

# Messung des Verschäumungsverhaltens von Mobilhydraulikölen

*Hydraulische Antriebe in mobilen Arbeitsmaschinen sind auf eine gute Ölqualität angewiesen. Der Komponente Hydrauliköl wird daher seit Jahren eine zunehmende Bedeutung zuteil. Unter anderem wird der Einfluss von freier Luft im Öl auf die Betriebseigenschaften der Hydrauliköle als wichtig eingestuft. Im vorliegenden Beitrag wird auf eine neue Messmethodik eingegangen, die die Neigung eines Öls zur Schaumbildung charakterisiert. Die vorgestellte Messmethodik ist speziell auf den Anwendungsfall eines Öls in mobilhydraulischen Systemen abgestimmt und bietet gegenüber herkömmlichen Methoden erweiterte Möglichkeiten zur Ölbewertung.*

In hydraulischen Systemen ist das Öl eine zentrale Komponente. Es dient neben der Hauptaufgabe, der Leistungsübertragung, auch zur Kühlung und Schmierung. Mehrere Betriebseigenschaften des Hydrauliksystems sind direkt abhängig von den Stoffparametern des Hydrauliköls. So sind unter anderem die Öldichte, die Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur, die Verträglichkeit des Öls mit den verschiedenen Werkstoffen einer Anlage, das Luftabscheidungsvermögen und die Neigung zur Schaumbildung und Stabilisierung wichtige Öleigenschaften.

Vor dem Hintergrund, dass beispielsweise in Traktoren ein gemeinsamer Ölhaushalt für die Versorgung von Arbeitshydraulik und Getriebe weit verbreitet ist, bereitet es häufig Probleme, dass die Ölumlaufrzeiten sehr kurz sind. Dies bedeutet, dass die mittlere Verweildauer des Öls im Vorratsbehälter im Bereich von wenigen Sekunden liegen kann. Dies hat die negative Folge, dass zusätzliche freie Luft im Öl nicht aus diesem abgetrennt werden kann.

Ein hoher Anteil dieser ungelösten Luft kann dann sogar zu einem Verschäumen des Öls führen. Wird ein Öl-Luft-Gemisch von der Hydraulikpumpe angesaugt, kann es zu erweiterten Problemen wie Komponentenschäden und erhöhter Schwindungsanfälligkeit im Hydrauliksystem kommen. Bild 1 zeigt die verschiedenen Zustandsformen von Luft im Öl. Ab einem Luftgehalt von etwa 50 % freier Luft wird nicht mehr von einer

Dispersion, sondern von Schaum gesprochen [1].

Das Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der Technischen Universität Braunschweig beschäftigt sich mit den negativen Folgen aufgrund eines erhöhten Anteils an ungelöster Luft im Hydrauliköl. Ein spezielles Augenmerk wird dabei auf das Verschäumungsverhalten von Mobilhydraulikölen gelegt. Als Ergänzung zu herkömmlichen Schaumtestmethoden (ASTM-Test [2], Flender-Test [3] oder das Schaumtestkonzept der Ruhr-Universität Bochum [4]) ist ein neuartiges Messverfahren entwickelt worden, welches das Schaumverhalten von verschiedenen Ölen in mobilhydraulischen Systemen praxisnah abbildet. Die neue Messmethodik wird in einem Laborgerät angewandt, welches zunächst auf Initiative der Volkswagen AG Wolfsburg für Schmieröle aufgebaut worden ist. Für die Messung und Charakterisierung von Mobilhydraulikölen wurde dann durch Variation des hydraulischen Kreislaufs und durch Anpassung des Messablaufs ein vollkommen verändertes Gerät aufgebaut. Der Neuaufbau und die Anpassungen wurden vom Fluidtechnikfonds des VDMA unterstützt. Mit Hilfe der definierten Messmethodik im Laborgerät kann bei sorgfältiger Reinigung der Anlage bei Ölwechsel nun das Schaumverhalten der Öle aus Traktoren und Landmaschinen reproduzierbar nachgewiesen werden. Reproduzierbare Messbedingungen sind deshalb relevant, weil der Zustand von freier und un-

Dipl.-Ing. Julia Lechnitz ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der TU Braunschweig (Leiter: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. H.-H. Harms), Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig; e-mail: [j.lechnitz@tu-bs.de](mailto:j.lechnitz@tu-bs.de)

