

Tafel 1. Meßfehler (Bezugsdrehzahl 2000 U/min, Winkelfenster 24 Grad, CPU-Systemtakt 407 ns ± 0,1%, Takt für Zeitmessung 814 ns ± 0,1 %, Zahnkranzfehler max. 0,5 Grad)

Winkelgeschwindigkeit	Beschleunigung
(bit- und Zeitfehler) rel. Fehler: 0,143 %	0,428 %

Berücksichtigung des digitalen Restfehlers möglich, die in Tafel 1 dargestellten Genauigkeiten zu erreichen. Der aufgeführte Fehler wird durch Fehler überlagert, die aus der verschleißbedingten Geometrie des Anlaserzahnkranzes resultieren.

Untersuchungen von zur Instandsetzung angelieferten Motoren haben ergeben, daß die Anlaserzahnkränze hauptsächlich im Einspurbereich verschleifen. Bedingt durch die Vorzugsstellung der Kurbelwelle eines in Ruhe befindlichen Motors, liegt der Einspurbereich außerhalb des für die Einzelzylinderbeschleunigung interessierenden Winkelfensters. Außerhalb des Einspurbereichs ist der Verschleiß minimal und gleichmäßig, so daß kaum Fehlereinflüsse ergeben. Im Bild 11 ist die Struktur der Software für das Meßverfahren dargestellt.

5. Zusammenfassung

Im Beitrag wurden einige Aspekte der Verwendung der Einzelzylinderbeschleunigung als Diagnoseparameter dargestellt, vor allem der Informationsgehalt dieses Parameters, der sich auf die Diagnose von Zündaussetzern bzw. ausgefallenen Zylindern und Fehlableich ohne Zylinderidentifizierung beschränkt. Weitergehende Informationen sind im Winkelgeschwindigkeitsverlauf enthalten.

Um diese Informationen nutzbar zu machen, sind tiefergehende Untersuchungen

- zur Modellierung des Drehschwingungsverhaltens eines Dieselmotors im instationären Betrieb und
- zum Einfluß von Funktions- und Strukturparametern auf den Gaskraftverlauf erforderlich.

Voraussetzung für eine Identifikation von Fehlern (Zylinderfüllung 0,5 bis 0,9) an einem bestimmten Zylinder ist die Kenntnis der Zusammenhänge zwischen den entsprechenden Gaskraftverläufen und dem resultierenden Drehschwingungsverhalten. Daran ist ein Algorithmus anzuschließen, der den resultierenden Winkelgeschwindigkeitsverlauf entsprechend analysiert. Die Einzelzylinderbeschleunigung, bestimmt aus einem Winkelfenster von 24 Grad oder größer, liefert diagnostische Informationen, die in Verbindung mit der Leistungsmessung zur Komplexdiagnose genutzt werden können.

Literatur

- [1] Maringer, A.: Verfahren zum Vergleich von einer leer laufenden Dieselmotorschleife gemessenen Maschinenzykluszeiten. Patentschrift DE 31 05 331. Ausgabetag: 2. Sept. 1982.
- [2] Mundt, M.; Spruch, W.: Diagnoseverfahren für das Leistungsvermögen von Verbrennungsmotoren. Patentschrift DD 244 638. Ausgabetag: 8. April 1967.
- [3] Zürner, H., u. a.: Verfahren zum Prüfen von luftverdichtenden, selbstzündenden Brennkraftmaschinen. Offenlegungsschrift DE 28 12 545. Ausgabetag: 18. Okt. 1979.
- [4] Murata, Y.; Nagoya, A.: Verfahren und Vorrichtung zur Überprüfung von Mehrzylindermaschinen hinsichtlich rauhen Leerlaufs. Offenlegungsschrift DE 31 04 698. Ausgabetag: 10. Mai 1982.
- [5] Quante, F.: Analyse der Winkelgeschwindigkeit von Verbrennungsmotoren zur Funktions-

überwachung der Zylinder. Offenlegungsschrift DE 31 50 085. Ausgabetag: 7. Juli 1983.

