

Ihr Gasmotorenöl hat Ihnen eine Menge zu erzählen

Rüdiger Krethe, OilDoc GmbH



Viele Komponenten, viele Aufgaben - ein Motorenöl

Motorenöle sind wahre Alleskönner. Sie schmieren verschiedenste Bauelemente unter schwierigen Bedingungen, angefangen von Gleitlagern, Kolbenringen, Zylinderwandungen, Nockenwelle über Ventile, Steuerketten bis hin zum Turbolader. Sie neutralisieren Verbrennungsgase, halten den Motorkreislauf sauber, schützen vor Korrosion und sichern eine wirtschaftliche Standzeit der geschmierten Komponenten.

Die überwiegende Mehrzahl der Fahrzeuge und Arbeitsmaschinen werden heute mit flüssigen Kraftstoffen betrieben. In Blockheizkraftwerken dagegen dominieren Gasmotoren. In diesem Artikel soll es primär nicht darum gehen, welche besonderen Anforderungen sich daraus für das zur Schmierung verwendete Gasmotorenöl ergeben. Hier sei auf andere Artikel in dieser oder anderen Ausgaben der Zeitschrift verwiesen. Im Fokus steht die professionelle Überwachung der Gasmotorenöle während ihres Einsatzes.

Ölanalysen und Online-Sensoren

Online-Ölsensoren entwickeln sich stetig weiter. Derzeit sind Ölzustands-Sensoren jedoch noch nicht in der Lage, die komplexen Veränderungen eines Moto-

Rüdiger Krethe

Rüdiger Krethe ist Geschäftsführer der OilDoc GmbH, der Akademie für Weiterbildung rund um Schmierstoffanwendung, Ölanalysen und proaktive Instandhaltung. Nach seinem Studium des Maschinenbaus und der Tribotechnik war er im Produktmanagement für Industrieöle einer Mineralölgesellschaft tätig. Anschließend leitete er 15 Jahre das Diagnose-Team von OELCHECK. Seit mehr als 30 Jahren gibt Rüdiger Krethe als IHK-zertifizierter Trainer in Seminaren sein Know-how zu Tribologie, Schmierstoffen und Ölanalysen erfolgreich weiter. Außerdem ist er seit der ersten Ausgabe aktives Mitglied des Redaktionsteams der Schmierstoff+Schmierung.



Fachartikel | Ihr Gasmotorenöl hat Ihnen eine Menge zu erzählen

| Einteilung nach | Gruppe | Beispiel |
|--|--|--|
| Aggregatzustand bzw. äußere Beschaffenheit | Gasförmig | Luft, Biogas, NOx, Kältemittel, ... |
| | Flüssig | Wasser, Frostschutzmittel, Kraftstoff, Fremdöl |
| | Fettartig, pastös | Schmierfett, Schlamm, Varnish |
| | Fest | Sand, Staub, Verschleißpartikel |
| Herkunft | „Eingebaut“ Urverschmutzung des Systems | Herstellung und Montage |
| | „Eingefüllt“ Verunreinigungen beim Be- und Nachfüllen | Im eingefüllten Öl enthaltene Verunreinigungen, z. B. Partikel, Feuchtigkeit, Fremdöl (unsaubere Gefäße bzw. Handling) |
| | „Eingeschleppt“ Verunreinigungen aus der Umgebung während des Betriebes | Durch den Kontakt mit der Umgebung eingeschleppt, z. B. Staub, Luftfeuchtigkeit, Kraftstoff, aggressive Dämpfe |
| | „Selbst erzeugt“ Innere Verunreinigungen während des Betriebes | Durch den Betrieb intern erzeugt, z. B. Abrieb, Abbauprodukte aus Öloxidation, Additivreaktionen etc. |

Tab. 1: Verunreinigungen nach Aggregatzustand und Herkunft

renöls ähnlich detailliert zu erfassen, wie es die auf einer Vielzahl verschiedener Messwerte basierenden Ölanalysen können. Der Vorteil von Ölsensoren, praktisch permanent und lückenlos Messwerte zu erzeugen, ließe sich jedoch prinzipiell gewinnbringend mit dem detaillierten Bild der Ölveränderungen paaren, die von regelmäßig durchgeführten Ölanalysen geliefert werden können. An dieser Stelle sei auf entsprechende Fachartikel verwiesen /1/, /2/.

