

### 3. Schlußbemerkungen

Die Problematik des Instandhaltungsgerechten und zuverlässigkeitsorientierten Konstruierens gewinnt immer mehr an Bedeutung, besonders durch die Tatsache, daß eine hohe Zuverlässigkeit sowohl durch Maßnahmen der Konstruktion als auch durch Maßnahmen der Instandhaltung erreicht werden kann. In Zusammenarbeit von Hersteller und Instandhalter müssen deshalb begründete Unterlagen erarbeitet werden, die eine Vorgabe, Gestaltung und spätere Bewertung der Zuverlässigkeit und Instandhaltungseignung ermöglichen. Einige Grundlagen für die Erarbeitung solcher Unterlagen wurden vorgestellt. Es ist darauf hinzuweisen, daß es auf der Grundlage des Modells zur Berechnung der Instandsetzungshäufigkeiten sehr gut möglich ist, weitere Unterlagen für die Pro-

jektierung der Instandhaltung im konstruktiven Entwicklungsprozeß zu erarbeiten. So ist es möglich, nicht nur die Kostenaufwendungen, sondern auch die Material- und Energieaufwendungen bereits zu diesem Zeitpunkt zu prognostizieren.

### Literatur

- [1] Leitholdt, B.: Gestaltung und Bewertung der Diagnoseeignung landtechnischer Arbeitsmittel. *agrartechnik*, Berlin 34 (1984) 1, S. 40–42
- [2] Ihle, G.: Katalog „Instandhaltungsgerechtes Konstruieren landtechnischer Arbeitsmittel“. *agrartechnik*, Berlin 27 (1977) 12, S. 560–562.
- [3] Rößner, K.; Waschkus, R.: Gestaltung einer günstigen Transporteignung landtechnischer Arbeitsmittel. *agrartechnik*, Berlin 30 (1980) 12, S. 538–539.
- [4] Ihle, G.; Rößner, K.: Eine Möglichkeit zur Berechnung von Instandsetzungshäufigkeiten in

der Phase des konstruktiven Entwicklungsprozesses landtechnischer Arbeitsmittel. *Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden* 29 (1980) 1, S. 189–202.

- [5] Rößner, K.; Waschkus, R.: Probleme bei der Vorgabe optimaler Zuverlässigkeitsanforderungen für Einzelteile landtechnischer Arbeitsmittel. *Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden* 32 (1983) 2, S. 249–253.
- [6] Ihle, G.: *Wissenschaftliche Grundlagen für Richtlinien des instandhaltungsgerechten Konstruierens am Beispiel landtechnischer Arbeitsmittel*. TU Dresden, Dissertation B 1975.
- [7] Waschkus, R.: Beitrag zur Erarbeitung von Unterlagen des zuverlässigkeitsorientierten und instandhaltungsgerechten Konstruierens landtechnischer Arbeitsmittel. TU Dresden, Dissertation A 1982 (unveröffentlicht).
- [8] Soucek, R.; Regge, H.: *Grundsätze für die Konstruktion von Landmaschinen*. Berlin: VEB Verlag Technik 1979. A 3964

## Gestaltung und Bewertung der Diagnoseeignung landtechnischer Arbeitsmittel

Dr.-Ing. B. Leitholdt, KDT

### 1. Einführung

Die demontagearme Überprüfung des Zustands von Arbeitsmitteln mit Hilfe der technischen Diagnostik ist eine wichtige Voraussetzung für die Erhaltung und Wiederherstellung ihrer Zuverlässigkeit mit geringstem Aufwand an Material, Energie und lebendiger Arbeit. Durch die Rolle der Zuverlässigkeit als wichtiges Wertmerkmal eines Erzeugnisses auf dem Weltmarkt sowie die begrenzten Rohstoffressourcen erhält dieser Zusammenhang eine wachsende Bedeutung.

Die Wirksamkeit der technischen Diagnostik hängt von der Lösung instandhaltungsstrategischer, organisatorischer und verfahrenstechnischer Probleme ab [1]. Zu den verfahrenstechnischen Einflußfaktoren zählen die zur Verfügung stehenden Diagnoseverfahren und -geräte sowie die im konstruktiven Entwicklungsprozeß erreichte Diagnoseeignung der Arbeitsmittel.

