte)
Schmutzeintritt (Ton-/Lehmboden)	Schmutzeintritt (Ton-/Lehmboden)	Schmutzeintritt (Ton-/Lehmboden)
–	–	–
Molybdän-Schmierfette	Molybdän-Schmierfette	Molybdän-Schmierfette
Schmutzeintritt Silizium-Schmierfette Antischaum-Öladditive	Schmutzeintritt Silizium-Schmierfette Antischaum-Öladditive	Schmutzeintritt Silizium-Schmierfette Antischaum-Öladditive
Kühlsystem-Leckagen Wassereintritt Kondensation Öladditive (keine Schadensursache)	Kühlsystem-Leckagen Wassereintritt Kondensation Öladditive (keine Schadensursache)	Kühlsystem-Leckagen Wassereintritt Kondensation Öladditive (keine Schadensursache)

Motor

Fe, Cr, Al	Kolben, Kolbenringe, Zylinderlaufbuchsen
Pb, Al	Lagerschalen
Pb, Al, Fe	Lagerschalen, Kurbelwelle
Na, Cu	Kühlmittel oder Glykol im Öl
Si, Fe, Cr	Verschmutzungen im oberen Motorbereich
Si, Fe, Al, Pb	Verschmutzungen im unteren Motorbereich
Cu, Pb, Ruß	Turboladerlager
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-Plasmabeschichtung, Verdichtungsringe, Ölabbstreifringe und Laufbuchsenverschleiß

Oxidation

Cu	Hohe Spitzenwerte durch Wärmetauscher-Leckagen
Fe	Laufbuchsen, Zahnräder oder Ventiltrieb
Pb, Al	Lager
Al	Eigenoxidation möglich, Kolbenhemdverschleiß

Schwefel

Pb	Erfahrungswert: Anstieg um einige ppm bei 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	Kupplungslamellenverschleiß (nur Reiblamellen mit Sinterbronze); Filtersiebe prüfen – sieht ähnlich aus wie Filtermaterial
Al	Drehmomentwandler
Al, Cu, Fe	Drehmomentwandler
Cu	Auslaugung des Wärmetauschers
Cu, Na	Wahrscheinlich Kühlsystem-Leckage – auf Glykolgehalt prüfen
(eventuell Si)	Wälzlager
Fe, Cr	Wälzlager

Oxidationsanstieg, verlängerte Ölwechselintervalle, Kühlmittel-übertritt 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

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?

Al, Cu, Fe	Bronze-Lagerbuchsen in Antriebsachsen (Ausgleichskegelräder, Planetenradachsen)
H ₂ O, Fe, Na	Wassereintritt
Cu	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 Schwenkscheibenlagerverschleiß)
Zahnradpumpe = Cu, Fe oder Al (Gehäuse)

Cu, Si, Na	Eventuell Kühlsystem-Leckage – auf Glykol prüfen
Al	Eventuell Verschleiß der Schwenkscheibenlager bei Axialkolbenpumpen

SCHMIERFÄHIGKEIT DES ÖLS IM VERBRENNUNGSMOTOR.

Alle Bestandteile des Öls, die mit dem Verbrennungsvorgang in Berührung kommen, werden chemisch mehr oder weniger verändert. Dies wirkt sich negativ auf die Schmierfähigkeit und die Korrosionsschutzeigenschaften des Öls aus. Die wichtigsten Veränderungen werden durch die Ölzustandswerte erfasst. Zur Gesamtbeurteilung der Gebrauchsfähigkeit des Öls müssen neben den Ölzustandswerten noch die Ergebnisse der Verschleißanalyse und andere Untersuchungen berücksichtigt werden. Außerdem sind bei der Beurteilung noch die Öllaufzeit und die Nachfüllmenge von Bedeutung.

