

# Wie genau messen die in unseren Traktoren eingebauten Öldruckmanometer?

Dipl.-Ing. H. WOHLLEBE, KDT\*

Motoren mit Druckumlaufschmierung haben zur Überwachung des im Schmierölkreislauf herrschenden Öldrucks im allgemeinen ein an den Ölkreislauf angeschlossenes Kontrollinstrument. Oft werden dafür Manometer — meist Plattenfedermanometer, die besonders unempfindlich gegen Erschütterungen sind — verwendet. Auch bei Traktoren baut man sehr häufig Manometer ein, an die jedoch besonders hohe Anforderungen gestellt werden, da sie außer den auftretenden Erschütterungen sehr stark den in der Landwirtschaft herrschenden rauen Betriebsbedingungen ausgesetzt sind.

Die in der DDR hergestellten Traktoren sind alle mit Öldruckmanometern ausgestattet. Mit Ausnahme des RS 09 haben sie Plattenfedermanometer der Sächsischen Manometerfabrik Leipzig (Meßbereich 0 bis 16 kp/cm<sup>2</sup>, vom Hersteller angegebener Gerätefehler  $\pm 4\%$ ).

## 1. Aufgabenstellung

Bei den im Rahmen der neuen Pflegeordnung für Traktoren (TGL 80-102:02) durchzuführenden Überprüfungen der Traktoren wird der Verschleißzustand des Kurbeltriebs durch Messung des im Schmierölkreislauf herrschenden Öldrucks ermittelt.

Um das Ergebnis der Überprüfung nicht von der meßtechnischen Seite aus zu verfälschen, war festzustellen, mit welcher Ungenauigkeit die in unseren Traktoren eingebauten Manometer den Öldruck messen. Zu dem Zweck wurde an 43 Traktoren RS 01/40 und RS 14/30 verschiedener Nutzungsdauer die Meßgenauigkeit der eingebauten Manometer ermittelt. Da sich bei dieser Untersuchung herausstellte, daß die Meßergebnisse der in den Traktoren eingebauten Manometer mit großen Fehlern behaftet sind, wurde im Anschluß daran die Meßgenauigkeit von 30 fabrikneuen Manometern untersucht.

## 2. Durchführung der Untersuchung

Die Feststellung der Meßgenauigkeit bereits längere Zeit im Gebrauch befindlicher Manometer erfolgte durch Vergleichsmessungen mit einem geeichten Manometer, das an den Ölkreislauf der Motoren angeschlossen wurde. Die Messungen wurden jeweils bei einem Druck von 2 kp/cm<sup>2</sup> sowie bei der unteren und oberen Leerlaufdrehzahl des Motors durchgeführt. Die Kontrolle der Öltemperatur und der Drehzahl des Motors erfolgte mit Stabthermometer und Handtachometer.

Die Meßgenauigkeit der fabrikneuen Manometer wurde auf einem Eichstand bei Drücken von 1,2 und 4 kp/cm<sup>2</sup> ermittelt. Aus den Meßwerten konnten jeweils für die entsprechenden Drücke die Meßfehler der Manometer errechnet werden.

## 3. Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden nach den üblichen statistischen Verfahren ausgewertet [1].

Tafel 1. Gruppierung der festgestellten prozentischen Fehler bei einem Druck von 2 kp/cm<sup>2</sup> für gebrauchte Manometer

Variationsbreite: -66% ... +100%  
Klassenzahl: 6  
Klassenbreite: 27,66%

Klasse	prozentischer Fehler fp [%]	Anzahl je Klasse	Klassenhäufigkeit p [%]
1	-66,00 ... -38,34	3	6,98
2	-38,34 ... -10,68	10	23,2
3	-10,68 ... +16,98	16	37,2
4	+16,98 ... +44,64	11	25,65
5	+44,64 ... +72,30	2	4,65
6	+72,30 ... +100,00	1	2,32

\* Institut für Landmaschinentechnik der Technischen Universität Dresden (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. GRÜNER)

<sup>1</sup> Nach TGL 80-102:02 ist der zulässige Öldruck für unsere Traktoren bei unterer Leerlaufdrehzahl des Motors und 50 °C Öltemperatur je nach Traktortyp mit 1,0 kp/cm<sup>2</sup> bzw. 1,2 kp/cm<sup>2</sup> festgelegt.