Die Diagnoseeignung umfaßt alle Eigenschaften eines Arbeitsmittels, die Arbeitsproduktivität, Arbeitsbedingungen und Genauigkeit der Überprüfung des Zustands bestimmen.

Kriterien der Diagnoseeignung sind:

- Anwendbarkeit der zur Bestimmung des Zustands notwendigen Diagnoseverfahren und -geräte
- Zeitaufwand für die Diagnose, vor allem für Vorbereitung und Abschluß der Messungen
- Arbeitsbedingungen für das Diagnosepersonal bei der Durchführung der Messungen
- Gestaltung des Kanals vom Entstehungsort der Diagnosesignale bis zur Geberbefestigung hinsichtlich der Erzielung der notwendigen Diagnosegenauigkeit
- Existenz geeigneter Schädigungsgrenzen für die Bewertung des festgestellten Zustands.

### 2. Einschätzung des erreichten Stands

Über die Diagnoseeignung beeinflusst der

Hersteller maßgeblich die Wirksamkeit der technischen Diagnostik. Deshalb muß ihre Realisierung in den verschiedenen Etappen der Erzeugnisentwicklung von der Erstellung des Pflichtenheftes bis zur staatlichen Eignungsprüfung verbindlich und umfassend festgelegt sein. Die Grundlage solcher Vereinbarungen sind für die hier betrachteten landtechnischen Arbeitsmittel die Standards TGL 20987 (Instandhaltungsgerechte Konstruktion) und TGL 25626/16 (Allgemeine Prüfvorschriften; Überprüfbarkeit). Diese Standards beinhalten allgemeine Festlegungen zur Vorgabe und Bewertung der Diagnoseeignung, wie z. B.

- Angabe der vorgesehenen Verfahren und Geräte
- Abstimmung der Anschlußstellen mit den Verfahren und Geräten
- Sicherung einer guten Zugänglichkeit zu den Anschlußstellen
- Vereinheitlichung der Anschlußstellen
- Bestimmung des Zeitaufwands für die Diagnose
- Durchführung der Bewertung in den Entwicklungsstufen K 5 und K 8.

Die konkrete Umsetzung dieser allgemeinen Vorschriften erfordert jedoch detailliertes Arbeitsmaterial in Form von Gestaltungs- und Bewertungsrichtlinien, die konkrete Gestaltungsanforderungen bezüglich festgelegter Diagnoseverfahren und -geräte enthalten. Solche Unterlagen existieren bisher nicht in der erforderlichen Qualität. Darauf ist es u. a. zurückzuführen, daß der erreichte Stand der Diagnoseeignung bei der Mehrzahl der gegenwärtig eingesetzten landtechnischen Arbeitsmittel nicht befriedigen kann. Das findet seinen Ausdruck darin, daß

- Diagnoseverfahren aufgrund fehlender Anschlußstellen an einigen Baugruppen nicht anwendbar sind
- die Zugänglichkeit zu den Anschlußstellen häufig ungünstig ist
- der Zeitaufwand für die Diagnose, vor allem für Vorbereitung und Abschluß der

Messungen, in den meisten Fällen sehr groß ist und

- die Genauigkeit der Diagnose häufig zu gering oder nicht bekannt ist.

So beträgt der Anteil der Vorbereitungs- und Abschlußzeit mehr als die Hälfte der Gesamtzeit. Bei einzelnen Diagnoseverfahren kann sich dieser Anteil sogar auf 80 bis 90 % erhöhen [2, 3]. Beispielsweise ist eine objektive Fehlersuche an der Arbeitshydraulik der meisten Traktoren nur mit großem Zeitaufwand möglich. Der dadurch in der Praxis häufig durchgeführte Baugruppentausch bis zur Mängelbeseitigung ist eine wesentliche Ursache dafür, daß immer noch zu viele funktionstüchtige Hydraulikbaugruppen zur Instandsetzung gelangen.