RUSS

Die unvollständige Verbrennung von Kraftstoff führt zur Bildung von Ruß, der dann teilweise ins Öl gelangt. Ruß beeinflusst die Öleigenschaften negativ und kann bei größeren Mengen zur Verstopfung von Filtern und Leitungen führen. Daher besitzt jedes Motorenöl Dispergiermittel, die den Ruß in Schwebelage halten. Die Rußmenge sollte die Kapazität der Dispergiermittel nicht überschreiten.

Ursachen erhöhter Rußbildung bei Caterpillar Motoren

- Falsche Einspritzmengeneinstellung
- Schlechte Funktion der Einspritzdüsen
- Schadhafter Turbolader
- Verstopfte Luftfilter
- Erhöhte Blowby-Werte
- Falsche Steuerzeiten
- Ungünstiger Motorbetrieb
(z. B. ständig volle Beschleunigung, starke Überlastung)

Folgen der Rußbildung

- Vermindert die Schmierwirkung des Öls
- Vergrößert den Abrieb, wenn die Kapazität des Dispergiermittels erschöpft ist und eine Zusammenlagerung der Rußpartikel möglich wird
- Verstopft aus gleichem Grund die Filter
- Ablagerungen an Kolben entstehen
- Erhöhter Verschleiß in Zylinderlaufbuchsen
- Erhöhter Ölverbrauch

Nutzen der Bestimmung des Rußgehalts

- Korrekte Festlegung der Ölwechselintervalle; in Verbindung mit der Verschleißpartikel-Analyse kann der optimale Wechselzeitraum ausgewählt werden
- Lässt sich zur Leistungsdiagnose einsetzen
- Kann als Indikator für die Maschinenbeanspruchung zur Kostenkontrolle herangezogen werden

OXIDATION

Zur Oxidation von Schmieröl kommt es, wenn dieses der Einwirkung von Verbrennungsbedingungen (Hitze, Wasser, Säure, feste Verunreinigungen) und metallischen Katalysatoren ausgesetzt wird. Ein durch Oxidation geschädigtes Öl verliert mehr oder weniger seine Schmier-eigenschaften, wird dickflüssiger und bildet Harze aus. Die Oxidation ist die Haupteigenschaft der sogenannten Ölalterung. Sie tritt bei Dieselmotoren, Gasmotoren und Hydraulikanlagen auf.

Ursachen der Oxidation

- Betrieb bei hohen Umgebungstemperaturen
- Zu hohe Betriebstemperaturen durch defekte oder falsche Kühlwasserthermostate oder Motorüberlastung
- Überzogene Ölwechselintervalle
- Hohe Abriebswerte
- Verunreinigungen durch Wasser und Glykol

Folgen der Oxidation

- Verminderte Schmierfähigkeit des Öls
- Erhöhung der Ölviskosität
- Verstopfen der Ölfilter
- Bildung von Kolbenablagerungen
- Festbrennen der Kolbenringe

Nutzen der Bestimmung der Oxidation

- Korrekte Festlegung der Ölwechselintervalle in Verbindung mit der Verschleißanalyse
- Mögliche Indikation von überhöhten Betriebstemperaturen, Lufteintritt und/oder überzogenen Ölwechselintervallen



NITRATION

Über die bei der Verbrennung entstehenden Stickoxide aus Luftstickstoff entstehen im Öl organische, sauerstoffhaltige Stickstoffverbindungen, die im IR-Spektrum angezeigt werden. Sie haben auf das Öl eine ähnliche Wirkung wie die Oxidationsprodukte und tragen ebenfalls zur Ölalterung bei. Nitration tritt bei Diesel-, Benzin- und Gasmotoren auf.

