

Analyse der Alterung von Getriebeölen mit Methoden der NMR

Die Schmierölalterung ist ein wichtiger Parameter von tribologischen Systemen und erfordert Methoden für eine zuverlässige Bewertung der Ölqualität. Die große Vielfalt an Anwendungsgebieten und damit verbunden verschiedenen Alterungsfaktoren führt zu einer hohen Komplexität des Stoffsystems Schmieröl. Für eine dedizierte Analyse ist daher das Zusammenspiel verschiedener Analysemethoden unerlässlich. Eine in der chemischen Analytik und Prozesscharakterisierung etablierte Methode ist die magnetische Kernspinresonanz (Nuclear Magnetic Resonance, NMR). Diese nicht invasive und zerstörungsfreie Analytik ermöglicht dank ihrer methodischen Vielfalt die Detektion der verschiedenen Facetten der Ölalterung. Mittels NMR-Spektroskopie, besonders auch durch Heterokern-Experimente (^{13}C , ^{31}P) als Ergänzung zur ^1H -Spektroskopie, können Ölinhaltsstoffe quantifiziert und so Alterungsmechanismen der Additive erforscht werden. Aber auch bei Getriebeölen mit unbekannter Additivierung können durch eine geeignete Form der Datenanalyse im Rahmen der Chemometrie systematische chemische Veränderungen auf Basis von NMR-Spektren beschrieben werden.

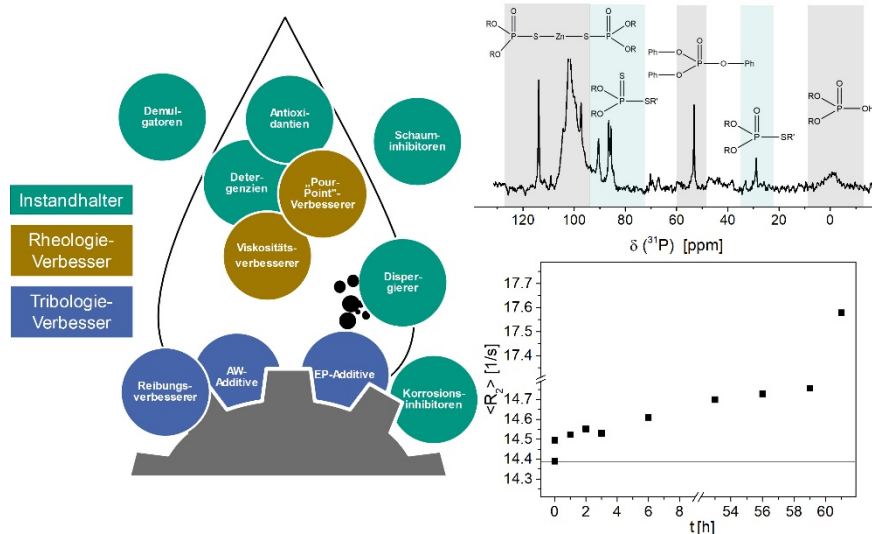


Abbildung 1: Die Alterung von Getriebeölen kann mit verschiedenen Methoden der NMR detektiert werden: NMR-Spektroskopie für die chemische Strukturanalyse und NMR-Relaxation zur Charakterisierung von molekulardynamischen Veränderungen und von partikulärer Verunreinigung.

Am Beispiel des verbreitet eingesetzten Additivs Zinkdialkyldithiophosphat (ZDDP) wurde gezeigt, dass Veränderungen der chemischen Zusammensetzung bereits bei der Formulierung der Öle auftreten. Je nach Additivkombination liegt ZDDP in zwei sich im Gleichgewicht befindlichen Konformationen vor. Vorzeitige Ausfälle von Wälzlager-Prüfstandsversuchen traten bei erhöhten Konzentrationen von „neutralem“ ZDDP im Frischöl auf.

Partikulärer Abrieb als weiterer Alterungsfaktor zeigt sich in der transversalen Relaxationsrate. Analog zu Untersuchungen an Motorölen werden die gemessenen Magnetisierungserfalle mit einer Gamma-Funktion modelliert, woraus eine Datenreduktion auf zwei Parameter erfolgt: die mittlere transversale Relaxationsrate $\langle R_2 \rangle$ und die Verteilungsbreite σ_g . Für mehrere Probenreihen werden steigende Werte für $\langle R_2 \rangle$ bei zunehmenden Laufzeiten gemessen, das „lower limit of detection“ lag bei etwa einer Stunde. Die Messungen können mit kostengünstigeren Niederfeldgeräten durchgeführt werden. Ein Einsatz in der routinemäßigen Ölanalytik ist denkbar, auch da eine aufwändige Probenvorbereitung entfällt.

Autoren: Thomas Rudszuck, Hermann Nirschl, Gisela Guthausen
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), MVM, Karlsruhe/D

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Dirk Arnold
T 069- 66 03- 16 32

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 19004 N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA ist das weltweit führende Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik. Die 170 laufenden Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung fördern die Innovationsfähigkeit der Industrie im Bereich der Antriebstechnik und ist an den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen ein wichtiger Beitrag zur Ausbildung von Jungingenieuren in und für die Branche. Die 207 Mitgliedsfirmen sind produzierende Unternehmen aus der Antriebstechnikbranche. Zusammen mit den über 40 Forschungsinstituten bildet die FVA die Basis für das weltweit führende Netzwerk der Antriebstechnik.

Die FVA versteht sich als eine wichtige Plattform der Kommunikation und des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Industrie. Themenfelder sind die mechanische und die elektrische bzw. mechatronische Antriebstechnik, sowohl von stationären industriellen Anlagen als auch von Fahrzeugen, mobilen Maschinen und Luftfahrzeugen. Die Gemeinschaftsforschung hat zum Ziel, das technische Know-how der Unternehmen und die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Produktionskosten zu senken.

Informationsveranstaltungen, Seminare und Tagungen der Forschungsvereinigung bieten den Unternehmen die Möglichkeit, neueste Forschungsergebnisse anzuwenden und Mitarbeiter entsprechend aus- und weiterzubilden.

Weitere Informationen unter www.fva-net.de.