Deshalb ist es dringend notwendig, anwendungsbereites Arbeitsmaterial in Form einer Richtlinie zur Gestaltung und Bewertung der Diagnoseeignung in den Entwicklungsprozeß zu überführen. Erarbeitung, Erprobung und Überführung einer solchen Richtlinie sind Gegenstand einer Forschungsaufgabe, die die Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik der TU Dresden im Auftrag des VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen bearbeitet. Der Anwendungsbereich dieser Richtlinie erstreckt sich nicht nur auf Entwicklung und Begutachtung von Neu- und Weiterentwicklungen, sondern auch auf die schrittweise Verbesserung der gegenwärtig eingesetzten Arbeitsmittel. Darüber hinaus ergeben sich bei der Erarbeitung der Richtlinie und ihrer ständigen Aktualisierung Rückwirkungen auf die weitere Verbesserung der Diagnostik selbst.

Über erste Ergebnisse der genannten Forschungsarbeit wird nachfolgend berichtet.

### 3. Richtlinie zur Gestaltung und Bewertung der Diagnoseeignung landtechnischer Arbeitsmittel

Der Begriff „Diagnoseeignung“ wird für die Erarbeitung und schnelle Überführung der Richtlinie in die Praxis zunächst auf die Krite-

rien Arbeitsproduktivität und Arbeitsbedingungen der Zustandsbestimmung begrenzt. Die Berücksichtigung der Diagnosegenauigkeit erfordert umfangreiche experimentelle Untersuchung, die im Rahmen der Überarbeitung in die Richtlinie einfließen müssen.

Der notwendige Inhalt der Richtlinie ergibt sich aus den Arbeitsschritten, die zum Erzielen einer günstigen Diagnoseeignung im Entwicklungsprozeß erforderlich sind:

*Vorgaben bezüglich Diagnoseeignung im Pflichtenheft des Finalzeugnisses*

Diese Vorgaben sind aus gesellschaftlichen Forderungen und aus dem internationalen Höchststand abzuleiten. Sie sind für die DDR in den o. g. Standards TGL 20987 und TGL 25626 verbindlich festgelegt.

*Bestimmen der diagnosewürdigen Baugruppen*

Grundlagen dafür sind die zu verwirklichende Instandhaltungskonzeption, Ergebnisse von Schädigungsanalysen sowie die Bedeutung der Baugruppen für das Verhalten der Gesamtmaschine.

*Festlegen der anzuwendenden Diagnoseverfahren und -geräte sowie der Diagnoseart*

Entsprechend dem Entwicklungsstand der Diagnosetechnik liegen für die einzelnen Baugruppen Verfahren und Geräte vor, deren Eignung für eine demontagearme Zustandsbestimmung nachgewiesen ist.

Bezüglich der Diagnoseart ist zwischen periodischer und permanenter Diagnose zu entscheiden. Kriterien für diese Entscheidung sind die Folgen plötzlicher Ausfälle, die Verknüpfung der Diagnose mit funktionsbedingten Meßvorgängen (z. B. für Steuer- und Regelprozesse) sowie die Erfüllung der an die Gerätetechnik zu stellenden Forderungen.

*Diagnosegerechtes Gestalten der Baugruppen sowie der Gesamtmaschine*

Der Konstrukteur hat die Aufgabe, die von den Verfahren und Geräten abzuleitenden Gestaltungsforderungen zu verwirklichen. Ausgehend von der Vielzahl der insgesamt zu realisierenden Forderungen sind dabei zwangsläufig Kompromisse nicht zu vermeiden.

*Prüfung und Bewertung der erreichten Diagnoseeignung*

Entsprechend den verschiedenen Etappen des Entwicklungsprozesses erfolgen Prüfung und Bewertung anhand der Zeichnungsunterlagen, der Fertigung des Erprobungsmusters, der Prüfstands- und Einsatzerprobung, der Probeinstandhaltung sowie der staatlichen Eignungsprüfung.

Grundlage dieser Untersuchungen sind die zu verwirklichenden Gestaltungsforderungen. Der Grad der Erfüllung dieser Forderungen muß quantitativ beurteilt werden können.

