

Axel Römer

## Verlängerung der Ölwechselintervalle für Hydrauliköle

Die Standzeiten von Hydraulikölen werden durch eine Vielzahl von Parametern bestimmt. Der Maschinentyp, das Hydrauliksystem, die Einsatzbedingungen sowie die Umgebungseinflüsse und schließlich die verwendete Ölsorte sind bei der Festlegung der Ölwechselintervalle zu berücksichtigen. Eine schlechte Ölqualität, verursacht durch gealterte Öle, kann zu erheblichen Schäden an den Hydraulikkomponenten führen. Sind die Zeiträume zwischen zwei Ölwechseln zu kurz, steigen die Wartungskosten und der Rohstoffverbrauch. Welche Möglichkeiten zur Verlängerung von Ölwechselintervallen im mobilen Anwendungsbereich bieten sich an? Beschrieben wird ein Sensor zur Überwachung des Ölzustandes beim Einsatz von Ölen auf pflanzlicher Basis.

Die Hersteller von mobilen Arbeitsmaschinen schreiben Ölwechsel nach einer bestimmten Betriebsstundenzahl vor. Diese Wechselintervalle richten sich nach Erfahrungswerten und sind mit einem entsprechenden Sicherheitsfaktor versehen, damit ein störungsfreier Betrieb der Maschinen garantiert werden kann. Außerdem beziehen sich die maximal vorgegebenen Betriebsstunden auf eine vom Hersteller angegebene Ölspezifikation. Die Folge ist, daß die Öle in vielen Fällen gewechselt werden, obwohl sie noch gebrauchstauglich sind.

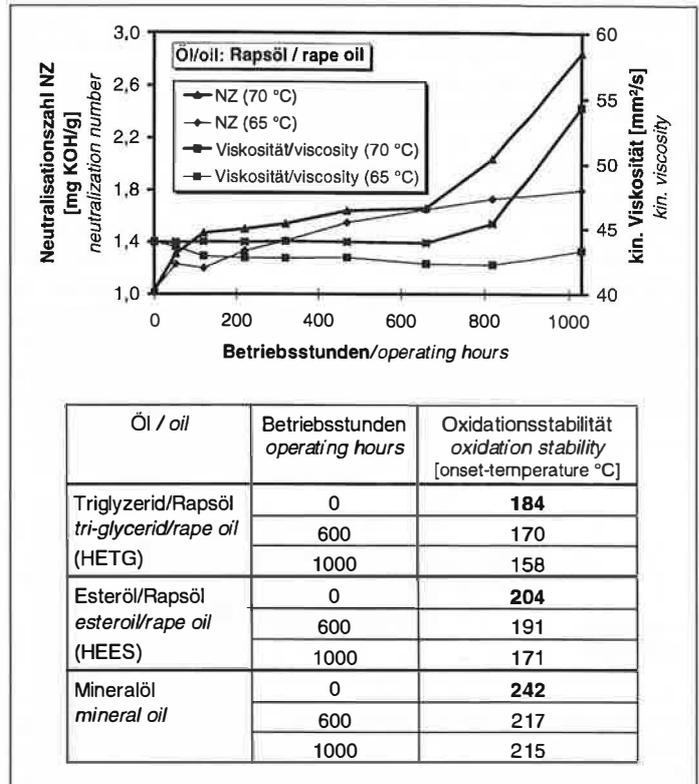
### Beurteilung des Ölzustandes

Die Beurteilung des Ölzustandes ist sehr komplex und abhängig von den Betriebsbedingungen und den verwendeten Ölen. In der Regel wird ein Ölwechsel nötig, wenn

- die Viskosität und der Viskositätsindex sich verändern (durch zu hohe Betriebstemperaturen, mechanische Beanspruchung, Vermischung mit anderen Flüssigkeiten),
- eine Oxidation des Öls und ein Anstieg des Säuregehaltes eintreten (durch hohe Betriebstemperaturen, Verschmut-

Bild 1: Veränderung der Ölkennwerte während des Betriebs

Fig. 1: Change of oil parameter during operation



zung von außen, Metallpartikel durch Verschleiß),

- die Verschmutzung (durch Wasser und Staub) bestimmte Toleranzen überschreitet,
- der Metallabrieb den Verschleiß von Hydraulikkomponenten anzeigt,
- die Öladditive abgebaut werden (etwa durch hohe Betriebstemperaturen, mechanische Beanspruchung, Metallabrieb).