- [6] Brätsch, J.: Untersuchungen zur Einzelzylinderbeschleunigung an den Motoren 4 VD 14,5/12 SRW und D-50. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1988.
- [7] Nobis, G.: Diagnostik von Verbrennungsmotoren durch computergestützte Analyse der Kurbelwellenbewegung. Kraftverkehr, Berlin 30(1987)3, S. 100–102.
- [8] Schiroslawski, W.: Ermittlung der Leistungscharakteristik und Einzelzylinderbeschleunigung. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Forschungsbericht 1987 (unveröffentlicht).
- [9] Troppens, D.: Aufzeichnung der Drehmomenten-Drehzahl-Kennlinie beim Beschleunigungsvorgang von Antriebsmaschinen. Maschinenbautechnik, Berlin 26(1977)6, S. 271–274.
- [10] Schmidt, Linke: Drehschwingungsberechnung der Kurbelwelle des Motors 4 VD 14,5/12 SRW. VEB Dieselmotorenwerk Schönebeck 1965.
- [11] Krause, W.: Laborneinrichtung zur Bestimmung der winkelbezogenen Drehbeschleunigung von Fahrzeug-Kleindieselmotoren. TU Dresden, Diplomarbeit 1983 (unveröffentlicht).
- [12] Schiroslawski, W.; Pejša, L.: Verfahren und Einrichtung zur Messung des spezifischen Kraftstoffverbrauches von Verbrennungsmotoren. Patentschrift DD 259 685 A1. Ausgabetag: 8. April 1987.
- [13] Becherer, H.: Entwicklung eines rechnerunterstützten Verfahrens zur Technischen Diagnostik an Schiffsmaschinenanlagen mit Dieselmotoren auf der Grundlage von Drehgleichförmigkeitsmessungen. Ingenieurhochschule Warnemünde, Dissertation 1987.
- [14] Kozesnik, J.: Maschinendynamik. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1965.
- [15] Sperber, R.: Technisches Handbuch Dieselmotoren. Berlin: VEB Verlag Technik 1986.
- [16] Liebig, S.: Berechnung von Torsionsschwingungen in linearen Antriebssystemen. Programmsystem TUDMOT. TU Dresden 1980.

A 5824

Schadensanalyse an Dieseleinspritzpumpen in landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen

Lipl.-Ing. U. Walter, Techtronik Dresden GmbH

1. Einleitung

In der DDR-Landwirtschaft sind z. Z. etwa 200 000 Dieselmotoren im Einsatz. Weit über die Hälfte davon sind Motoren in Traktoren der ZT-Baureihe bzw. in Nutzkraftwagen W50/L60.

Im Bezirk Dresden, wo sich im Bereich der Landwirtschaft rd. 24 000 Dieselmotoren im Einsatz befinden, wurden im Jahr 1988 etwa 19 % des Gesamtbestands von Einspritzanlagen instand gesetzt bzw. regeneriert. Dabei ist zu beobachten, daß der Anteil der in den Kreisbetrieben für Landtechnik instand gesetzten Dieseleinspritzpumpen in den letzten Jahren zugenommen hat und die Anzahl der über die Versorgungsorganisation getauschten Dieseleinspritzpumpen zurückgegangen ist.

Bei den o. g. 19 % handelt es sich um völlig verschlissene bzw. verstellte Dieseleinspritzpumpen, die den Anforderungen des Nutzers in keiner Weise mehr genügen. Aussagen über Art und Häufigkeit der aufgetretenen Fehler, Defekte und Verstellungen können jedoch anhand der vorhandenen Zahlen

über die jährlich instand gesetzten Dieseleinspritzpumpen nicht getroffen werden.

Von der Techtronik Dresden GmbH (vorm. Wissenschaftlich-Technisches Zentrum Landtechnik Dresden) wurde deshalb im vergangenen Jahr eine Analyse zum Schädigungsverhalten von Einspritzsystemen erarbeitet. Mit ihr sollten die Art und die Häufigkeit von auftretenden Defekten und Verstellungen näher charakterisiert werden.

2. Hauptverschleißteile

Ausgangspunkt der Analyse zum Schädigungsverhalten war eine Befragung in 17 Werkstätten der Kreisbetriebe für Landtechnik, die Dieseleinspritzpumpen instand setzen, und in 14 LPG.

Ähnliche Untersuchungen wurden in ausgewählten Instandsetzungsbetrieben (Barkas-Vertragswerkstätten) des Bezirks Dresden durchgeführt. Dabei erhielten die zu bearbeitenden Dieseleinspritzpumpen eine Begleitkarte in Form eines Vordrucks, in die die konkreten Schädigungen eingetragen wurden. Insgesamt wurden auf diese Weise