Eines haben Ölanalysen und Ölzustandssensoren jedoch gemeinsam: Allein ihr Einsatz verändert nicht viel. Erst wenn die Ergebnisse praxisorientiert interpretiert und sinnvolle Maßnahmen abgeleitet werden, werden die Zahlen zum Leben erweckt.

Wirtschaftlich und nachhaltig: Optimierte Ölwechselintervalle

PKW-Motorenöle werden heute in der Regel nach 30.000 km gewechselt. Verglichen mit im Dauereinsatz befindlichen BHKW-Motoren, deren Laufzeit in Betriebsstunden angegeben wird, wären das lediglich ca. 600 Betriebsstunden, d. h. weniger als 4 Wochen. Doch: Wer fährt mit seinem Fahrzeug schon 30.000 km „unter Vollgas“, wie es in BHKW-Dauerläufern tatsächlich stattfindet? Dazu kommt, dass die zum Betrieb verwendeten Gase, beispielsweise Bio-Gas, Klär- oder auch Deponiegas sowohl in ihrer Zusammensetzung als auch in ihrer Qualitätskonstanz weit von der eines standardisierten Diesel- oder Ottokraftstoffs entfernt sind. Schon allein daraus ergibt sich, dass lange, wirtschaftliche und gleichzeitig nachhaltige Ölwechselintervalle in BHKW ohne eine Ölüberwachung nicht darstellbar sind.

Im Trend: Verschleißwerte überwachen

Ölanalysen können mehr als das Ölwechselintervall den tatsächlichen Gegebenheiten anpassen. Die regelmäßige Überwachung der im Öl enthaltenen Verschleißprodukte liefert frühzeitig Hinweise auf anomale Verschleißtrends. Je früher diese ungewöhnlichen Abweichungen Beachtung finden, umso mehr lassen sich teure Komponentenschäden vermeiden. Bestimmte Elemente bzw. Elementkombinationen liefern Hinweise darauf, welche Komponenten davon betroffen sind. In Zusammenhang mit der Ölalterung und den Verunreinigungen lassen sich Aussagen zu deren wahrscheinlichen Ursachen treffen. Das gelingt umso besser, je mehr über die im Motor verwendeten Komponenten, Werkstoffe und Werkstoffkombinationen bekannt ist.

Pro-aktiv: Verunreinigungen im Blick

Im Öl enthaltene Verunreinigungen haben einen erheblichen Einfluss auf die Lebensdauer und die Zuverlässigkeit der mit dem Öl benetzten Komponenten. Verunreinigungen können nach deren Aggregatzustand unterteilt werden, aber auch nach deren Herkunft.

In Gasmotoren stehen neben den klassischen Ölalterungsprodukten ganz besonders Verunreinigungen im Fokus, die durch das Gas in den Motor eingetragen werden, beispielsweise Chlor-, Fluor- und Schwefelverbindungen oder Siloxane. Deshalb kommt der Gasqualität eine hohe Bedeutung zu. War in den ersten Jahren des Einsatzes von Gasmotoren in



Das Synonym für Ölpflege
Proaktiv Instandhalten

Mehr erfahren:
www.cjc.de/oelpflegesysteme



CJC® Ölpflegesysteme und Condition Monitoring Systeme

Ölwechsel-Intervalle maximieren | Wartungskosten minimieren | Maschinenzuverlässigkeit erhöhen



- Hydraulik- und Schmierölfilter
- Varnish-Filter
- Wasserabscheider
- Kraftstoffreinigungsanlagen
- Kühlschmierstoff-Filter
- Härteöl- und Thermalölfilter



Jetzt beraten lassen: +49 (0)171 30 97 246 | Ihr persönlicher Ansprechpartner: Michael. M. Cornelius

www.cjc.de | oel@cjc.de | Karberg & Hennemann GmbH & Co. KG | Marlowring 5 | 22525 Hamburg

Anzeige

BHKW eine Gasreinigung eher die Ausnahme, ist sie heute zunehmend Standard.

Routineüberwachung: Prüfmethode kombiniert

Zur effektiven Erfassung der betriebsbedingten Veränderungen des Gasmotorenöls kommt es darauf an, die richtigen Prüfmethode miteinander zu kombinieren. Einen Überblick über die dafür geeigneten Prüfmethode gibt Tabelle 2.

Detaillierte Beschreibungen der Prüfverfahren, deren Anwendung und Interpretation sind in /2/, /3/ gegeben.

