

holter Baugruppen, Senkung der Instandsetzungsbedingten Stillstandszeiten) erscheint das Aufsuchen der Diagnosestation bei Auftreten der aufgeführten Fehler (Bild 2) sinnvoll. Die Möglichkeiten des Ausschließens von Fehlentscheidungen über Instandhaltungsmaßnahmen und des ordnungsgemäßen Einstellens bzw. Regulierens sprechen ebenfalls für das Aufsuchen der Diagnosestation. Der Umfang der Diagnosemöglichkeiten ist begrenzt. Weiterhin interessiert, bis zu welcher Entfernung von der Diagnosestation es sinnvoll ist, die Diagnosestation zur Fehlersuche aufzusuchen. Für diesen Zweck wurden mehrere Varianten der Beseitigung der Fehler mathematisch modelliert [1]. Die Aufwendungen für die Realisierung der ein-

zelnen Varianten, dargestellt als Funktion der jeweiligen Transportentfernung, ergaben, daß es bei der in der DDR existierenden Betriebsgröße eines Pflanzenproduktionsbetriebs zweckmäßig ist, die im Territorium befindliche Diagnosestation beim Auftreten der genannten Fehler aufzusuchen. Diese Aussage gilt pauschal nur für Traktoren und Lastkraftwagen. Für selbstfahrende Landmaschinen läßt sich auf der Grundlage der angewendeten Modellierung kein so eindeutiges Ergebnis ableiten.

4. Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wurden auf der Basis von Forschungsergebnissen und Erfahrungen der Erprobungsdiagnosestationen

des Bezirks Rostock Probleme der Nutzung der Diagnoseausrüstung zur Durchführung von Fehlersuchdiagnosen behandelt und die daraus abgeleiteten Hinweise und Empfehlungen dargelegt. Die Zweckmäßigkeit der Anwendung der Diagnose zur Erweiterung der Möglichkeiten der Einsatzbetreuung landtechnischer Arbeitsmittel wurde nachgewiesen. Den Schwerpunkt bei der Arbeit der Diagnosestation müssen die planmäßigen Überprüfungen bilden. Die einzuhaltenden Bedingungen wurden dargestellt. Nur die planmäßige Gestaltung und Durchführung dieses Prozesses bei hoher Qualität der Diagnose und Teilinstandsetzungen sichern die Minimierung des Anfalls operativer Überprüfungen. *Fortsetzung auf Seite 405*

Bestimmung der Restbetriebsdauer mit einer Prognoseuhr

Dipl.-Ing. Rebekka Festersen, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

1. Problematik

Die Anwendung der Instandhaltungsmethode nach Überprüfung in der Landwirtschaft der DDR ist ein Weg zur Sicherung hoher Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der landtechnischen Arbeitsmittel. Die technische Diagnostik ist ein Bestandteil dieser Instandhaltungsmethode und ermöglicht die Sicherung der Instandsetzungsqualität, die Senkung des Instandhaltungsaufwands, die Schaffung optimaler funktioneller und energetischer Parameter und die Verringerung des Materialverbrauchs. Besondere Bedeutung hat dabei die vollständige Nutzung der Möglichkeiten des Diagnosesystems DS 1000. Eine dieser Möglichkeiten ist die Restbetriebsdauerprognose.

Mit der Restbetriebsdauerprognose soll auf der Grundlage der mit dem DS 1000 gewonnenen Daten eine auf dem Abnutzungsprozeß aufbauende Vorhersage über die noch zu erwartende Betriebsdauer bis zum Schadenseintritt getroffen werden. Damit können der Instandsetzungstermin, der Instandsetzungsumfang oder der weitere Einsatz der

untersuchten Baugruppe exakt entschieden werden. Das bedeutet eine Erhöhung der Zuverlässigkeit, eine Senkung des Instandsetzungsumfangs durch Ausnutzung der Abnutzungsreserve und eine Vereinfachung der Einsatz- und Instandsetzungsplanung.

2. Grundlagen der Restbetriebsdauerprognose

Der Abnutzungsprozeß hat durch die auf ihn wirkenden unterschiedlichen Einflüsse stochastischen Charakter. Die Stochastik dieses Prozesses wird noch vergrößert, wenn die Abnutzung wie bei der Anwendung des DS 1000 über Diagnoseparameter bestimmt wird. Die Modellierung des Abnutzungsprozesses durch einen stochastischen Prozeß entspricht dem Charakter dieses Prozesses. Als Grundlage der Modellierung wurde der Wiener-Prozeß gewählt, der eine zentrale Stellung in der Theorie der stochastischen Prozesse einnimmt. Die Vorteile des Wiener-Prozesses liegen in der Berücksichtigung der zufälligen Einflüsse auf den Prozeß und dem Zulassen negativen Schädigungszuwachses.