Ursachen der Nitration

1. Immer dann, wenn beim Betrieb NO_x entsteht:
 - besonders bei Benzin- und Gasmotoren
 - bei falscher Zündeneinstellung
 - bei kraftstoffarmen Verbrennungsgemischen
2. Erhöhte Blowby-Werte

Folgen der Nitration

- Verminderung der Schmierfähigkeit des Öls
- Erhöhung seiner Viskosität
- Ölfilterverstopfung
- Bildung von Ablagerungen
- Beitrag zur Korrosion

Nutzen der Bestimmung der Nitration

- Aussage über den noch vorhandenen Nitrationsschutz im Öl
- Hinweise über Nieder- oder Hochtemperaturbetrieb des Verbrennungsmotors
- Zusammen mit anderen Analysewerten der IR-Analyse und der Verschleißanalyse lassen sich Ölwechselzeiten genau bestimmen

SULFATION

Sulfation ist die Bildung von Schwefeloxiden aus Schwefelverbindungen beim Verbrennungsprozess im Motor. Mit dem dort ebenfalls entstehenden Wasser bildet das Schwefeltrioxid die starke Schwefelsäure.

Ursachen der Sulfation

- Die wichtigste Schwefelquelle ist der Schwefelgehalt im Kraftstoff
- Niedrige Betriebstemperaturen fördern den Anteil an entstehendem Schwefeltrioxid
- Durch hohe Luftfeuchtigkeit und Wasserkondensat im Kurbelgehäuse wird die Schwefelsäurebildung begünstigt
- Erhöhte Blowby-Werte
- Zu geringer Gehalt an basischem Additiv (TBN) im Öl im Vergleich zu den entstehenden Schwefeloxiden

Folgen der Sulfation

- Die Schwefelsäure greift Metalloberflächen von Ventilen, Kolbenringen und Zylinderlaufbuchsen an
- Die Schwefelsäure reagiert mit verschiedenen Additiven und vernichtet sie; es erfolgt auch Schlamm Bildung im Öl

Nutzen der Bestimmung der Sulfation

- Die Bestimmung ist ein direktes Maß für den bereits erfolgten Verbrauch an Schutzadditiv
- Sie sagt indirekt etwas über den Schwefelgehalt des Kraftstoffes aus
- Sie zeigt indirekt an, dass der Motor mit zu niedrigen Temperaturen betrieben wird

SERVICE, AUF DEN SIE ZÄHLEN KÖNNEN.

8.760 STUNDEN IM JAHR FÜR SIE DA.

Wir bieten Ihnen Service aus einer Hand:

- Kompetente Beratung
- Maßgeschneiderte Inspektions- und Wartungskonzepte
- 100% Wartungsdokumentation
- Umfassende Zustandsanalysen zur Vorbeugung und Früherkennung

Flächendeckender Service für höchste Verfügbarkeit:

- Über 40 Standorte in Deutschland
- 1.200 Servicefahrzeuge im Einsatz
- Spezialisierte Power Systems Servicestützpunkte – eigene Serviceflotte
- 24/7-Service, deutschlandweit
- Weltweites Caterpillar Händlernetz



● NIEDERLASSUNG SERVICE CENTER

● Motoreninstandsetzung

● Niederlassung Zeppelin Baumaschinen

LET'S DO THE WORK.™

ZEPPELIN POWER SYSTEMS GMBH

Hamburg

Ruhrstraße 158
D-22761 Hamburg
Telefon +49 40 853151-0
Fax +49 40 853151-39
E-Mail zps.hamburg@zeppelin.com

Achim

Zeppelinstraße 2a
D-28832 Achim
Telefon +49 4202 9146-0
Fax +49 4202 9146-160
E-Mail zps.achim@zeppelin.com

Hamburg

Kundendienst +49 40 853151-15
Ersatzteildisposition +49 40 853151-94

Leipzig

Kundendienst +49 34207 79-244
Ersatzteildisposition +49 34207 79-210

Köln

Kundendienst +49 2203 929-148
Ersatzteildisposition +49 2203 929-131

München

Kundendienst +49 89 32197-500
Ersatzteildisposition +49 89 32197-505

www.zeppelin-powersystems.com

ZEPPELIN®
Power Systems