Eine an das Hydrauliksystem angepaßte Ölfilterung kann die Ölstandzeit deutlich verlängern. Die hier beispielhaft aufgeführten Veränderungen der Öle zeigen oft kausale Zusammenhänge. Unterschiedliche Belastungen führen in einigen Fällen zu gegenläufigen Veränderungen (Anstieg der Viskosität durch zu hohe Öltemperaturen und Viskositätsverlust durch mechanische Scherbeanspruchung).

Für die genaue Bestimmung der Viskositätsänderungen, des Säuregehaltes im Öl (Bestimmung der Neutralisationszahl NZ oder der Total Acid Number TAN), der Additive, der Oxidationsstabilität sowie der Abriebpartikel und der Ölverschmutzung werden den Maschinen Ölproben entnommen, deren Analyse dann in einem speziell eingerichteten Laboren erfolgt. Der Laborbericht gibt Auskunft über den Zustand des Öls und der Maschine und enthält eine Empfehlung für den weiteren Betrieb [1]. Sogenannte Öltestkoffer bieten eine Möglichkeit zur groben Beurteilung des Ölzustandes. Diese Analysesets enthalten relativ einfache Methoden zur Aufbereitung der Proben und zur Ab-

schätzung der Reinheitsklasse sowie des Wassergehalts direkt an der Maschine. Auch können mobile Meßgräte zur Partikelzählung und zur Bestimmung des Wassergehalts an das Hydrauliksystem angeschlossen werden.

Die Verwendung eines Sensors, der zur permanenten Ölzustandsüberwachung im Hydrauliköltank integriert wird, kann die Überwachung der Öle für den Anwender wesentlich vereinfachen.

### Sensoren zur Überwachung des Ölzustandes

Im Fahrzeug integrierte Sensoren zur Ölüberwachung lassen sich in indirekte und direkte Meßverfahren unterteilen. Im Bereich der Motorenöle werden beispielsweise indirekte Verfahren eingesetzt, die Betriebsdaten wie die Öltemperatur und die Kurbelwellendrehzahl des Motors messen und mit Hilfe von in Prüfständen ermittelten Kennfeldern (etwa über den Eintrag von Rückständen aus dem Verbrennungsprozeß in das Öl) eine Aussage über den Zustand des Öls treffen. Im Gegensatz zur indirekten Messung kommen bei der direkten Ölzustandsbestimmung Sensoren zum Einsatz, die Veränderungen der chemischen Struktur des Öls erfassen.

Dipl.-Ing. Axel Römer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der TU Braunschweig, Langer Kamp 19 a, 38106 Braunschweig (Leiter: Prof. Dr.-Ing. H.-H. Harms).

## Diagnosesystem für pflanzenölbasierte Druckflüssigkeiten

Für die Auslegung des Diagnosesystems ist die Kenntnis der Ölveränderungen und der Alterungsprozesse im Betrieb eine wichtige Voraussetzung. Die Einsatzuntersuchungen mit umweltfreundlicheren biologisch schnell abbaubaren Hydraulikölen haben gezeigt, daß diese Öle in Getriebe- und Hydrauliksystemen von Traktoren und Landmaschinen eingesetzt werden können. Allerdings ist die Bandbreite der Leistungsfähigkeit der auf dem Markt angebotenen Produkte sehr groß. Besonders die auf pflanzlicher Basis hergestellten Öle reagieren in vielen Fällen wesentlich empfindlicher auf den Einfluß der Betriebsbedingungen als die bisher verwendeten Mineralöle.

