

Automatisierte Probenahme von Gebrauchtölen aus Verbrennungsmotoren

Die Anforderungen der aktuellen und zukünftigen Abgasgesetzgebung sowie die damit verbundenen Entwicklungen moderner Motorenkonzepte bedeuten aufwändige und komplexe Projektarbeiten in den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der Motorenhersteller. Die immer kürzer werdenden Entwicklungszyklen der Motoren und der Wettbewerb erhöhen den wirtschaftlichen und zeitlichen Druck und erfordern eine maximale Automatisierung der Motorenversuche. In Zusammenarbeit zwischen der Motorenentwicklung der Deutz AG, Köln, und der Deutschen Metrohm GmbH & Co. KG, Filderstadt, wurde ein Analysesystem entwickelt, das die Forderungen nach einer automatisierten Ölentnahme aus laufenden Motoren erfüllt.

1 Einleitung

Die Gebrauchttölanalytik stellt ein wichtiges Hilfsmittel bei der Entwicklung von Motoren dar, zum Beispiel bei der Festlegung von Ölwechselintervallen beziehungsweise der Schadensfrüherkennung zur vorbeugenden Wartung. Zur Beurteilung des Ölzustands gibt es eine Vielzahl von Analysenparametern, die sehr unterschiedlich sein können und von den jeweiligen Zielvorstellungen abhängen, **Tabelle**. Hierbei können unter anderem der Motorzustand, die Motorbetriebsbedingungen, die Art und Qualität der eingesetzten Betriebsstoffe, die Konstruktion des Motors sowie die Verbrennungsverfahren eine wesentliche Rolle spielen [1].

In der Regel werden die Ölproben manuell mit Probenahmespritzen oder Probefläschchen bei stehendem Motor dem warmen Ölkreislauf entnommen [2] und anschließend mit modernen instrumentalanalytischen Messverfahren (zum Beispiel ICP OES, GC, FT/IR, Titration, Wasserbestimmung nach Karl-Fischer, Viskosimetrie) im Labor mehr oder weniger automatisiert analysiert [3].

Diese Art der Probenahme ist ausreichend, wenn man in größeren Zeitintervallen während der Motorstillstandszeiten die Probe ziehen kann. Die Technik ist jedoch völlig unbrauchbar, um auf vollautomatisierten Prüfständen Ölproben repräsentativ am laufenden Motor beziehungsweise in kurzen Zeitintervallen zu entnehmen, ohne in das automatisierte Messprogramm einzugreifen. Zudem sind dabei umfangreiche Sicherheitsvorschriften (Arbeiten am laufenden Motor) zu beachten.

2 Das Konzept

Die Kundenforderung nach immer längeren Ölwechselintervallen einerseits und den besonderen Problemen eines erhöhten Rußeintrags bei Dieselmotoren infolge Reduzierung der Stickoxide durch eine späte Einspritzung andererseits führten bei Deutz zu umfangreichen Messprogrammen in der verbrennungstechnischen Motorenauslegung. Dabei ergab sich die Notwendigkeit, innerhalb von kurzen Zeitintervallen möglichst viele Gebrauchttölproben zu nehmen und zu analysieren. Um Prüfstands- und Personalkosten zu reduzieren, wurde durch die entsprechende Fachabteilung im Entwicklungszentrum gezielt die Möglichkeit einer automatisierten Probennahme geprüft, die folgende Kriterien erfüllen sollte:

- Das System muss eine vollautomatisierte Probennahme von Gebrauchttölen auf den vorhandenen Motorenprüfständen ermöglichen.

