



Applikationsnotiz AN M57

Analyse von Gebrauchttölen und Schmierstoffen mittels FTIR: Ein Überblick

FTIR ist eine einfache Methode, um Verdünnung, Zersetzung oder illegale Zusatzstoffe in jeder Art von Öl zu erkennen.

Die Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie nutzt die Wechselwirkung von Infrarotstrahlung mit Materie. Dies liefert wertvolle molekulare Informationen und ermöglicht die Identifizierung von Stoffen in wenigen Sekunden, ohne Verbrauchsmaterialien oder zusätzliche Chemikalien.

Im Allgemeinen kann die Infrarotspektroskopie fast universell und somit natürlich auch für die Analyse von Ölen und Schmierstoffen eingesetzt werden. Als Methode hat FT-IR weite Verbreitung in der Petrochemie gefunden und wird von der Automobilindustrie, Bohrunternehmen, offiziellen Behörden und sogar in der Formel 1 eingesetzt.

Warum Schmieröle direkt im Einsatz testen?

Um die Leistung eines Schmierstoffes beurteilen zu können, ist eine Prüfung und Diagnose von in Betrieb befindlichen Ölen erforderlich. Dies ist besonders wichtig, um die Lebensdauer des Motors zu verlängern und plötzliche Schäden am Motor zu vermeiden.

Schmieröle reduzieren Reibung und schützen die beweglichen Teile des Motors vor Verschleiß und Korrosion. Bei Dieselmotoren muss das Öl außerdem Rußpartikel aus der unvollständigen Kraftstoffverbrennung suspendieren, um Ablagerungen zu vermeiden. Wenn der Schmierstoff gesättigt ist, sinkt die Leistung deutlich.

Die Analyse von Betriebsölen liefert auch Informationen über motorbezogene Funktionen zur Identifizierung von Komponentenausfällen oder schädlichen Betriebsbedingungen.

Vorteile von FT-IR bei der Gebrauchttölanalyse

Zum einen haben die niedrigen Kosten moderner FT-IR-Systeme zusammen mit der Eigenschaft, schnell qualitativ hochwertige Daten zu erhalten, diese Technik sehr attraktiv gemacht.

Insbesondere in der Routineanalytik besteht ein großer Bedarf an schnellen und unkomplizierten Testverfahren. FT-IR hat schon lange damit begonnen, verschiedene zeit- aufwändige und langwierige traditionelle nasschemische und physikalische Analysemethoden zu ersetzen.



Abbildung 1: ALPHA II FT-IR-Spektrometer (links) für die Ölanalyse und Autosampler AIM3300 (rechts) mit Ölfラスchen bestückt.