Die Ergebnisse verschiedener Arbeiten [2, 3, 4] zeigen, daß sich bei den Alterungsprozessen der Öle in den meisten Fällen bestimmte Kennzahlen (Viskosität, Neutralisationszahl) verändern. Bild 1 stellt den Verlauf der Änderung von Neutralisationszahl und kinematischer Viskosität eines Rapsöls, das 1000 Stunden in einem hydraulischen Prüfstand gelaufen ist, dar. Die Versuche wurden bei Prüftemperaturen des Öls von 70 °C (Öldruck: 150 bar, Ölvolumenstrom: 50 l/min) und 65 °C (Öldruck: 130 bar, Ölvolumenstrom: 35 l/min) durchgeführt. Die Veränderung der Ölkenwerte fällt bei der geringeren Ölbelastung deutlich niedriger aus. Ein Ölwechsel wird bei einem Anstieg der kinematischen Viskosität um 15 bis 20 % empfohlen. Die Darstellung enthält weiterhin Beispiele für die Veränderung der Oxidationsstabilität verschiedener Öle während der Belastung im Versuchsstand. Die Oxidationsstabilität wurde mit der Druck-DSC (Differential Scanning Calorimetry) ermittelt, bei der die sogenannte onset-Temperatur das Maß für die Oxidationsstabilität der Öle darstellt. Je höher die onset-Temperatur ist, um so größer ist die Oxidationsstabilität des Öls. Deren Abnahme war bei allen Testölen mit einem Anstieg der Viskosität und der Neutralisationszahl verbunden. Der Anstieg der Neutralisationszahl und der Viskosität fiel bei dem Mineralöl im Vergleich zu den biologisch schnell abbaubaren Ölen wesentlich geringer aus. Die Erkenntnisse solcher Versuche sollen zur Entwicklung eines Ölanalysesystems herangezogen werden.

Da bei einer direkten Messung mit einem Sensor nicht alle chemischen und physikalischen Vorgänge erfaßt werden können, muß man sich auf eine möglichst charakteristische Größe beschränken. Eine solche Messung kann folglich nicht alle „Schadensfälle im Öl“ erfassen. Eine

wichtige Größe, die zur Bewertung der Öle herangezogen wird, ist die Viskosität. Das Fraunhofer-Institut für Festkörpertechnologie in München hat einen Viskositätssensor als Labormuster entwickelt. Das Funktionsprinzip beruht auf der Anregung und Messung von elektroakustischen Scherwellen auf einem piezoelektrischen Substrat Quarz. Eine Flüssigkeit auf der Bauelementoberfläche ändert die Ausbreitungsgeschwindigkeit und Amplitude dieser Wellen. Für Newtonsche Flüssigkeiten ist der Meßeffect proportional zu  $\sqrt{\eta \cdot \rho}$  ( $\eta$ : dynamische Viskosität,  $\rho$ : Dichte). Dieser Sensor (Oberflächenwellensensor) wird mit einer indirekten Methode zur Bestimmung des Ölzustandes verknüpft (Bild 2). Als maßgebende Größen für die Bewertung der Ölbelastung wird neben der Viskosität die Betriebstemperatur des Öls im Tank permanent gemessen. Das System enthält außerdem programmierte Informationen über das Hydrauliksystem (Maschinentyp, Ölorte, Ölmenge). Zur Auswertung dieser Informationen hinsichtlich der Beurteilung des Ölzustandes wird die unscharfe Logik (englisch Fuzzy Logic) herangezogen. Sie ermöglicht die Verarbeitung verbaler unscharf vorliegender Informationen mit mathematisch exakten Mitteln. Ein Beispiel für eine solche Information ist: „Das Öl altert schnell bei hohen Temperaturen“ oder „Die Standzeit erhöht sich bei geringen Umwälzraten des Öls“. Diese Vorgehensweise zur Beurteilung des Ölzustandes ermöglicht die Einbindung von Expertenwissen der Öl- und Maschinenhersteller sowie der Anwender.

