

Untersuchungen zur technischen Diagnose von Ölbadluftfiltern

Dipl.-Ing. H. Hennig, KDT/Dipl.-Ing. M. Klemm, KDT
Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung

1. Einleitung

Im Rahmen einer Forschungsaufgabenstellung zur technischen Diagnose an landtechnischen Arbeitsmitteln wurde eine Teilaufgabe zu Fragen der Ansaugluftreinigung formuliert. Eine wesentliche Forderung der Aufgabe bestand darin, für Ölbadluftfilter nach Möglichkeiten einer permanenten, von subjektiven Einflüssen freien Diagnose zu suchen. Hierzu wurde ein Forschungsprogramm erstellt, so daß durch systematische Untersuchungen im Labor und im praktischen Einsatz eine solche Diagnoseeinrichtung konzipiert werden konnte.

2. Ergebnisse der Untersuchungen

2.1. Einfluß der Verschmutzung auf ausgewählte Ölparameter von Luftfilterölen

Während der Getreideernte 1983 wurden über einen längeren Zeitraum der Einfluß der Verschmutzung auf ausgewählte Ölparameter sowie die Wechselwirkung von Arbeitsbedingungen und Filterzustand an Ölbadluftfiltern von Mähdreschern E512 analysiert. Im Ergebnis dieser Untersuchungen sind im Bild 1 die Dichte und die Viskosität und im Bild 2 der Aschegehalt und die mechanischen Verunreinigungen in Abhängigkeit von der Einsatzzeit dargestellt. Daraus lassen sich als wesentliche Erkenntnisse die Zunahme dieser Ölparameter mit zunehmender Einsatzzeit und aus der Höhe des Anstiegs die meßtechnisch günstigsten erfaßbaren Parameter ableiten.

2.2. Einfluß der Verschmutzung auf die Viskositätsänderung von Luftfilterölen unter Praxisbedingungen

Aufgrund des gerätetechnischen Aufwands zur Bestimmung der mechanischen Verunreinigung bzw. des Aschegehalts erfolgte bei allen weiteren Untersuchungen eine Analyse der Dichte- und Viskositätsänderung infolge der mit der zunehmenden Einsatzzeit verbundenen Schmutzaufnahme. Die durchgeführten Dichtemessungen erbrachten jedoch keine ausreichenden Hinweise für die weitere meßtechnische Erfäßbarkeit, da die Streuung der einzelnen Meßwerte in Abhängigkeit von der Einsatzzeit sehr hoch lag. Die

o. g. Untersuchungen wurden an zwei Traktoren ZT 303 bei der Bodenbearbeitung während der Frühjahrspflanzung 1984 durchgeführt. Dabei wurde der Traktor 1 zum Pflügen und der Traktor 2 zum Schälen eingesetzt. Der qualitative Verlauf der Viskosität des verwendeten Luftfilteröls MD 302 wird durch Bild 3 verdeutlicht. Neben dem Anstieg der Viskosität in Abhängigkeit von der Einsatzzeit ist auch die Abhängigkeit der Viskositätszunahme von den meteorologischen Bedingungen ersichtlich. Während sich zwischen der 5. und 9. Messung ein stetiger Abfall der Viskositätszunahme des Luftfilteröls durch vorherrschendes Regenwetter ergab, führte der während der Messungen 9 und 10 (189 und 216 Betriebsstunden) auftretende böige Wind zu einer Staubkonzentration im Ansaugbereich des Filters und damit zu einem Anstieg der Viskosität. Der während der 11. Messung (225 Betriebsstunden) wieder eintretende Abfall der Viskosität des Luftfilteröls um $9 \text{ mm}^2/\text{s}$ war durch Ausfällungen einzelner Schmutzbestandteile am Boden des Vorratsbehälters bei längeren Arbeitspausen bedingt.