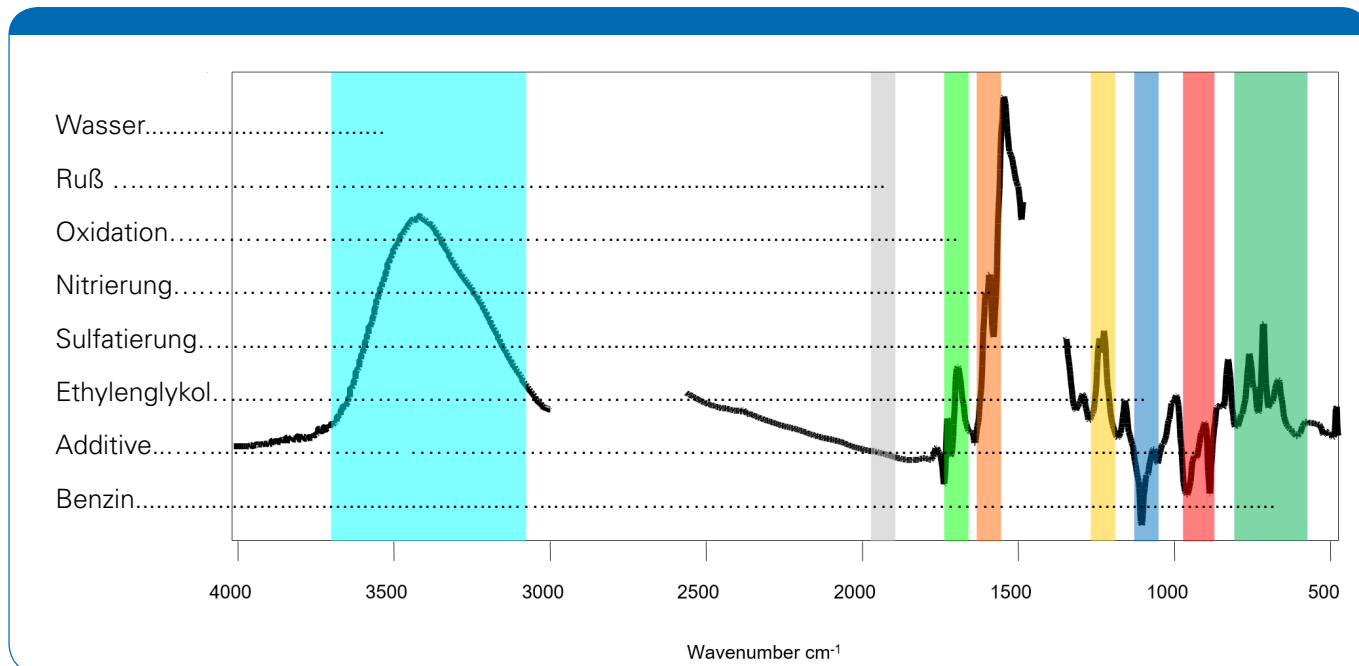


Abbildung 2: Das obige Spektrum zeigt das Differenzspektrum eines Altöls gegenüber einer Neuölreferenz. Die (markierten) Bereiche werden für die Bestimmung der relevanten Verbindungen verwendet.

Daher hat die ASTM eine Standardpraxis E2412 mit dem Titel "Standard Practice for Condition Monitoring of Used Lubricants by Trend Analysis Using Fourier-Transform Infrared (FT-IR) Spectrometry" angenommen, die die zunehmende Anwendung der FT-IR-Spektroskopie in diesem Bereich veranschaulicht.

Die Möglichkeiten der FT-IR-Spektroskopie

Abbildung 2 gibt einen Überblick darüber, wo genau Sie die Informationen finden, die Sie aus einem FT-IR-Spektrum von Altöl gewinnen können. Die Farben markieren den Spektralbereich von z.B. Wasserbändern (ca. 3500 cm^{-1}) oder Oxidationsprodukten (ca. 1700 cm^{-1}).

Es ist offensichtlich, dass die chemischen Informationen auch in Mischungen unterschieden werden können, da auch die spektralen Eigenschaften klar voneinander getrennt sind.

Warum FT-IR so einfach anzuwenden ist

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei Gebrauchttölen häufig um komplexe Gemische mit einer Vielzahl an Komponenten. Dazu gehören Verbindungen aus der ursprünglichen Formulierung des Grundöls und dessen Additiven, als auch Abbauprodukte und Verunreinigungen.

Die Herausforderung der Analyse besteht nun darin, die niedrigen Konzentrationen dieser Inhaltsstoffe in Gegenwart des Grundöls und der Additive zu bestimmen.

In der FT-IR-Spektroskopie (siehe Abb. 2) können Sie das Spektrum des Grundöls und der Additive vom Spektrum der Altölproben abziehen, um ein Differenzspektrum zu erhalten, das **nur Veränderungen im Öl anzeigt**.

Auf diese Weise können die Veränderungen im Öl durch die Anhäufung von Abbauebenenprodukten, Additivabbau und Kontaminationsgrad besser visualisiert werden.

Sie können beliebig viele Spektren Ihrer Referenzöle einfach auf Ihrer Festplatte speichern und zu einem späteren Zeitpunkt mit den jeweiligen Ergebnissen der Altölprobenanalyse vergleichen.

Dies ermöglicht es, den Zustand des Schmierstoffs während des Betriebs **an verschiedenen Probenahmezeitpunkten** zu bestimmen.

Traditionelle Analyseverfahren

Konventionell werden und wurden Schmierstoffe mit teils fast schon archaischen Methoden geprüft. Genannt sei hier die Prüfung auf Wassergehalt mit dem "Knistertest", bei dem das Schmiermittel mit einer Heizplatte hoch erhitzt wird.

Natürlich liefern Methoden wie TAN- und TBN-Analytik (ASTM D2896 und D4739), Viskositätsprüfungen oder Gaschromatographie bessere und zuverlässigere Ergebnisse. Sie erfordern aber oft zusätzliche Chemikalien, Vorbereitungsaufwand oder brauchen einfach viel Zeit.

Abbauprozesse

Alle Arten von Schmierstoffen werden während des Gebrauchs abgebaut. Drei Arten von Reaktionen dominieren den Ölabbauprozess:

Reaktion mit Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel

Organische Schmierstoffe sind im Betrieb hohen Temperaturen und Drücken ausgesetzt. In Gegenwart von Sauerstoff und Stickstoff (aus der Luft) werden so im Betrieb Kohlen- und Stickstoffoxide gebildet, die zur Verdickung und Verschlammung des Öls führen können.

Gleichwohl hat die Bildung von Sulfaten durch die Reaktion mit geringen Mengen Schwefel im Kraftstoff ähnliche Folgen. Diese spielen jedoch je nach Kraftstoffqualität und -herkunft, eine eher untergeordnete Rolle.

Anwendung #1: Prüfen der Ölqualität

Alle Schmierstoffe werden während des Gebrauchs abgebaut. Die häufigsten Anzeichen für den Abbau von Grundölen sind erhöhte Oxidation und Scherverdünnung.

Der oxidative Abbau erfolgt durch Reaktionen mit Sauerstoff der durch Verbrennung und Umgebung Eintrag ins Öl findet.