### Ausblick

Für die Entwicklung einer im Fahrzeug integrierten Ölzustandskontrolle sind weiterführende Untersuchungen notwendig, um die Charakterisierung der Ölalterung

durch ausgewählte Kennwerte wie die Ölviskosität zu überprüfen. In den für die Zukunft geplanten Forschungsarbeiten sollen weitere Sensoren (etwa kapazitive Meßverfahren) und Auswertungssysteme, die auf einem Expertenwissen basieren, für den Einsatz in Hydrauliksystemen angepaßt und deren Zuverlässigkeit bei verschiedenen chemischen Vorgängen in den Ölen untersucht werden. Ziel ist zunächst die Anwendung bei den biologisch schnell abbaubaren Getriebe- und Hydraulikölen. Nach den bisherigen Ergebnissen ist zu erwarten, daß in vielen Fällen eine kontrollierte Verlängerung der bisherigen Ölwechselintervalle möglich ist. Treten vorzeitige Alterungserscheinungen im Öl auf, werden diese vor dem Entstehen von Schäden an den Getriebe- und Hydraulikkomponenten erkannt. Die Übertragung auf weitere Anwendungen (Motorenöle, andere Grundöle und Additive) ist zu überprüfen.

### Literatur

- [1] Weismann, P.: Zustandsabhängige Instandhaltung und Ölwechselverlängerung durch Ölanalysen. Antriebstechnik 36 (1997), H. 7, S. 47 – 52
- [2] Römer, A.: Hydrauliköle auf der Basis nachwachsender Rohstoffe. Landtechnik 52 (1997); H. 5, S. 244 – 245
- [3] Kempermann, C.; A. Remmelmann und M. Werner: Perspektiven für die umweltschonende Hydraulik. Ölhydraulik und Pneumatik 41 (1997), H. 5, S. 353 – 367
- [4] Widmann, B.: Bewährungsprobe bestanden. Landtechnik 52 (1997), H. 2, S. 66 – 67

## Schlüsselwörter

Hydrauliköl, Ölwechselintervall

## Keywords

Hydraulic oil, oil change intervals

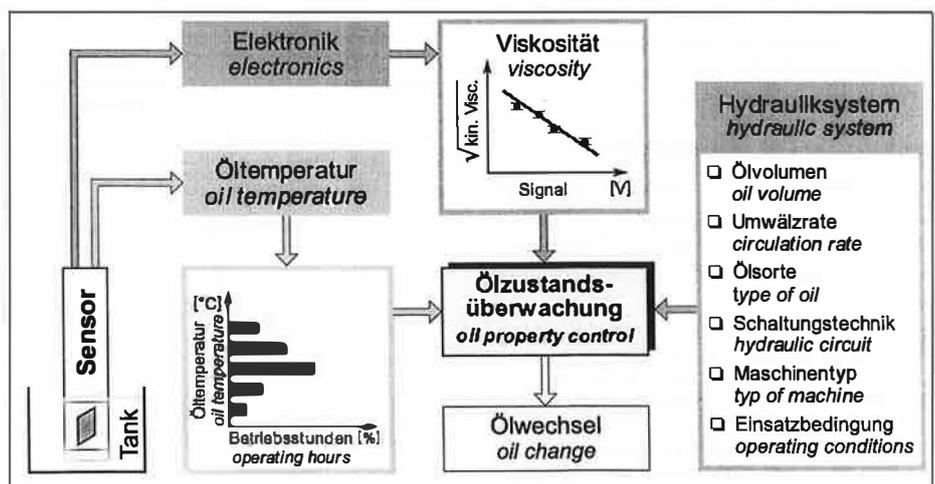


Bild 2: Schematische Darstellung einer Ölzustandsüberwachung

Fig. 2: Schematic presentation of oil status control