Eine eindeutig steigende Tendenz des Verlaufs der Viskosität mit zunehmender Einsatzzeit ergaben die Untersuchungen beim Traktor 2, der zum Schälen eingesetzt wurde. Betrachtet man den Viskositätsverlauf des Luftfilteröls infolge der mit zunehmender Einsatzzeit verbundenen Verschmutzung bei verschiedenen Einsatztemperaturen, so erhält man die im Bild 4 dargestellten Ergebnisse. Wie die qualitativen Verläufe verdeutlichen, ist bei zunehmender Verschmutzung ein Anstieg der Viskosität bei der jeweils betrachteten Einsatztemperatur ersichtlich. Entsprechend den Kurvenverläufen kann man bei den Messungen 9 bis 11 (189 bis 225 Bh) davon ausgehen, daß schon bei einer Außenlufttemperatur von 10°C die Viskositätsgrenze von $2000 \text{ mm}^2/\text{s}$ überschritten wird. Die Folge ist ein wesentlich geringerer Filterwirkungsgrad, da durch die fehlende Benetzung des Kokosfasereinsatzes mehr und größere Partikel in den Verbrennungsraum mitgerissen werden.

2.3. Einfluß der Temperatur auf die Viskosität der in der Praxis häufig verwendeten Luftfilteröle

Um die einwandfreie Funktion der eingesetzten Ölbadluftfilter zu garantieren, wird von den Filterherstellern die Viskosität des Luftfilteröls im Bereich von 200 bis $2000 \text{ mm}^2/\text{s}$ vorgegeben. Da es kein spezielles Luftfilteröl gibt, empfiehlt der Hersteller entsprechend der Außenlufttemperatur (Jahreszeit) ein höher- oder niederviskoses Luftfilteröl. Ziel weiterer Untersuchungen war es deshalb, die Viskositätsverläufe in Abhängigkeit von der Ötemperatur von in der Praxis am häufigsten eingesetzten Luftfilterölen zu analysieren (Bild 5). Berücksichtigt man, daß die Ötemperatur im Filter des Mähdreschers E512

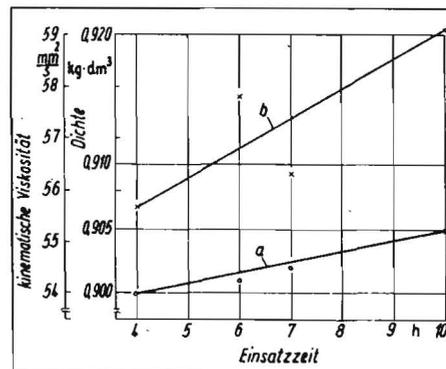


Bild 1. Dichte und Viskosität in Abhängigkeit von der Einsatzzeit; a Dichte, b kinematische Viskosität

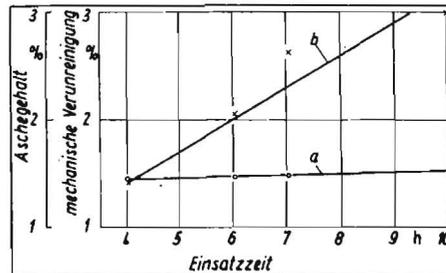
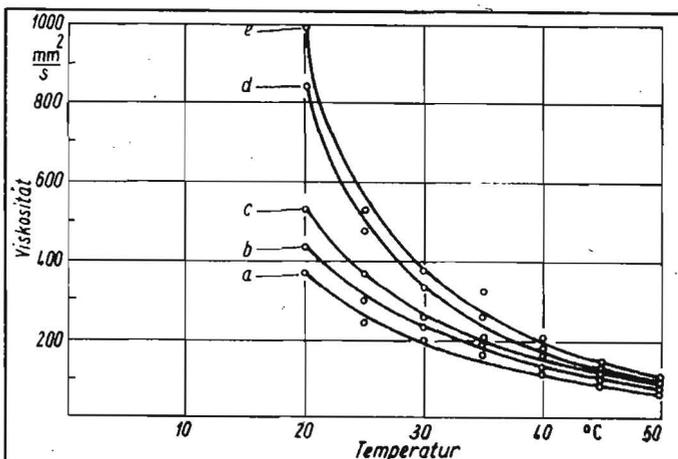
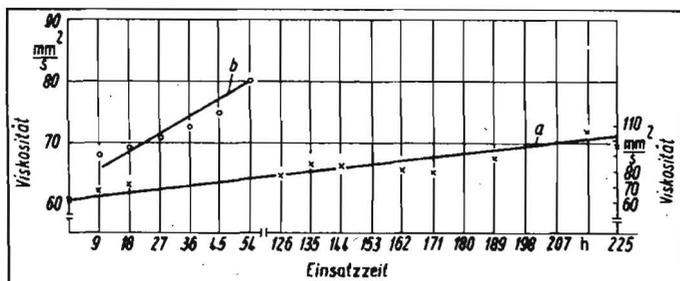