Der Konstrukteur benötigt zur Realisierung dieser Arbeitsschritte somit vor allem detaillierte Informationen über die baugruppenspezifisch anzuwendenden Diagnoseverfahren und -geräte sowie über die mit deren Anwendung verknüpften Gestaltungsforderungen.

Bei den zur Diagnose landtechnischer Arbeitsmittel anzuwendenden Verfahren und Geräten wird von der gegenwärtig in der DDR im Einsatz bzw. in der Breitereprobung befindlichen Diagnosetechnik ausgegangen. Sie ist für den Bereich des MLFN in

einer Standardprüfgeräteleiste festgelegt. Den Schwerpunkt bildet dabei das in der Fachliteratur bereits vorgestellte Diagnosesystem DS 1000. Der Anwendungsbereich dieser Verfahren und Geräte umfaßt wichtige Baugruppen mobiler Arbeitsmittel. Die Diagnose landtechnischer Anlagen wurde aufgrund des derzeitigen Stands der Entwicklung und Anwendung noch nicht in die Richtlinie aufgenommen.

Ausgehend vom hohen Exportanteil der Landmaschinenproduktion der DDR und der Tatsache, daß Zuverlässigkeit und Instandhaltungseignung international als Verkaufsargument immer mehr an Bedeutung gewinnen, wird in der Richtlinie auch die im sozialistischen und kapitalistischen Ausland verwendete Diagnosetechnik berücksichtigt. Der Ableitung konkreter Gestaltungsforderungen sind dabei infolge der zur Verfügung stehenden Detailinformationen teilweise Grenzen gesetzt.

Da die Diagnosetechnik selbst ständig weiterentwickelt wird, muß auch die Richtlinie kontinuierlich überarbeitet werden. Dabei ist es von großer Bedeutung, die Gestaltungsforderungen für die Anwendung neuartiger Diagnosegeräte frühzeitig zu formulieren. Nur dadurch kann eine dem Entwicklungsstand der Geräteentwicklung entsprechende Diagnoseeignung erreicht werden. Andererseits ergeben sich aus realisierten und bewährten Gestaltungsforderungen Rückwirkungen, die bei der Entwicklung der Diagnosetechnik zu beachten sind.

Das Kernstück der zu erarbeitenden Richtlinie bildet der Katalog von Gestaltungsforderungen.

Er beinhaltet die zur Anwendung der Diagnoseverfahren und -geräte zu realisierenden konstruktiven Forderungen. Diese Forderungen werden nach folgenden Kriterien klassifiziert:

- Gewährleisten der prinzipiellen Durchführbarkeit der Diagnosemaßnahmen
- Schaffen optimaler Arbeitsbedingungen für das Prüfpersonal durch Sichern einer unbehinderten Zugänglichkeit und des Arbeitsschutzes
- Gewährleistung eines minimalen Zeitaufwands für Vorbereitung und Abschluß der Diagnose
- Gestalten vereinheitlichter Anschlußstellen.

Bei der Aufbereitung der Forderungen sowie der Richtlinie insgesamt als Arbeitsmaterial für Konstrukteur und Gutachter muß großes Augenmerk auf konzentrierte, eindeutige und leicht verständliche Darstellung der Zusammenhänge gelegt werden. Der gewählte Aufbau des Katalogs der Gestaltungsforderungen soll anhand von Bild 1 kurz erläutert werden. Der Katalog wird zur Realisierung einer effektiven Aktualisierung als Loseblattsammlung erstellt. Im Bild ist das Katalogblatt „2.2./83 DDR“ dargestellt. Der Zugriff erfolgt ausgehend von möglichen Aufgabenstellungen, wie z. B.