- Um eine möglichst hohe Flexibilität zu erzielen, muss die Durchführung der Probenahme sowohl autark (das heißt ohne eine Steuerung durch die Prüfstandssoftware) als auch durch eine Einbindung in das Prüfprogramm („On Demand“) erfolgen.
- Eine Probennahme von bis zu 40 Proben mit definierter Probemenge und einer hohen Zeitauflösung (Minuten bis Tagen) soll durch das System möglich sein.
- Der Einsatz des Gerätes erfolgt unter erschwerten Standortbedingungen im Prüfstand (Umgebungstemperaturen bis 40 °C, Vibrationen, Verschmutzung durch Staub, Kraftstoff und Öl).
- Eine einfache Bedienbarkeit durch den Prüfstandsbediener vor Ort muss möglich sein, damit das System schnell an andere Testmotoren angeschlossen werden kann.
- Um ein Umfüllen der entnommenen Proben in andere Gefäße zu vermeiden, sollen die Probenahmegefäße für die Messsysteme der nachfolgenden Analytik nutzbar sein.

3 Die Realisierung

In Zusammenarbeit mit Metrohm wurde auf Basis dieser Anforderungen ein Konzept entwickelt, um die Probenahme zu automatisieren, **Bild 1**. Als Basisgerät dient hierzu

Die Autoren



Dipl.-Ing. Markus Winkler ist verantwortlich für die Gebrauchttölanalytik im F&E-Zentrum der Deutz AG in Köln-Porz.



Dipl.-Wirt.Ing. Jochen Wollenhaupt ist verantwortlich für das regionale Marketing und die Großkundenbetreuung Bayer AG/Lanxess AG in NRW bei der Deutschen Metrohm GmbH & Co. KG in Filderstadt.

aufgrund des günstigen Preis-/Leistungsverhältnisses der Easy Sample Changer 824, **Bild 2**. Dieser Autosampler zeichnet sich durch hohe Flexibilität, Robustheit und Kommunikationsfreudigkeit aus. Über zwei Panzerschläuche wird das Magnetventil (10 bar Druckfestigkeit) in der Steuerbox mit

Tabelle: Typischer Analysenumfang von Gebrauchttölen

Table: Typical analyses carried out on used oils

Untersuchungsumfang	Dieselmotor	Gasmotor	Ottomotor
<i>Verschleißmetalle</i> Eisen, Chrom, Kupfer, Aluminium, Blei, Zinn, Nickel	x	x	x
<i>Verunreinigungen</i> Silizium Natrium Wasser Ruß Glykol Kraftstoff	x x x x x x	x x x x x	x x x x x
<i>Ölzustand</i> Viskosität 40°C Viskosität 100°C Viskositätsindex Basenzahl Säurezahl Oxidation Nitration i-pH	x x x x x x x	x x x x x x x	x x x x x x
<i>Additivelemente</i> Calcium, Magnesium, Zink, Phosphor, Bor, Schwefel	x	x	x