Bild 2. Aschegehalt und mechanische Verunreinigungen in Abhängigkeit von der Einsatzzeit; a Aschegehalt, b mechanische Verunreinigungen

Bild 4. Viskositätsverlauf des Filteröls des Traktors 1 mit zunehmender Verschmutzung in Abhängigkeit von der Einsatztemperatur; a unverschmutzt, b nach 18 Betriebsstunden, c nach 189 Betriebsstunden, d nach 216 Betriebsstunden, e nach 225 Betriebsstunden

Bild 3. Qualitativer Verlauf der Viskosität des Luftfilteröls MD 302 in Abhängigkeit von der Einsatzzeit; a Traktor 1, b Traktor 2



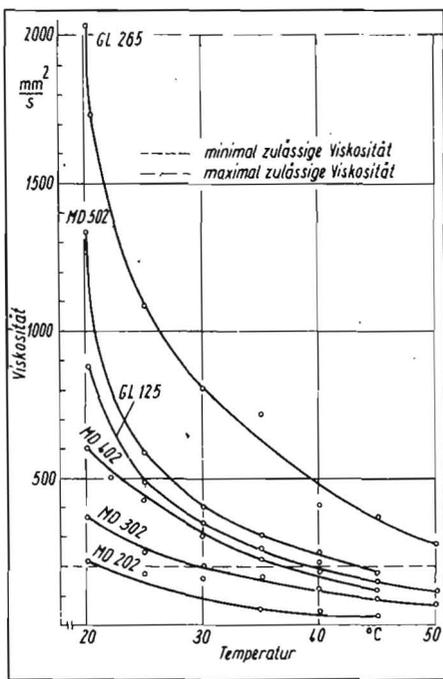
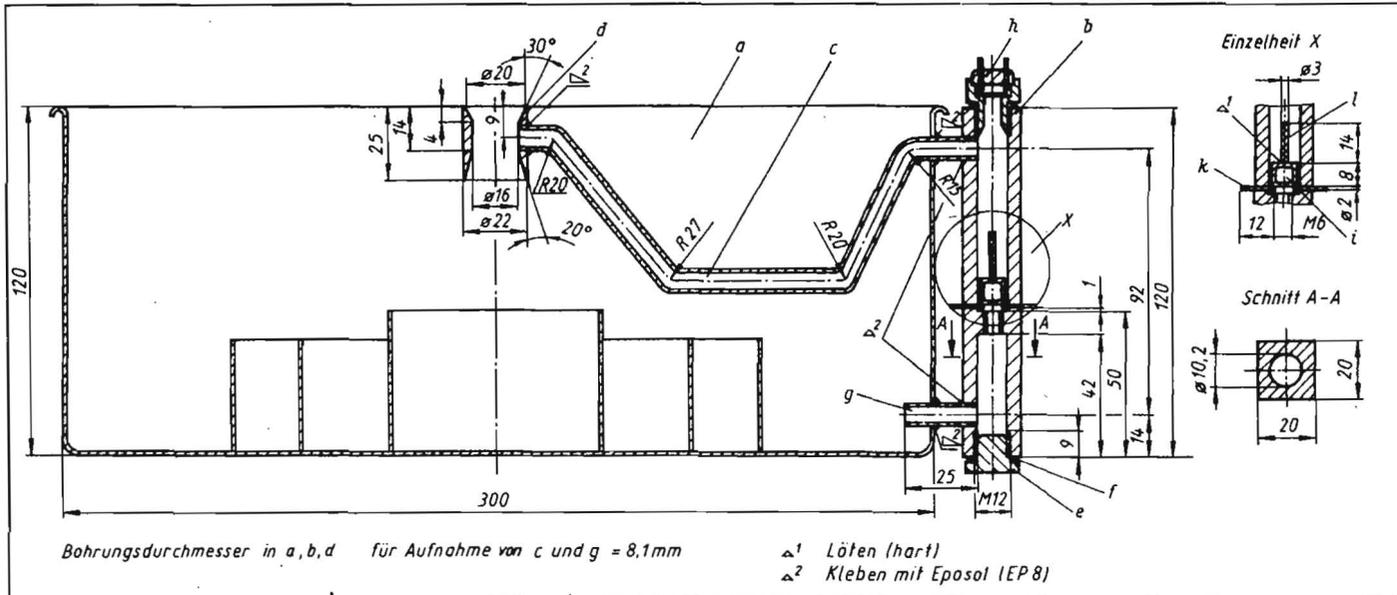