- Konstruiere einen Dieselmotor bzw. die Zylinder-Kolben-Gruppe eines Dieselmotors
- oder
- Formuliere die Forderungen an den Motorenhersteller als Zulieferbetrieb
- oder

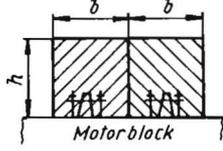
<i>Diagnoseobjekt</i>	<i>Haupt- bzw./ Unterbaugruppe</i> <b>Dieselmotor/Zylinder-Kolben-Gruppe</b>	<i>KB - Nr.</i> <b>2.2./83 DDR</b>
<i>Diagnoseverfahren</i>	<i>Beurteilung der Dichtheit des Verbrennungsraums durch Messung des maximalen Kompressionsdrucks bei Anlaßdrehzahl</i>	
<i>Diagnosegerät</i>	<i>Bezeichnung (Hersteller)</i>	<i>Preis</i>
	<i>Kompressionsprüfer</i> - KMT (DDR) <i>Kompressionsdruckschreiber</i> - KN 1125 (CSSR) - SPCS 15 (VRP)	190,- M 800,- M
<i>lfd. Nr.</i>	<i>Forderungen an diagnosegerechte Konstruktion</i>	
1	<i>Zugänglichkeit für An- und Abbau von Düsenhalter sowie Meßgerät gewährleisten</i> 	
	<i>- erforderlicher Freiraum je Düsenhalter :</i> $b = \varnothing 150 \text{ mm}$ $h = 300 \text{ mm}$	
	<i>- Zugänglichkeitsforderungen für Schraubverbindungen s. Anlage 2</i>	
2.	<i>Verwendung standardisierter Stiftschrauben (T6L0-835) zur Befestigung der Düsenhalter</i>	
3.	<i>sicheren Stand des Diagnoseschlössers gewährleisten</i>	

Bild 1  
Beispiel eines Blattes aus dem Katalog der Gestaltungsforderungen

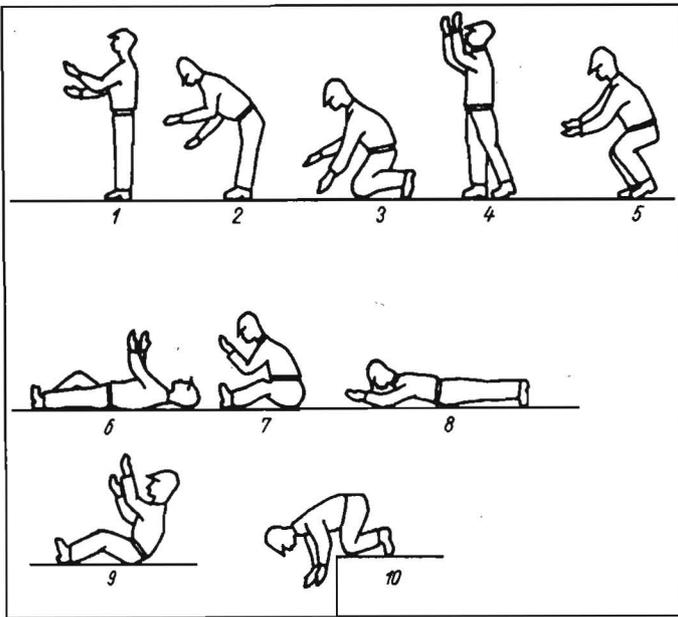


Bild 2  
Arbeitsstellungen (s. Tafel 1)

– Gestalte die Einbaubedingungen für den vorliegenden Dieselmotor über die Zeile DIAGNOSEOBJEKT.

Das Katalogblatt „2.2./83 DDR“ (erste Ziffer: Diagnoseobjekt Dieselmotor/ZKG; zweite Ziffer: 2. Diagnoseverfahren für das Diagnoseobjekt; 83: Entwicklungsstand 1983) beinhaltet alle Diagnosegeräte, die in der DDR zur Messung des Kompressionsdrucks verwendet werden und hinsichtlich der Diagnoseeignung die gleichen Forderungen stellen.

Bei den konstruktiven Forderungen wurde besonderer Wert auf quantitative Vorgaben gelegt, um damit auch die Begutachtung der Einhaltung der Forderungen zu erleichtern. Dabei wird vorhandenes Arbeitsmaterial, wie die bereits an der TU Dresden erarbeiteten Gestaltungsrichtlinien und Ergebnisse arbeitswissenschaftlicher Untersuchungen, mit einbezogen. Tafel 1 und Bild 2 zeigen als Beispiel solcher Untersuchungen den Einfluß der Arbeitsstellung auf die Leistungsfähigkeit des Prüfpersonals.