## Schlüsselwörter

Mineralöl, Luft im Öl, Ölschaum Messung, Mobilhydrauliksysteme

## Keywords

Petroleum based oil, air in oil, measuring foam, mobile hydraulic systems

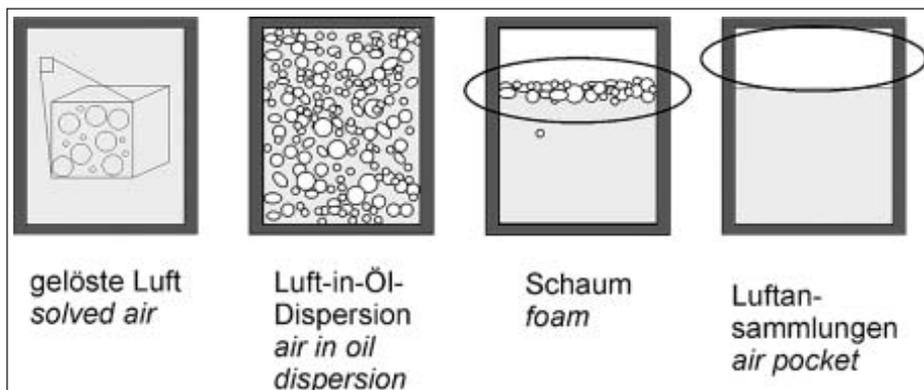


Bild 1: Zustandsformen von Luft im Hydrauliköl

Fig. 1: Different states of air in hydraulic oil

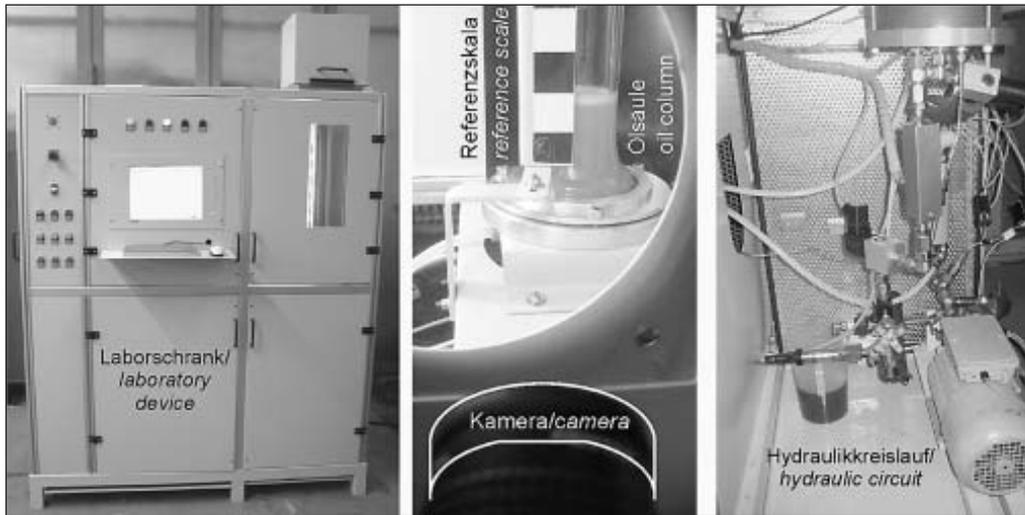


Bild 2: Fotos des Laborschrankes zur Verschäumungsmessung

Fig. 2: Pictures of the laboratory device for foam measuring

gelöster Luft im Öl sehr stark von den Rahmenbedingungen wie Temperatur, Druck, Luftfeuchte, Strömungszuständen und Ölzusätzen abhängig ist. Leichte Änderungen der Testbedingungen führen zu einer Beeinflussung des Schaumaufbaus des Öls.

### Neuartige Messverfahren

Die Besonderheit des neu entwickelten Verfahrens ist, dass in einem Hydraulikkreislauf eine Ölprobe zirkuliert, die zunächst mit einem konstanten Luftgehalt versetzt wird. Aus der dann entstandenen Dispersion bildet sich je nach Öltyp und Ölzustand eine bestimmte Schaumstruktur auf der Öloberfläche. Nach einer definierten Zeit wird die Umwälzung beendet, die entstandene Schaumhöhe wird gemessen und der Schaum in seinem Zusammenfall charakterisiert. Bild 2 zeigt Fotos des Laborschrankes mit einem Blick auf die Ölensäule und den hydraulischen Kreislauf.

Mit der Messmethodik können einerseits frische Öle aus dem Fass verglichen werden. Andererseits können auch neue Ölformulierungen optimiert werden, indem das Zusammenspiel von unterschiedlichen Additiven überprüft wird oder auch die Wirkmengen von Schauminhibitoren abgemessen werden. Der vorgestellte Schaumtest bietet demnach die Möglichkeit, aussagefähige Kennwerte von Mobilhydraulikölen bezüglich des Schaumverhaltens zu bestimmen.