Bild 5. Viskositätsverläufe der in der Praxis am häufigsten eingesetzten Mineralöle in Abhängigkeit von der Temperatur

nach einer Einsatzzeit von rd. 3 h bereits höher als die Außenlufttemperatur liegt und die danach durchschnittliche Temperaturdifferenz zwischen der Außenluft- und der Öltemperatur 8 K beträgt, ergeben sich für die Praxis wichtige Hinweise zur Wahl des Luftfilteröls. Das im Ölbadluftfilter des Mähreschers E512 verwendete Luftfilteröl erfüllt damit schon bei einer Außenlufttemperatur von 30°C nicht mehr die gestellten Anforderungen, da der Grenzbereich der Viskosität von 200 mm²/s unterschritten wird. Die Folgeerscheinung ist das Mitreißen des Öls durch die Ansaugluft in den Verbrennungsraum und die damit verbundene Abnahme des Filterwirkungsgrades.

3. Diagnosemethoden von Ölbadluftfiltern
Prinzipiell ist festzustellen, daß sich an der Diagnose von Ölbadluftfiltern keine qualitativen Veränderungen vollzogen haben. Die

Bild 6. Erprobungsmuster der Wartungsanzeige; a Ölbehälter, b Gehäuse, c Düsenrohr, d Venturidüse, e Sechskantschraube, f Dichtung, g Saugrohr, h Kontaktschalter, i Schwimmkörper, k Kontaktplatte, l Kontaktstift



nach wie vor subjektiven Zustandsbestimmungen (Reinigungsintervalle) werden nach Kühnen [1] im wesentlichen vorgenommen, wenn

- die vom Fahrzeughersteller festgelegten Reinigungsintervalle erreicht werden
- die zulässige Eindringtiefe (max. 30 mm) im Filtereinsatz überschritten wird
- die Schmutzablagerungen am Boden des Ölbehälters eine Höhe von 1 cm übersteigen
- das Öl im Ölbehälter wesentlich dickflüssiger als das neue Öl geworden ist
- der Ölstand im Ölbehälter den Wert der Marke „OIL“ übersteigt (z. B. durch eingedrungenes Wasser).