Tafel 2. Aufteilung der untersuchten gebrauchten Manometer entsprechend ihres Meßfehlers auf markante Fehlerbereiche

Fehlerbereich [%]	Anteil der Manometer [%]
$\pm 4$	10,0
$\pm 5$	13,0
$\pm 10$	26,5
$\pm 20$	49,0
$\pm 50$	90,0

## 3.1. Gebrauchte Manometer

Die bei einem Öldruck von 2 kp/cm<sup>2</sup> festgestellten prozentischen Fehler wurden in Klassen eingeteilt (Tafel 1). Mit Hilfe der Klassenhäufigkeitswerte konnte die Fehlerverteilungskurve gezeichnet werden (Bild 1). Es ist ersichtlich, daß die ermittelten Meßfehler bei einem Druck von 2 kp/cm<sup>2</sup> in einem Bereich von -66% bis +100% liegen; die Meßwerte also ganz erheblich streuen. Der mittlere Fehler der Manometer bei diesem Druck beträgt  $\pm 28\%$ .

In Tafel 2 ist für einige markante Fehlerbereiche angegeben, bei wieviel Prozent der untersuchten Manometer der Fehler jeweils in den einzelnen Bereichen liegt.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß nur bei 10% der geprüften Manometer der Meßfehler innerhalb der vom Hersteller angegebenen Fehlergrenze von  $\pm 4\%$  liegt. Selbst wenn man für die Öldruckmessung einen Fehler von  $\pm 10\%$  zuläßt, wären noch 73,5% der untersuchten Manometer unbrauchbar.

Da die Vergleichsmessungen sowohl bei der unteren als auch bei der oberen Leerlaufdrehzahl des Motors erfolgten, konnte auch ermittelt werden, ob der Meßfehler der Manometer von der Größe des Öldrucks abhängig ist (Bild 2). Es zeigt sich, daß der Meßfehler mit zunehmendem Öldruck kleiner wird. Im Bereich niedriger Öldrücke zeigen also die in den Traktoren eingebauten Öldruckmanometer im allgemeinen einen etwas höheren Druck an. Weiterhin geht aus Bild 2 hervor, daß sich die Variationsbreite (Bereich, in dem die festgestellten Fehler der Manometer liegen) mit zunehmendem Druck verringert. Bei niedrigen Öldrücken ist also die Streuung der Meßwerte besonders groß. Diese Tatsache ist sehr unange-

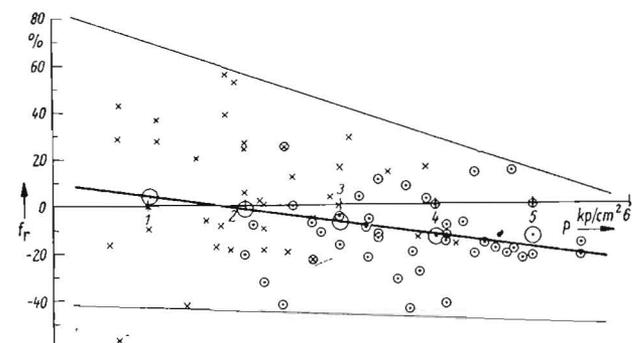
Tafel 3. Gruppierung der festgestellten prozentischen Fehler bei einem Druck von 2 kp/cm<sup>2</sup> für fabrikneue Manometer

Variationsbreite: -20% ... +25%  
Klassenzahl: 6  
Klassenbreite: 7,5%

Klasse	prozentischer Fehler fp [%]	Anzahl je Klasse	Klassenhäufigkeit p [%]
1	-20,0 ... -12,5	3	10,0
2	-12,5 ... -5,0	8	26,72
3	-5,0 ... +2,5	10	33,3
4	+2,5 ... +10,0	6	20,0
5	+10,0 ... +17,5	2	6,65
6	+17,5 ... +25,0	1	3,33