Dieser kann in den untersuchten Prozessen theoretisch nicht auftreten, ist aber durch Fehler bei der Bestimmung des Abnutzungs Zustands in den Praxisdaten enthalten. Aus dem Wiener-Prozeß läßt sich als Ausfall-dichte die inverse Gaußverteilung herleiten [1]. Sie hat folgendes Aussehen:

$$f(t) = \frac{h_{VG} - h_V}{\sigma\sqrt{t}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{h_{VG} - h_V - v \cdot t}{\sigma\sqrt{t}} \right)^2} \quad (1)$$

Über die Normierung der Eingangsgrößen und die Ermittlung des $(1-\gamma)$ -Quantils der standardisierten inversen Gaußverteilung erfolgt die Berechnung der normierten γ -prozentualen Restbetriebsdauer. Durch Modellierungsarbeiten wurde ein linearer Zusammenhang zwischen normierter Restbetriebsdauer und normiertem Abnutzungs Zustand festgestellt [2].

Da die numerische Bestimmung der Restbetriebsdauer aufwendig ist und Rechen-technik voraussetzt, muß sie zur Anwendung in den Diagnosestationen der Landwirtschaftsbetriebe vereinfacht werden.

3. Aufbau und Anwendung der Prognoseuhr

Die Prognoseuhr ist die handhabbare, vereinfachte Darstellung der Ergebnisse der Berechnungen zur Restbetriebsdauerprognose auf der Grundlage des eindimensionalen Wiener-Prozesses. Sie stellt einen Ausschnitt aus umfangreichen Untersuchungen dar [2]. Der lineare Zusammenhang zwischen Abnutzungs Zustand und Restbetriebsdauer ermöglicht die Darstellung in Form mehrerer Skalen auf einer Kreisfläche (Bild 1).

Auf der äußeren Skale ist der normierte Abnutzungs Zustand aufgetragen, der mit einem Zeiger eingestellt werden kann. Von den beiden inneren Skalen wird die Restbetriebsdauer mit einer Prognosewahrscheinlichkeit von 0,90 abgelesen.

Auf der mittleren Skale (Streuung klein) ist die Restbetriebsdauer für einen Variationskoeffizienten von 1,0 und auf der inneren Skale (Streuung groß) für einen Variationskoeffizienten von 1,4 angegeben. Diese Koeffizienten sind Mittelwerte aus bisherigen Untersuchungen von Diagnosedaten.

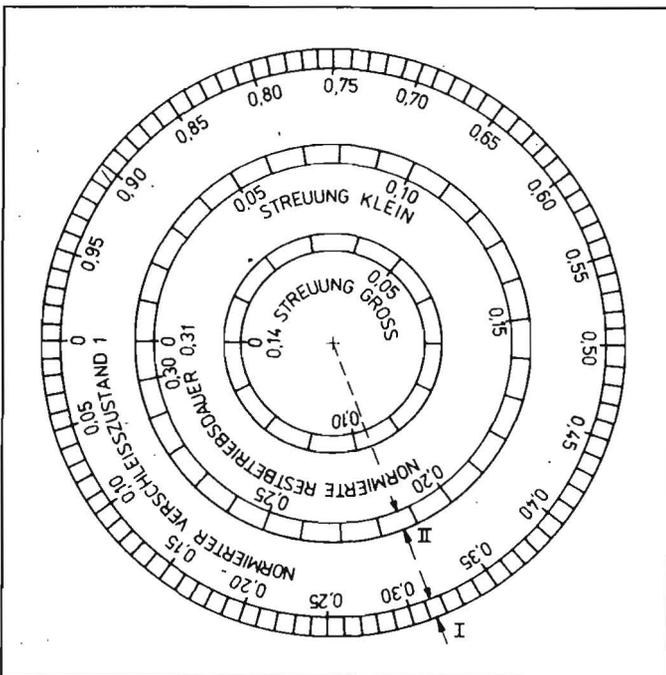


Bild 1
Vorderseite der Prognoseuhr

Die Entscheidung über die Nutzung der mittleren oder inneren Skale trifft der Diagnoseschlosser. Auf der Rückseite der Prognoseuhr befindet sich eine Bedienanleitung. Die Prognoseuhr kann für beliebige Schädigungsprozesse genutzt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Der untersuchte Prozeß muß sich durch additive Schadensakkumulation beschreiben lassen.
- Die Ermittlung des Abnutzungszustands ist möglich.
- Die Bestimmung der mittleren Abnutzungsgeschwindigkeit und der Streuung des Prozesses ist möglich.
- Die Angaben über mittlere effektive Lebensdauer und Schädigungsgrenzen sind vorhanden oder ermittelbar.

Eine *Beispielrechnung* für den Diagnoseparameter „Ölstrom“ soll die Anwendung am Traktor ZT 300 verdeutlichen:

Erstens:

Zusammenstellung der Ausgangsdaten

Neuzustand: 12,0 l/min (aus Fertigungsvorgaben und Diagnosekennlinie)

gemessener Verschleißzustand: 14,8 l/min (Diagnosemeßwert)

Aussonderungsgrenze: 21,0 l/min (Diagnosetechnologie)

mittlere effektive Lebensdauer: 29 300 l DK (betriebliche Unterlagen).