Auf die Untersuchung von Gasmotorenölen spezialisierte Laboratorien bilden diesen Untersuchungsumfang in Analyse-Sets ab und stellen den Kunden dazu geeignete Probengefäße, Probenbegleitscheine und Versandutensilien zur Verfügung. Je nach Gasart und Einsatzprofil werden diese möglicherweise etwas modifiziert.

Zunehmend wird auch das Kühlerfrostschutzmittel in BHKW einer regelmäßigen Analyse unterzo-

gen. Deshalb werden auch spezielle Gasmotoren-Sets angeboten, die sowohl für die Überwachung des Motorenöls als auch des Kühlerfrostschutzmittels verwendet werden können. Der Untersuchungsumfang wird dann beim Eintreffen der Probe entsprechend des Mediums ausgewählt, um dem Kunden die Beschaffung unterschiedlicher Analysesets und Verwechslungen zu ersparen.

Probenentnahme

Professionelle entnommene Ölproben sind die Grundvoraussetzung aussagekräftiger Analyse-Ergebnisse. Um den tatsächlichen Zustand des Öls im Motor zu repräsentieren, muss die Probe direkt aus dem an der Schmierung beteiligten, umlaufenden Ölvolument entnommen werden.

Fest installierte Entnahme-Ports geben die Möglichkeit, die Probe bei laufendem Betrieb zu aus dem

| Prüfverfahren | Ergebnis / Aussage |
|-------------------------|--|
| Elementanalyse | Im Öl gelöste Bestandteile und Partikel <5µm Elemente, typisch für Verschleiß, Additive und Verunreinigungen |
| PQ-Index | Ferromagnetischer Metallabrieb, >5µm |
| Infrarotspektroskopie | Ölzustand: Oxidation, Nitration, Sulfation Verunreinigungen: Wasser, Frostschutzmittel Identifikation und Additivabbau |
| Kinematische Viskosität | Zähflüssigkeit, Hydrodynamische Schmierfähigkeit Eindickung durch Öloxidation, Nitration und Ruß, Verdünnung durch Zündstrahl-Kraftstoff |
| Basenzahl | Neutralisationsvermögen (Menge der alkalischen Additive) Nimmt während des Betriebes im Vergleich zum Frischöl ab |
| Säurezahl | Menge der im Öl enthaltenen Säuren, Eintrag durch Oxidation, Nitration, saure Verunreinigungen aus dem Gas Nimmt während des Betriebes im Vergleich zum Frischöl zu |
| ipH-Wert | Acidität (Säurestärke) der im Öl enthaltenen Säuren Hinweis auf besonders schädliche, starke Säuren im Öl durch Nitration und saure Verunreinigungen aus dem Gas |
| Gaschromatographie | Eintrag von (flüssigem) Kraftstoff in Zündstrahlmotoren |

Tab. 2: Prüfmethode zur Überwachung von Gasmotorenölen und deren Aussagekraft

Lizenziert für Gast am 08.11.2023 um 07:54 Uhr

Fachartikel | Ihr Gasmotorenöl hat Ihnen eine Menge zu erzählen



Abb. 2: Ölanalyse-Set für Gasmotoren

betriebswarmen Motor zu entnehmen. Filtergehäuse oder Ölvorratsbehälter sind keine geeigneten Entnahmeorte. „Tote“ Endstücke von Probenentnahme-Ports sind vor der eigentlichen Probe freizuspülen, indem die ersten Milli-Liter verworfen und entsorgt werden, bevor die eigentliche Probe entnommen wird. Die gleichförmige Entnahme sichert eine zuverlässige Trendbewertung. Vereinfacht kann das anhand der „3G-Regel“ demonstriert werden

- › Gleicher Ort
- › Gleiche Methode
- › Gleicher Betriebszustand

Alternativ ist es möglich, die Ölprobe aus dem mittleren Strahl des abgelassenen Öls zu entnehmen. Insbesondere bei kleinen BHKW ist es üblich, die Ölprobe beim Ölwechsel zu entnehmen und anhand der Ölanalyse zu entscheiden, ob das Ölwechselintervall beibehalten oder angepasst wird.

Angaben zum Motortyp, -hersteller, der Ölsorte, zu den Betriebsstunden der Ölfüllung und des Motors sollten nicht fehlen, um eine professionelle Bewertung der Analyseergebnisse zu sichern. Um die Trendbewertung zu ermöglichen, ist jedem Motor eine eindeutige

Probenbezeichnung zuzuordnen, die bei jeder Ölprobe wiederkehrend verwendet wird. Dafür sind beispielsweise die Seriennummer des Motors geeignet oder der Standort des BHKW plus Modul-Bezeichnung (Modul A oder B). Auf diese Weise lassen sich die aktuellen Analyseergebnisse den historischen Daten zuordnen.