Diese Grenzwerte können jedoch nur nach der Demontage des Filters überprüft werden. Versuche, durch Unterdruckmessung im Ansaugkanal, ähnlich dem Wartungsschalter im Trockenluftfiltersystem, den Verschmutzungszustand zu messen, verliefen negativ. Lediglich beim Unterschreiten des Grenzbereichs der Viskosität von 200 mm²/s ist ein leichter Druckanstieg infolge starken Benetzens des Filtereinsatzes feststellbar. Die in [2] vorgeschlagene Diagnose von Ölbadluftfiltern nach o. g. Meßprinzip hat sich damit als nicht sinnvoll herausgestellt. Der angegebene Grenzbereich des Unterdrucks von 3,4 bis 5,8 kPa läßt lediglich eine Aussage über eine schlecht gepflegte Luftfilteranlage zu.

4. Konzept einer Prüfmethode zur Erfassung von Störzuständen an Ölbadluftfiltern

Bei der Erarbeitung einer Prüfmethode fanden nach den vorangegangenen Untersuchungen folgende Schwerpunkte Berücksichtigung:

- Mitreißen des Luftfilteröls
- Beschädigungen am Ansaugluftsystem
- Ölverschmutzung.

Ausgangspunkt für die Entwicklung der im Bild 6 dargestellten Wartungsanzeige [3] war, daß mit zunehmender Verschmutzung die Viskosität des Luftfilteröls zunimmt. Als Meßprinzip wurde die Tatsache genutzt, daß Flüssigkeiten, wenn sie durch einen definierten Strömungsquerschnitt fließen, aufgrund

ihrer inneren Reibung (Viskosität) unterschiedlich schnell fließen. Zur Erzielung eines Ölumlafs durch einen definierten Querschnitt wurde deshalb am Ölbehälter eine Rohrleitung vom Ölbad bis zum Diffusor des Luftfilters eingebracht. Durch das Vorbeiströmen der Ansaugluft im Diffusor am Rohrlaufende entsteht in der Rohrleitung ein statischer Unterdruck, der bei entsprechend hoher Luftgeschwindigkeit (Venturidüse) so weit ansteigt, daß ein Ölmlauf zustande kommt. In der Konstruktion wurde der Ölmlauf so bemessen, daß er bei einer Motordrehzahl von 90% der oberen Leerlaufdrehzahl erreicht wird. Damit ist gleichzeitig die Diagnose des Ölbadluftfilters möglich, wenn seine Funktion durch das Ansaugen von Nebenluft bzw. von fehlendem Öl beeinträchtigt wird.

Der Prüfvorgang erfolgt so, daß durch das schlagartige Erhöhen der Drehzahl von der unteren auf die obere Leerlaufdrehzahl der Ölstand in der Rohrleitung so lange steigt, bis schließlich der Ölmlauf erreicht wird. Als Diagnoseparameter wird mit Hilfe einer Stoppuhr die Zeit des Ölanstiegs vom unteren Ölstand (untere Leerlaufdrehzahl) bis zum Ölmlauf vorgegeben. Sie ist Ausdruck für die Viskositätshöhe des Öls und kann durch das Einschrauben von Düsen (Einschnürung des Rohrquerschnitts) in die Rohrleitung optimiert werden. Die Erfassung der jeweiligen Ölstände erfolgt durch eine Schwimmerschaltung.

Zur Diagnose kann aufgrund der durchgeführten Laboruntersuchungen die Fallzeit des Schwimmers vom oberen zum unteren Ölstand ebenfalls herangezogen werden.

Literatur

- [1] Kühnen, N.: Probleme bei der Instandhaltung von Ölbadluftfiltern mit Axialzyklon. agrartechnik, Berlin 27 (1977) 9, S. 410-411.
- [2] Technologie für die Anwendung des Luftfilterprüfgerätes W50. Kraftverkehrskombinat Potsdam, Neuerervorschlag 1978 (unveröffentlicht).
- [3] WP F 02 M / 266 532 0. Anmeldetag: 23. August 1984. A 4475