Bild 2. Abhängigkeit des Meßfehlers vom Öldruck (gebrauchte Manometer);

x Öldruck bei unterer Leerlaufdrehzahl  
o Öldruck bei oberer Leerlaufdrehzahl  
O Klassenmittelwerte



nehm, weil für den Praktiker die Werte im Bereich niedriger Öldrücke, also in der Nähe des zulässigen Öldrucks, besonders wichtig sind.<sup>1</sup>

### 3.2. Fabrikneue Manometer

Die Auswertung der bei fabrikneuen Manometern gefundenen Ergebnisse erfolgte in der gleichen Weise wie bei gebrauchten Manometern (Tafel 3, Bild 3). Man erkennt, daß die Meßfehler nicht so sehr streuen wie die von gebrauchten Manometern (-20% bis +25%, gegenüber -66% bis +100%). Der mittlere Fehler der fabrikneuen Manometer bei 2 kp/cm<sup>2</sup> beträgt ±9,9%.

Die Aufteilung der untersuchten neuen Manometer entsprechend ihrem festgestellten Meßfehler auf einige markante Fehlerbereiche enthält Tafel 4.

Es sei darauf hingewiesen, daß die neuen Manometer keine Angabe des Herstellers über ihren größtmöglichen Meßfehler enthielten. Bild 4 zeigt die Abhängigkeit des Meßfehlers der fabrikneuen Manometer von der Höhe des Druckes (die Fehler der einzelnen Manometer wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht eingezeichnet, sondern jeweils nur die Klassennittelwerte). Auch bei neuen Manometern werden mit zunehmendem Öldruck Meßfehler und Variationsbreite kleiner.

Tafel 4. Aufteilung der untersuchten fabrikneuen Manometer entsprechend ihres Meßfehlers auf markante Fehlerbereiche

Fehlerbereich [%]	Anteil der Manometer [%]
± 5	50,0
± 10	76,5
± 20	96,7

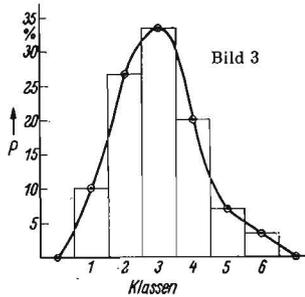
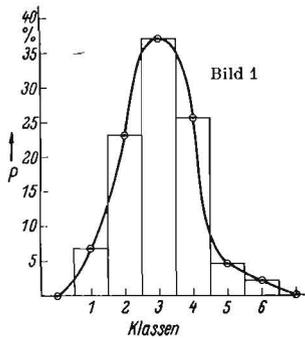


Bild 1. Fehlerverteilungskurve der Messungen bei einem Öldruck von 2 kp/cm<sup>2</sup> (gebrauchte Manometer)

Bild 3. Fehlerverteilungskurve der Messungen bei einem Öldruck von 2 kp/cm<sup>2</sup> (fabrikneue Manometer)

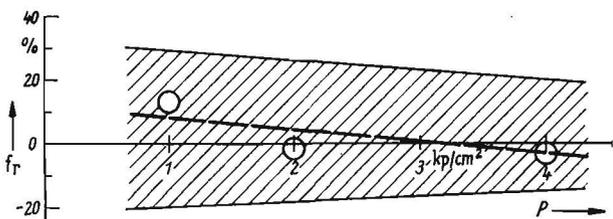


Bild 4. Abhängigkeit des Meßfehlers vom Öldruck (fabrikneue Manometer); O Klassennittelwerte

### 4. Schlußfolgerungen

Die Vergleichsmessungen zeigen, daß die Meßgenauigkeit der in den Traktoren eingebauten Öldruckmanometer wesentlich zu groß ist. Auch fabrikneue Manometer weisen bereits erhebliche Meßgenauigkeiten auf. Die erhöhte Meßgenauigkeit der Manometer tritt jedoch erst während des Betriebes ein. In vielen Fällen dürfte die Ursache in Überlastungen (besonders im Winter bei tiefen Temperaturen unmittelbar nach dem Kaltstart, in Verbindung mit falsch eingestelltem Überdruckventil) zu suchen sein. Aber auch Abnutzungserscheinungen am Gestänge des Manometers (zur Kraftübertragungen von der Membran zum Zeiger) in Folge atmosphärischer Einwirkungen (Staub, Feuchtigkeit) werden zu der festgestellten hohen Meßgenauigkeit beitragen.