Klassisch werden diese Daten in einem Probenbegleitschein abgefragt, wie er auch auf dem Bild 2 zu erkennen ist. Die Dateneingabe kann jedoch heute auch per App auf einem Mobiltelefon erfolgen oder über ein Webportal. Beide Möglichkeiten erlauben meist gleichzeitig Zugriff auf die gespeicherten historischen Daten.

Bewertung

Der mit Abstand schwierigste Teil liegt in der Bewertung der Analyseergebnisse. Die meisten Anwender sind mit den in der Ölanalyse ermittelten Zahlen nicht vertraut. Einerseits geht es darum die Bedeutung der einzelnen Kennwerte zu wissen, andererseits um die Interpretation. Die Bedeutung des Eisenwertes in der Analyse zu erfassen, mag noch einfach sein, doch in zweiter Linie stehen Fragen wie:



Abb. 3: Datenzugriff per Webbrowser oder durch App auf einem Mobiltelefon

- › Wieviel „mg/kg“ sind ist normal?
- › Ab wann wird es kritisch?

Die meisten Hersteller von BHKW oder professionelle, auf Gebrauchtöluntersuchungen spezialisierte Laboratorien geben diesbezüglich Grenzwerte vor. Diese können unterschiedlicher Natur sein:

- › Absolut: laufzeitunabhängig, z. B. für
 - Verunreinigungen wie Wasser, Staub, Kraftstoff (Maximalwert)
 - Basenzahl, Säurezahl...
- › Zeitbasiert: Angabe „pro Betriebsstunde“, z. B. für
 - Verschleißwerte
 - Ölzustandskennwerte
- › Trendbasiert: dynamisch aus dem Trend der bisherigen Proben berechnet, z. B. für
 - Verschleißwerte
 - Ölzustandskennwerte

Es ist durchaus sinnvoll, mehrere dieser Grenzwerte-Typen für eine Messgröße festzulegen.

Besonders wichtig ist es, nicht nur den Grenzwerten zu folgen, sondern Muster für typische Ölalterungs-, Verunreinigungs- oder Abnutzungsszenarien zu erkennen. Die folgenden Fragen sollen das beispielhaft demonstrieren:

- › Bestätigt sich der hohe IR-Oxidationswert in einer erhöhten Säurezahl, einer angestiegenen Viskosität oder abgebauten Antioxidantien?
- › Ist in einem Zündstrahlmotor mit dem ungewöhnlich hohen IR-Oxidationswert gleichzeitig der Gehalt an FAME-Kraftstoff erhöht?
- › Ist angesichts des ungewöhnlich niedrigen ipH-Werts in einem Erdgasmotor ebenfalls der IR-Nitrationwert erhöht? Sind Temperatur, Kompression, Gemischbildung OK?
- › Sind angesichts einer plötzlich stark gesunkenen Basenzahl gleichzeitig auch die Werte für Kalzium oder Magnesium stark gesunken? Kann hier eine Ölvermischung oder falsche Sortenbezeichnung die Ursache sein?

Neben den Daten zum BHKW, der Einsatzzeit und den Limitwerten ist es zur detaillierten Bewertung des Ölzustandes notwendig, auch das Frischöl einer Analyse zu unterziehen. So liegen nicht nur die möglicherweise von Technischen Datenblättern bekannten Ausgangswerte für Viskosität und Basenzahl vor, sondern auch für die typischen Elementkonzentrationen, der Säurezahl und des ipH-Wertes.

Bild 4 fasst die prinzipielle Vorgehensweise bei der Bewertung einer Ölanalyse abschließend zusammen.

Weitere Hinweise, Interpretationshilfen zu Elementen, Limitwerten sind in Tabelle /2/, /3/ und /4/ verfügbar.