Der beschriebene Katalog beinhaltet derzeit 28 solche Blätter für wichtige Baugruppen mobiler landtechnischer Arbeitsmittel, wie

- Dieselmotor mit Einspritzanlage
- Hydraulikanlage
- Elektroanlage und
- Bremsanlage.

Bei der Bewertung der erreichten Diagnoseeignung ist von den anfangs genannten Kriterien auszugehen. Die Erfüllung der Kriterien

Tafel 1. Arbeitsproduktivität bei charakteristischen Arbeitsstellungen

Position (s. Bild 2)	Arbeitsproduktivität in % der Erfüllung
1	100
2	90
3	85
4	74
5	69
6	54
7	53
8	49
9	47
10	36

– Anwendbarkeit der zur Bestimmung des Zustands notwendigen Diagnoseverfahren und -geräte

– Zeitaufwand für die Diagnose, vor allem für Vorbereitung und Abschluß der Messungen

– Arbeitsbedingungen für das Diagnosepersonal bei der Durchführung der Messungen

– Vereinheitlichung der Anschlußbedingungen für die Diagnosegeräte

wird von der Realisierung der im beschriebenen Katalog enthaltenen konstruktiven Forderungen bestimmt.

Die Erfüllung dieser Forderungen wird in der

Richtlinie mit Hilfe einer Punktbewertung quantifiziert. Dadurch können nach einem einheitlichen System sowohl alle Kriterien zu einer Gesamtaussage für das untersuchte Arbeitsmittel zusammengefaßt als auch die vorhandenen Schwachstellen baugruppenspezifisch ermittelt werden.

Die Begutachtung der Diagnoseeignung im Stadium der staatlichen Eignungsprüfung erfolgt derzeit auf der Grundlage eines Rahmengutachtens, das vom Wissenschaftsbereich Instandhaltung der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik der TU Dresden erarbeitet wurde [4]. Das in der Richtlinie enthaltene Bewertungssystem ist in dieses Rahmengutachten mit einzuordnen und führt zu einer Erweiterung und Präzisierung der möglichen Aussagen.

#### 4. Zusammenfassung

Die Diagnoseeignung eines Arbeitsmittels beeinflußt maßgeblich die Wirksamkeit der technischen Diagnostik. Zur Realisierung einer günstigen Diagnoseeignung im konstruktiven Entwicklungsprozeß sowie zur Bewertung der erreichten Diagnoseeignung ist anwendungsbereites Arbeitsmaterial notwendig, das dem neuesten Stand der Diagnostik entspricht. Dieses Arbeitsmaterial wird in Form einer „Richtlinie zur Gestaltung und Bewertung der Diagnoseeignung“ vom Wissenschaftsbereich Instandhaltung der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik der TU Dresden im Auftrag des VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen erarbeitet. Entwicklung, Aktualisierung und Durchsetzung dieser Richtlinie erfordern eine enge Zusammenarbeit aller Einrichtungen, die an der Entwicklung der Arbeitsmittel sowie der Diagnoseverfahren und -geräte mitwirken.

#### Literatur

- [1] Ihle, G.: Die Stellung der technischen Diagnostik im Gesamtsystem der landtechnischen Instandhaltung. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 12, S. 527–529.
- [2] Wohllebe, H., u. a., Technische Diagnostik im Maschinenbau. Berlin: VEB Verlag Technik 1978.
- [3] Autorenkollektiv: Materialy po obosnovaniju trebovanij k promyslennosti po prisposoblenosti traktorov i kombajnov k diagnostirovaniju (Materialien zur Begründung der Anforderungen an die Industrie zur Diagnoseeignung von Traktoren und Kombines). Moskau: Kolos 1977 (unveröffentlicht).
- [4] Kuschel, A.: Prüfen von Landtechnik auf Zuverlässigkeit und instandhaltungsgerechte Konstruktion. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 5, S. 195–196.

A 3963

Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

agrartechnik; Die Eisenbahntechnik; Feingerätetechnik; Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik; Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmierungstechnik; Schweißtechnik; Seewirtschaft