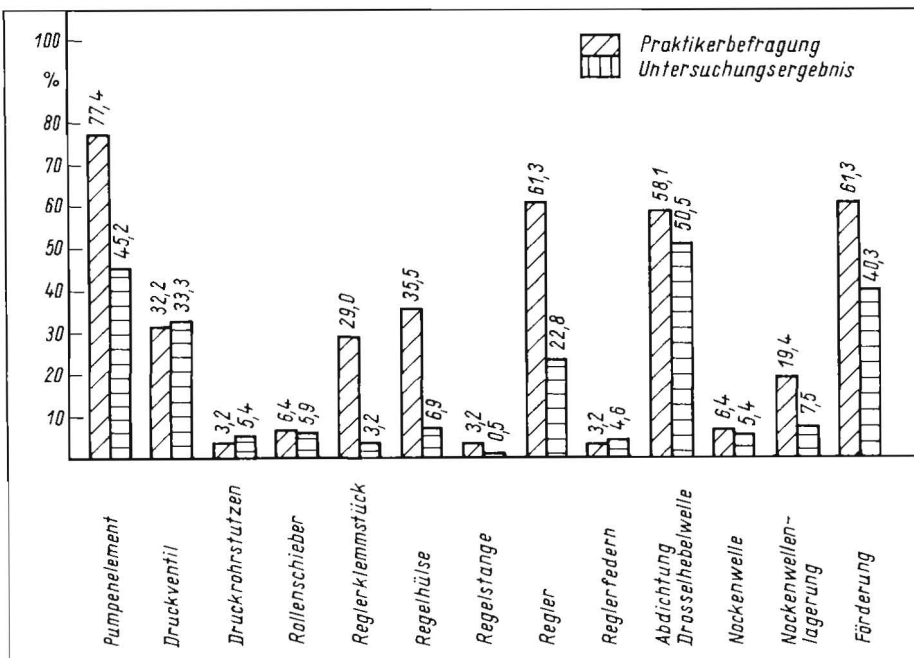
186 Dieseleinspritzpumpen untersucht (Bild 1) [1], wovon 160 Stück als bereits regenerierte Pumpen zur Instandsetzung kamen.

Wie im Bild 1 auch zu erkennen ist, wurde das Untersuchungsergebnis durch die Praktikerbefragung im wesentlichen bestätigt. Die Baugruppen Pumpenelement, Druckventil und Regler können als Hauptverschleißteile angesehen werden. Der relativ hohe prozentuale Anteil von Förderpumpe und Drosselhebelabdichtung ist vor allem darauf zurückzuführen, daß diese Baugruppen häufig vorbeugend gewechselt werden.

Nicht beachtet wurde aufgrund der Instandsetzungstechnologie eine Beurteilung des Zustands der Einspritzdüsen. Entsprechend den bisherigen Erfahrungen müssen jedoch der Verschleiß sowie der Einstellwert (Düsenöffnungsdruck) bei der Zustandsbeurteilung von Dieseleinspritzanlagen beachtet werden [2].

3. Häufig auftretende Verstellungen

Neben den aufgeführten Hauptverschleißtei-

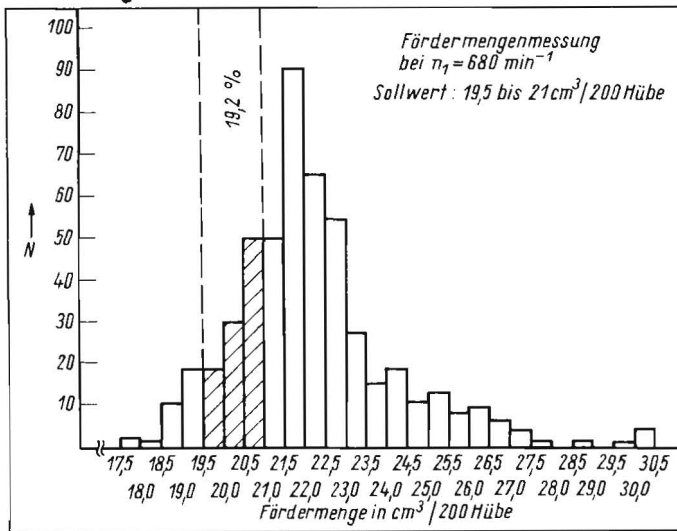


Positiv ist der Fakt zu werten, daß bei fast einem Drittel der Dieseleinspritzpumpen der Förderbeginn mit 24 °KW richtig eingestellt ist (Bild 3). Dieser Anteil der Verstellungen ist aber auch noch zu hoch, da diese einen negativen Einfluß auf solche wichtigen Kenngrößen, wie Leistung, spezifischer Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemission, ausüben.

Meßergebnisse über die Einstellung des Regelstangenwegs, der Abregeldrehzahl und der Angleichung bei Verstellreglern liegen z. Z. nicht vor. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, daß auch hier Verstellungen auftreten, die beachtet werden müssen [3].