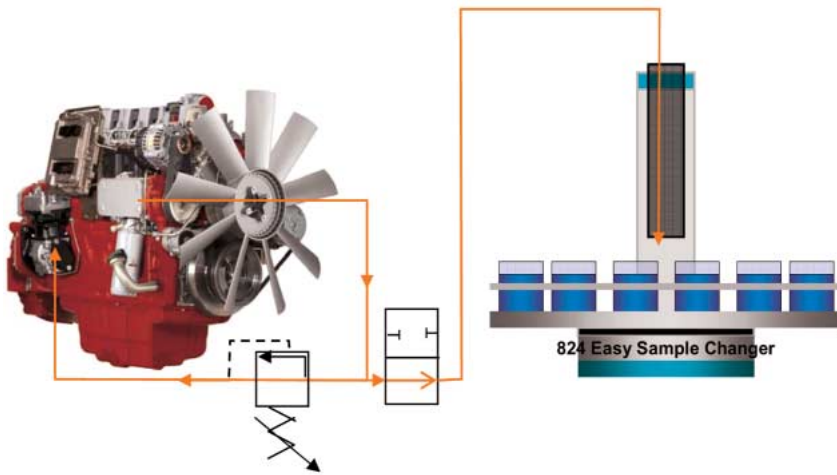


Bild 1: Schematische Darstellung der automatisierten Ölentnahme

Figure 1: Schematic diagram of automated oil sampling

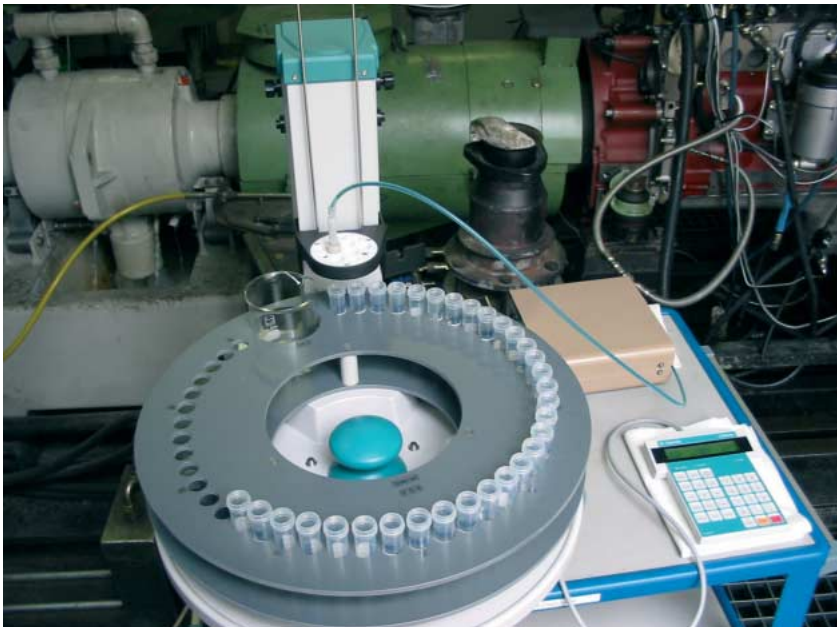


Bild 2: Oil Collector 824 am Motorprüfstand

Figure 2: Oil collector 824 at the engine test bed

dem Motor verbunden. Der erste Schlauch wird anstelle des Öldruckschalters in den Hauptölkanal adaptiert, der zu einem T-Stück direkt am Ventileingang führt. Der zweite Schlauch wird ebenfalls am T-Stück angeschlossen und führt in den Rücklauf des Motors. Um den Motoröldruck nicht extrem abfallen zu lassen, wird der Rückfluß dabei gedrosselt. Dies wird durch eine Lochplatte an der Anbauöffnung realisiert. Die Bohrung wurde dabei so bemessen, dass im Teillast- und im Nennlastbereich keine wesentlichen Druckänderungen auftreten. Durch diese Anordnung wird eine stetige Öl-zirkulation gewährleistet. Der Öldruck liegt hierbei im Bereich von 2,5 bis 6 bar.

Da die Öltemperatur je nach Lastbereich des Motortests zwischen 90 und 120 °C

schwanken kann, verändert sich dementsprechend die Viskosität des Motoröls. Um die damit unterschiedlichen Durchflussraten möglichst konstant zu halten, ist eine Isolierung beziehungsweise Beheizung der Bypassleitung sinnvoll. Nur so wird gewährleistet, dass bei der Probennahme mit festen Ventilöffnungszeiten eine ausreichende Menge Öl abgenommen werden kann. In dem Fall, dass die Ventilöffnungszeiten durch die Prüfstandssoftware variabel gesteuert wird, ist diese Maßnahme nicht zwingend notwendig. Das im Ventilgehäuse eingebaute Netzteil wird über eine Ausgangssteuerleitung (Remote, potenzialfrei) des Probenwechslers gesteuert. Wird das Ventil geöffnet, läuft zunächst eine Vorlaufmenge (in der Regel das Doppelte der Ölprobenmenge,

also zirka 25 ml) in ein Abfallgefäß, um die Leitungszuführungen bis zum Probenahmegefäß zu spülen. Ein Memory-Effekt durch altes Probegut in der Zuleitung wird damit vermieden. Nach Drehung des Proben-tellers wird die Probe im Anschluss daran in das Probenahmegefäß zeitgesteuert abgefüllt. Aufgrund der hohen Flexibilität des Systems ist es dabei möglich, ein Probenrack nach Kundenwünschen zu fertigen, um unnötige manuelle Arbeiten wie das Umfüllen in ein Messgefäß zu vermeiden.