### Luftanteilsregelung und Schaumaufbau

Der Anteil an freier Luft im Hydrauliköl wird im Laborgerät auf 5 Vol.-% (bei 50 °C bezogen auf 1 atm) geregelt eingestellt. Dieser Luftanteil ist ein realistischer Grenzwert für den Anteil an freier Luft in einem Mobilhydrauliksystem. Die Regelung des Anteils an ungelöster Luft ist nur durch den Einsatz einer neuen Regelungsmethodik möglich, die einen Luftgehaltssensor einsetzt. Dieser Luftgehaltssensor misst online während des

Öl-Luft-Durchflusses den freien Anteil an Luft. Weicht der Ist- vom Sollwert ab, wird auf der Pumpensaugseite des Kreislaufs, einem speziellen Regelalgorithmus folgend, mehr oder weniger Luft in das System eingelassen, bis die Regelabweichung null ist. Die Messgenauigkeit des kapazitiven Luftgehaltssensors konnte durch Referenzversuche definiert werden und liegt im Bereich von  $\pm 1\%$ . Nachdem das Öl im Kreislauf mit Luft versetzt worden ist, bildet sich aus der Dispersion ein charakteristischer Schaum im Messzylinder. Bild 3 verdeutlicht diesen Schaumaufbau im Glaszylinder. Bild 3a) zeigt das Öl ohne freie Luft, Bild 3b) die Öl-Luft-Dispersion mit 5% freier Luft und Bild 3c) veranschaulicht, wie sich ein Schaum mit der Zeit über dem Öl aufbaut.

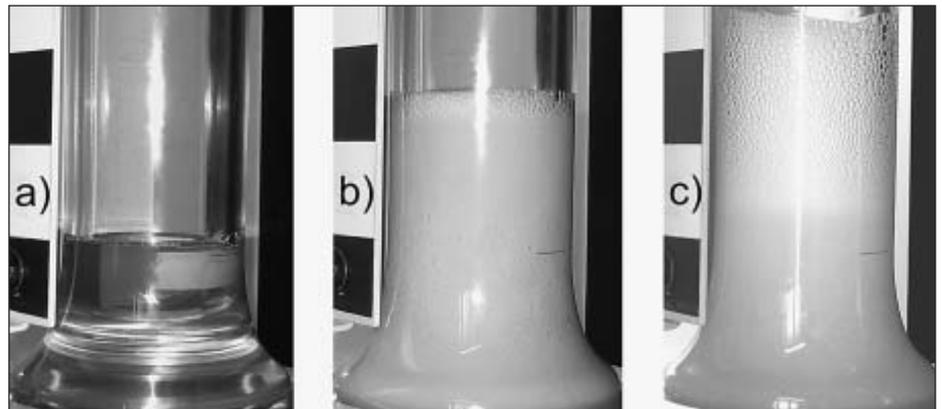


Bild 3: Schaumaufbau im Glaszylinder

Verhalten des Öls, kann ein Ölwechsel angemessen sein. Ergibt der Schaumtest keine außergewöhnlichen Ergebnisse, so ist eine erweiterte Ursachenanalyse bei der Fehlersuche im Aufbau des Hydrauliksystems sinnvoll. Insbesondere auch die Überprüfung des Schaumverhaltens während der Einsatzdauer einer Maschine kann wichtige Ergebnisse zur Eignung einer Ölfüllung für den Einsatz ergeben. Da bei mobilen Arbeitsmaschinen wie Traktoren durch das Wechseln von Anbaugeräten häufig auch noch eine Vermischung von Ölen während der Einsatzdauer einer Grundölfüllung erfolgt, können kritische Ölmischungen mit dem Schaumtest erkannt werden.

Fig. 3: Foaming in the glass cylinder

### Relevanz des Schaumtests für den Anwender

Für den Betreiber mobiler Maschinen bieten sich Möglichkeiten, verschiedene Öle aus der eingesetzten Hydraulikanlage vermessen zu lassen mit dem Ziel, eine Aussage über die Ölqualität zu erhalten. In der Konsequenz bedeutet dies, dass Probleme, die durch das Schäumen von Mobilhydrauliköl entstehen, definiert werden können. Zeigt sich im Labortest ein besonders schlechtes

### Literatur

- [1] Thoeness, H. W.: Zum Einfluss von Luft und Wasser. In: 2. Aachener-Fluidtechnische-Kolloquium, 1976
- [2] N.N.: ASTM D 892-02: Standard test method for foaming characteristics of lubricating oils, 2002
- [3] N.N.: Flender-Schaumtest. Friedrich Flender GmbH, Bocholt, 2001
- [4] Zander, R., P. Ruppenth, G. M. Schneider, H. Weingärtner, E. Rohne und J. Brandt: Neue Labormethode zur Beurteilung des Schaumverhaltens von Fluiden. Tribologie + Schmierungstechnik, 49 (2002), Nr. 1, S. 30-37