Die Scherverdünnung ist ein physikalischer Zersetzungsprozess ausgelöst von Druck- und Temperaturbedingungen, denen der Schmierstoff ausgesetzt ist.

Diese und andere Abbauprozesse des Schmierstoffs erschweren eine ausreichende Schmierung der bewegliche Motorteile. Daher sind Testmethoden zur Beurteilung des Ölzustands von entscheidender Bedeutung.

Anwendung #2: Ölverdünnung durch Treibstoff

Durch ein falsches Kraftstoff-Luft-Verhältnis, Kolbenringverschleiß oder beschädigte Kraftstoffleitungen kann Treibstoff ins Öl gelangen.

Während Kraftstoffaustritt eher flüchtiges Material einbringt handelt es sich bei Verbrennungsrückständen eher um langkettige Kohlenwasserstoffe mit hohen Verbrennungs- und Siedepunkten. In beiden Fällen ist es aufgrund des zunehmenden Brandgefährdung von größter Wichtigkeit, Auf das Vorhandensein von Kraftstoffen in Motorölen zu prüfen.

FT-IR bietet spezielle Datensätze für eine zuverlässige, schnelle und einfache Analyse an (Abb. 3).

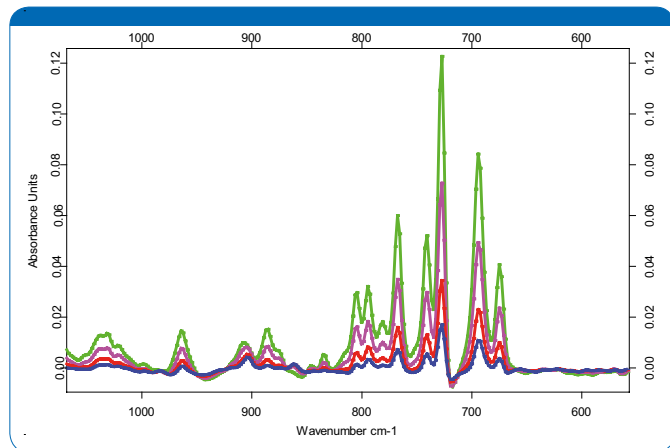


Abbildung 3: Die Quantitative Bestimmung von Benzin in Öl ist in den oberen Spektren dargestellt. 1% (blau), 2% (rot), 4% (pink) und 6% (grün) Benzin wurden einer Ölprobe zur Kalibrierung zugegeben.

Anwendung #3: Wassergehalt

Je nach Kraft- und Schmierstoffqualität ist Wasser aufgrund der Betriebsbedingungen bei der Verbrennung, eine eher seltene Verunreinigung. Falls vorhanden, kann dies jedoch auf eine Leckage des Kühlmittelkreislaufs hinweisen.

Wasser im Öl fördert zudem die Oxidation und Hydrolyse von Additiven, was zu einem Säureaufbau und erhöhtem Verschleiß und Korrosion führt. Dies kann auch zur Gelbildung des Öls führen, welche die Viskosität des Öls verändert und zum Motorausfall führen kann.

Anwendung #4: Prüfen auf Ruß

In diesel engines, whenever a rich fuel/air mixture is burned, the incomplete combustion of fuel leads to the formation of soot. Soot buildup in the oil can be indicative of combustion problems or the excitation of the oils drain period.

Diesel engine lubricants have dispersants designed to suspend and control the size and growth of soot particles. If the levels of exceed the oils' capacity to hold them, the viscosity of the oil increases and carbon sludge can accumulate which starts clogging filters and passageways.

Zusammenfassung

FT-IR ist eine zuverlässige Methode für die Ölanalyse, der es Ihnen nicht nur ermöglicht, mit einer einzigen Messung eine Vielzahl von Informationen zu erhalten, sondern auch das Messverfahren selbst deutlich vereinfacht.

Infrarotspektrometer gibt es in verschiedenen Formen und Konfigurationen. Bruker bietet außerdem ein spezielles Set zur Analyse von Altölen an.



Abbildung 4: Die INVENIO FT-IR-Plattform bietet eine erhöhte Empfindlichkeit zur Verbesserung der Routineanalytik. Eine Besonderheit ist der Transitkanal, eine zweite Probenkammer.

● Bruker Optik GmbH

Ettlingen · Deutschland
Phone +49 (7243) 504-2000
Fax +49 (7243) 504-2050
info.bopt.de@bruker.com

www.bruker.com/optics

Bruker Optics is continually improving its products and reserves the right to change specifications without notice.
© 2019 Bruker Optics BOPT-4000708-02

Bruker Optics Inc.

Billerica, MA · USA
Phone +1 (978) 439-9899
Fax +1 (978) 663-9177
info.bopt.us@bruker.com

Bruker Shanghai Ltd.

Shanghai · China
Phone +86 21 51720-890
Fax +86 21 51720-899
info.bopt.cn@bruker.com