Die Art und Weise des Probenahmezeitpunkts legt dabei der Anwender fest. So besteht die Möglichkeit eines vollkommen autark arbeitenden Systems, das in gleichen Zeitabständen die Probe mit konstanten Ventilöffnungszeiten nimmt, als auch die Möglichkeit der programmierten Entnahme mit variablen Ventilöffnungszeiten durch die Steuerung des Motorenprüfstands.

Dies wird durch die hohe Flexibilität der Kommunikationsmöglichkeiten des Systems über potenzialfreie Eingangsleitungen oder RS232C-Schnittstelle ermöglicht.

Eine lastabhängige Ölentnahme ist somit selbst über mehrere Tage problemlos möglich. Dabei wird die Probenzahl durch die Größe des Autosamplers limitiert. Der bei Deutz eingesetzte Easy Sample Changer 824 bietet in Abhängigkeit von der Messgefäßgröße Platz für bis zu 40 Probenpositionen.

Metrohm bietet alternativ mit weiteren Probenwechslern Systeme mit bis zu 180 Positionen. Somit ist eine hohe Probenahmehäufigkeit selbst über mehrere Tage und Wochen denkbar. Durch das abnehmbare Probenrack ist selbst der Transport des Versuchsguts zum analytischen Messplatz möglich. Weiterhin besteht die Möglichkeit, einen weiteren kompatiblen Autosampler von Metrohm an Analysengeräte anderer Hersteller zu koppeln, um den Workflow bis zum Analyseergebnis einfach zu gestalten, **Bild 3**. Neben diesen Automationsmöglichkeiten bietet das Metrohm-Programm unter anderem Systeme zur Bestimmung der TAN/TBN als auch des Wassergehalts an [4].

4 Fazit

In dem von Deutz und Metrohm mit Erfolg durchgeführten Projekt wurde nach einer Möglichkeit gesucht, die Ölentnahme aus laufenden Motoren unter Einhaltung der

For an English version of this article, see **MTZ worldwide**.
For information on subscriptions, just call us or send an E-mail or fax.



MTZ Vieweg Verlag Postfach 1546 D-65173 Wiesbaden
Tel. +49 5241 80-1968 | E-mail: vieweg@abo-service.info

Sicherheitsvorschriften hoch automatisiert zu realisieren. Dabei ist es gelungen, mit verhältnismäßig geringem Aufwand ein System kostengünstig zu entwickeln, das die Anforderungen dieser Aufgabe seit nun zwei Jahren erfolgreich erfüllt. Es ist vorstellbar, mit geringen Applikationsaufwand eine automatische Probenahme auch für Großmotoren im BHKW- beziehungsweise Marineeinsatz, für Getriebe- und Hydraulikanlagen sowie Windgeneratoren zu realisieren, um einen maximalen Automationsgrad bei der Probenahme zu erzielen.

Literaturhinweise

- [1] Gairing et al.: Schmierung von Verbrennungskraftmaschinen. 2.Auflage (2002). Expert Verlag, Renningen
- [2] DIN 51574: Probenahme von Schmierölen aus Verbrennungskraftmaschinen (10/2004). Beuth Verlag, Berlin
- [3] Kägler et al.: Neue Mineralölanalyse, Band 1 und Band 2 (1987/2006).Urban/Hüthig Verlag, Heidelberg
- [4] www.metrohm.de



Bild 3: Automatisches FT-IR-Spektrometersystem für die Ölanalytik mit Metrohm-Probenwechsler
Figure 3: Automatic FT-IR spectrometer system for oil analysis with Metrohm sample changer

**SUPPORTING THE PRESENT
DEVELOPING THE FUTURE**

Visit our Exhibition Booth at
15th Aachen Colloquium
 October 9. - 11. 2006

CAE Support									
			Engine Development						
Application				DPF					
FEV Motorentechnik GmbH Neuenhofstraße 181 52078 Aachen Germany		Phone +49 (0) 241/56 89 - 141 Fax +49 (0) 241/56 89 - 143 E-Mail system.sales@fev.com Internet http://www.fev.com							