Zweitens:

Wenn die Ausgangsdaten vorliegen, kann die Normierung vorgenommen werden:

$\frac{\text{gemessener Verschleißzustand} - \text{Neuzustand}}{\text{Aussonderungsgrenze} - \text{Neuzustand}}$

= normierter Verschleißzustand

$\frac{14,8 \text{ l/min} - 12,0 \text{ l/min}}{21,0 \text{ l/min} - 12,0 \text{ l/min}} = 0,311$

Drittens:

Dieser Wert wird auf der äußeren Skale mit einem Zeiger eingestellt (Bild 1, Punkt I).

Viertens:

Für kleine Streuungen des Abnutzungsprozesses kann auf der inneren Skale eine normierte Restbetriebsdauer von 0,213 abgelesen werden (Bild 1, Punkt II).

Fünftens:

Die Rücknormierung erfolgt über die mittlere effektive Lebensdauer:

normierte Restbetriebsdauer \times mittlere effektive Lebensdauer = Restbetriebsdauer

$0,213 \cdot 29\,300 \text{ l DK} = 6420 \text{ l DK}$

Für den untersuchten Diagnoseparameter beträgt die Restbetriebsdauer 6420 l DK, d. h., daß die entsprechende Baugruppe während der nächsten 6420 l DK Betriebsdauer mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % nicht ausfällt.

Die mit der Prognoseuhr ermittelte Restbetriebsdauer ist im Zusammenhang mit anderen Kriterien eine Entscheidungshilfe für den weiteren Einsatz der Baugruppe und erleichtert die Einsatz- und Instandhaltungsplanung.

Literatur

- [1] Pieper, V.; Tiedge, J.: Zuverlässigkeitsmodelle auf der Grundlage stochastischer Modelle. Math. Operationsforschung und Statistik, Serie Statistik, Berlin 14 (1983) 3.
- [2] Festersen, R.: Restbetriebsdauerprognose – Grundlagen und Anwendungsbereiche. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Dissertation 1986. A 4690

Praktische Erfahrungen bei der Prüfung und Bewertung des Einspritzdruckverlaufs von Kraftstoffsystemen

Dr.-Ing. F. Boór, Institut für Landtechnik (MEMMI) Gödöllő, Ungarische VR

Im Institut für Landtechnik (MEMMI) Gödöllő (UVR) werden seit dem Jahr 1980 auf dem Gebiet der Diagnose des Kraftstoffsystems von Dieselmotoren Forschungsarbeiten durchgeführt. Dabei wurde hauptsächlich die Prüfung und Bewertung des Einspritzdruckverlaufs der Kraftstoffsysteme durchgeführt.

Bei den Untersuchungen kamen das Diesel-Diagnostic-System 850 B (Bild 1) der Firma AVL (Österreich) und später aus ungarischer Produktion das Motordiagnosegerät elkon SD300 (Bild 2) der Firma HITEKA zur Anwendung. Über das Motordiagnosegerät elkon SD300 wurde bereits in [1] berichtet. Erste Ergebnisse der Arbeiten mit diesen Systemen wurden anlässlich des RGW-Symposiums zur landtechnischen Instandhaltung „Selchostechobslushiwanije '81“ vorgetragen und in [2] veröffentlicht. Im folgenden werden deshalb weder das Gerät elkon SD300 noch die gesamte Meßmethode wiedergegeben. Zum besseren Verständnis wird jedoch eine kurze Zusammenfassung der Ausführungen von [1] und [2] den weiteren Betrachtungen vorangestellt.

1. Durchführung der Messungen des Einspritzdruckverlaufs

Der durch das Kraftstoffsystem des Dieselmotors erzeugte und beeinflusste dynamische Einspritzdruckverlauf wird mit Hilfe von piezoelektrischen Druckaufnehmern erfaßt. Diese Druckaufnehmer werden zwischen Einspritzleitung und Düsenhalter des Kraftstoffsystems jedes Zylinders montiert (Bild 3). Dabei ist die gleichzeitige Montage von bis zu 8 Druckgebern möglich. Die in

den Druckgebern indizierte, dem dynamischen Druckverlauf proportionale Spannungsänderung wird an einem Oszilloskop dargestellt. Aus den charakteristischen Punk-

ten der Druckkennlinie (Bild 4) können die Werte

- Förderbeginn α_1'
- Voreinspritzwinkel α_1
- Einspritzbeginn α_2
- Einspritzende α_3
- Einspritzdauer α_4

Bild 1. AVL-Diesel-Diagnostic-System 850 B (Österreich)



Bild 2. Motordiagnosesystem elkon SD300 der Fa. HITEKA (UVR)