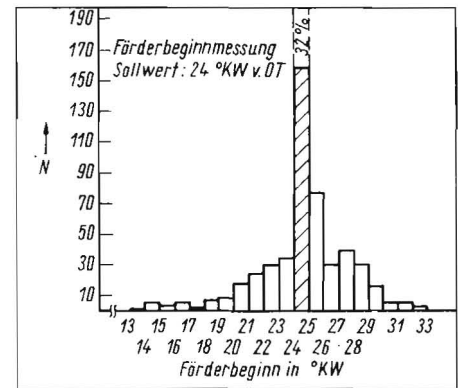
4. Zusammenfassung

Bei einer Schadensanalyse an 186 Dieseleinspritzpumpen von landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen wurden bestimmte Hauptverschleißteile definiert. Dazu gehören Pumpenelement, Druckventil und Einspritzdüse. Als wichtige Einstellkenngrößen wurden bei entsprechenden Messungen an 510 NKW W50 die Fördermenge und der Förderbeginn erkannt. Ebenfalls sich verstellende Kenngrößen sind die Reglereinstellung sowie der Nockenöffnungsdruck.



▲ Bild 1 Anteil verschlissener Bauteile von Dieseleinspritzpumpen (Basis: 186 untersuchte Dieseleinspritzpumpen, 31 Protokolle von Praktikerbefragungen)

◀ Bild 2 Statistische Verteilung der Fördermenge von 510 Dieseleinspritzpumpen
Bild 3 Statistische Verteilung des Förderbeginns von 510 Dieseleinspritzpumpen



len beeinträchtigen Verstellungen die Funktion der Einspritzanlage. Zu den am häufigsten verstellten Einstellwerten gehören der Förderbeginn und die Fördermenge.

In den Bildern 2 und 3 sind die Ergebnisse der Messungen an 510 NKW W50 aufgeführt. Die Ermittlung der dargestellten Werte erfolgte bei Hauptüberprüfungen in einem Kreisbetrieb für Landtechnik mit dem Diagnosesystem DS 1000. Dabei stellt die Auswertung der Fördermengenmessung den Mittelwert von den jeweils vier Fördereinheiten einer Dieseleinspritzpumpe dar. Der zulässige Toleranzbereich ist schraffiert gekennzeichnet, und die Anzahl der in dieses Toleranzfeld fallenden Einspritzpumpen wird prozentual angegeben. Besonders deutlich wird die Anzahl der zu hoch eingestellten Dieseleinspritzpumpen.

Unklarheiten herrschen jedoch bei der Angabe für die Ursachen von Fördermengenverstellungen. Bisher ist nicht nachgewiesen, ob sich die Verstellungen hauptsächlich aufgrund von Verschleißerscheinungen (besonders am Pumpenelement und am Druckventil) ergeben. Daß jedoch bei einer weiteren Untersuchung 106 von 129 Pumpen (82%) nicht ordnungsgemäß verplombt waren, spricht für sich. Bestätigt wurde diese Aussage durch eine Analyse von rd. 4000 Pflege- und Prüfprotokollen im Ingenieurbüro für vorbeugende Instandhaltung Dresden für den Zeitraum 1982 bis 1986. Danach waren im Durchschnitt nur 55% der Pumpen verplombt [3]. Diese Tatsache kann in keiner Weise zu einer Erhöhung bzw. zum Erreichen der vorgeschriebenen Nutzungsdauer der Dieseleinspritzpumpen beitragen.

Literatur

- [1] Krause, A.: Vorbereitende Untersuchungen die experimentelle Ermittlung von Einspritzdruckverläufen an geschädigten Einspritzsystemen. WTZ Landtechnik Dresden, Belegarbeit 1989 (unveröffentlicht).
- [2] Zimmer, E.: Die Arbeit mit Pflege- und Prüfprotokollen – eine Grundlage für gezielte Verbesserungen in der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung. agrartechnik, Berlin 37(1987)5, S. 216–218.
- [3] Winkler, C.: Pflege- und Prüfprotokolle – ein wichtiges Mittel zur Verbesserung von Wartung, Pflege und Diagnose. Landtechnische Informationen, Leipzig 25(1986)6, S. 129–130.

A 5819

Folgende Fachzeitschriften der elektrotechnik erscheinen im Verlag Technik:

Elektrie; Elektro-Praktiker; messen–steuern–regeln; Nachrichtentechnik–Elektronik; radio–fernsehen–elektronik; Mikroprozessortechnik