Als Schlußfolgerung ergibt sich daraus, daß die in den Traktoren eingebauten Manometer für genaue Öldruckmessungen, so wie sie im Rahmen der neuen Pflegeordnung zur Beurteilung des Kurbeltriebes vorgenommen werden, völlig unbrauchbar sind. Es ist dazu unbedingt ein geeichtes Manometer an den Ölkreislauf der Motoren anzuschließen (Anschlußmöglichkeit an der Stelle, wo das im Traktor eingebaute Manometer an den Ölkreislauf angeschlossen ist).

Auch für die laufenden Öldruckkontrollen wird die Brauchbarkeit dieser Manometer in Folge ihrer großen Meßgenauigkeiten sehr stark eingeschränkt.

Da es schwierig sein wird, ein geeignetes Manometer, das trotz der rauen Betriebsbedingungen noch eine ausreichende Meßgenauigkeit aufweist, zu finden (auf jeden Fall wäre ein solches Manometer auch erheblich teurer), sollte man zur Überwachung des Öldrucks eine Kontrolleuchte verwenden, wie sie bei vielen anderen Traktorentypen und Pkw mit Viertaktmotoren üblich ist. Eine solche Kontrolleuchte ermöglicht eine mindestens ebenso genaue Öldruckkontrolle wie die herkömmlichen Manometer, wobei jedoch die Herstellungskosten einer Kontrolleuchte wesentlich geringer sein werden.

Zufolge ihrer einfachen Bauweise dürfte sie außerdem auch störanfälliger als ein Manometer sein (Wegfall des Gestänges). Aus diesem Grund ist damit sogar eine etwas genauere Öldruckkontrolle zu erwarten. Die Kontrolleuchte ist auf einen bestimmten Druck eingestellt und verlöscht, wenn im Schmierölkreislauf des Motors dieser Druck vorhanden ist.

Zur laufenden Kontrolle, ob im Schmierölkreislauf ein ausreichender Öldruck vorhanden ist, reicht dieses einfache und billige Kontrollinstrument vollkommen aus. Ein am Traktor vorhandenes Öldruckmanometer hat zwar den Vorteil, daß ein Fachmann außer von der Größe des Öldrucks auch aus dem Verhalten des Manometerzeigers bei Erhöhung der Motordrehzahl auf den Zustand der Lager des Kurbeltriebs schließen kann. Da man jedoch für die periodischen Überprüfungen ohnehin ein geeichtes Manometer, das an den Ölkreislauf angeschlossen wird, benötigt, kann das eingebaute Manometer ohne weiteres entfallen. Soll der Zustand des Kurbeltriebs festgestellt werden, läßt sich ohne große Mühe das geeichte Manometer an den Ölkreislauf anschließen.

Abschließend ergibt sich also an unsere Traktorenwerke der Hinweis, die in den Traktoren eingebauten Manometer wegen ihrer hohen Meßgenauigkeit durch eine Kontrolleuchte zu ersetzen, die in der Herstellung billiger und gegenüber den in der Landwirtschaft herrschenden Betriebsbedingungen störunanfälliger ist.

### Literatur

[1] REGGE, H.: Zur statistischen Auswertung von Versuchsergebnissen. Deutsche Agrartechnik, Berlin (1963) H. 1, S. 33 bis 36

A 5871

## Schweißungen

von Motorgehäusen aus Gußeisen und Alu

## Aufarbeitung

von Zahnrädern aller Art, Keilnuten und Schiebewellen



Ing. Arno Ackermann & Co., KG  
59 Eisenach (Thür.)