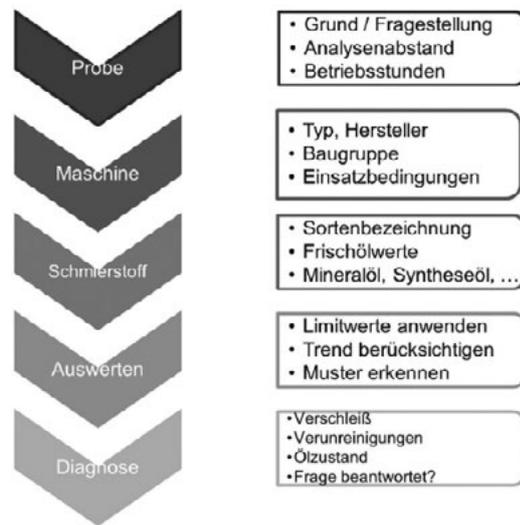


Abb. 4: Prinzipielle Vorgehensweise bei der Bewertung einer Ölanalyse

Der Laborbericht

Der Laborbericht sollte klar gegliedert sein, neben den Ergebnissen der aktuellen Probe auch die der letzten vorherigen Analysen zeigen und eine aussagekräftige Beurteilung enthalten. Ein Symbol zu Gesamt-Rating, beispielsweise nach dem Ampelsystem hilft, bei einer Vielzahl zur gleichen Zeit erhaltenen Laborberichten, Prioritäten bei ihrer Bearbeitung festzulegen.

Der Zugriff auf die Laborberichte per Webportal ist heute selbstverständlich. Hier können eine Reihe zusätzlicher Funktionen bereitgestellt werden, von der Eingabe neuer Proben bis hin zur automatischen Übersetzung des Laborberichts in andere Sprachen.

Professionelle Laboratorien bieten ihren Kunden eine Hotline für Rückfragen an oder auch für Fragen, die im Vorfeld einer anstehenden Analyse zu klären sind. Abseits der Routineüberwachung geht es oft um die Klärung, ob eine Ölanalyse die bestehende Fragestellung beantworten kann, welcher Prüfumfang dafür notwendig ist und wie die Probenentnahme erfolgen sollte.

Ölanalysen - dreifach wirksam

Werden Ölanalysen professionell von der Probenentnahme bis zum Laborbericht organisiert, können diese weit mehr als Ölwechselintervalle steuern.

Im Normalfall steht ein Dreigestirn im Fokus, wie Abb. 6 zeigt.

Über den ermittelten Ölzustand können Ölwechselintervalle risikolos den tatsächlichen Gegebenheiten angepasst werden. Gleichzeitig erlauben sie eine Früherkennung anomaler Verschleißtrends und hel-

Fachartikel | Ihr Gasmotorenöl hat Ihnen eine Menge zu erzählen

fen, teure Komponenten- und Folgeschäden zu vermeiden. Die Überwachung der im Öl enthaltenen Verunreinigungen erlaubt es, Ursachen für Unregelmäßigkeiten, verkürzte Komponenten- und Ölstandzeit zu erkennen und deren negativen Auswirkungen pro-aktiv zu minimieren.

Die gezielte Analyse der Laborergebnisse zu einer oder mehreren Anlagen über einen längeren Zeitraum, z.B. mehreren Ölwechseln hinweg erlaubt ebenfalls wertvolle Rückschlüsse. Stark schwankende Ölstandzeiten können beispielsweise auf stark schwankende Gasqualitäten hinweisen, die möglicherweise durch eine Optimierung der Gasreinigung abstellbar sind. Bei gleichbleibenden Bedingungen und Ölstandzeiten können die Ergebnisse ebenfalls auf Optimierungspotenzial hinweisen. Wird beispielsweise das Ölwechselintervall wiederkehrend durch starke Oxidation und Viskositätsanstieg begrenzt, kann gemeinsam mit dem Öllieferanten auch gezielt über eine mögliche alternative Ölsorte nachgedacht werden.

Wenn Sie die Sprache Ihres Gasmotorenöls besser verstehen wollen, stöbern Sie doch ein wenig in der angegebenen Literaturliste oder besuchen sie einfach das regelmäßig angebotene OilDoc-Seminar „Schmierung und Ölüberwachung für Gasmotoren“.

Literatur:

- [1] Rüdiger Krethe: Ölüberwachung: Quo vadis? in „Schmierstoff und Schmierung“, September 2020, Heft 2, pp 4–9, expert-Verlag
- [2] Rüdiger Krethe: Handbuch Ölanalysen, expert-Verlag, 2020, ISBN 978-3816934998
- [3] Internet-Seiten der OELCHECK GmbH, www.oelcheck.de
- [4] „Schmierung und Ölüberwachung für Gasmotoren“, Unterlagen zum Seminar, OilDoc GmbH, www.oildoc.de



Abb. 6: Grundsätzliche Zielrichtung einer Routine-Ölüberwachung



Abb. 5: Laborbericht zu einer Gasmotorenölanalyse