

Einordnung der technischen Diagnostik in das landtechnische Instandhaltungswesen der DDR

Prof. Dr. sc. techn. C. Eichler, KDT/Dipl.-Ing. H.-G. Grieb, KDT
Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

1. Einleitung

Nachdem in teilweise 4jähriger Erprobung des Diagnosegerätesystems „Dresden-Rostock“ in 10 landwirtschaftlichen Betrieben und 3 VEB Kreisbetrieb für Landtechnik (KfL) des Bezirks Rostock nachgewiesen ist, daß bei fachgerechtem Nutzen dieser Geräte (regelmäßig durchgeführte planmäßige Überprüfungen; bei Bedarf durchgeführte operative Überprüfungen als Funktionsdiagnose und Fehlersuchdiagnose; Einhalten einer hohen technologischen Disziplin bei der Diagnose zum Erreichen kleiner Diagnosefehler) in Verbindung mit technisch richtig durchgeführten Teilinstandsetzungen (schädigungsgerechte Instandsetzungen) bedeutsame material- und energieökonomische Einsparungen gegenüber herkömmlicher, subjektiv betonter Arbeitsweise, eine bedeutsame Verbesserung des technischen Zustands der landtechnischen Arbeitsmittel sowie eine Reduzierung der Instandsetzungsbedingten Stillstandszeiten erreicht werden können, hat der XII. Bauernkongreß der DDR beschlossen, die Pflegestationen „schrittweise mit Diagnosegeräten auszurüsten“ [1]. Dazu ist das auf Entwicklungen der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, des Ingenieurbüros für vorbeugende Instandhaltung Dresden und des Ingenieurbüros für Landtechnik Rostock aufbauende, vom VEB Kombinat für Landtechnische Instandhaltung (KLI) Suhl zu produzierende Diagnosesystem DS 1000 vorgesehen. Neben der Kenntnis und der strikten Einhaltung der verfahrenstechnischen Grundlagen [2 bis 6] haben Fragen der zweckmäßigen Diagnosealgorithmen, der ökonomischen Größe der Diagnoseeinrichtungen sowie der zeitlichen Einordnung der Diagnosemaßnahmen in den Ablauf des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses große Bedeutung. Der diesem Problemkreis gewidmete Beitrag basiert auf theoretischen Arbeiten der Wilhelm-Pieck-Universität und auf praktischen Erfahrungen der Erprobung im Bezirk Rostock.

2. Zielstellung der technischen Diagnostik

Die technische Diagnostik hat als wesentlicher Bestandteil der Instandhaltung nach Überprüfungen zum Erreichen folgender Ziele beizutragen:

- Betreiben der landtechnischen Arbeitsmittel mit funktionell, energetisch und ergonomisch optimalen Parametern
- Reduzieren der Schädigungsgeschwindigkeit auf das bei der jeweiligen Konstruktion technisch unvermeidbare Maß
- Vergrößern oder Rückgabe der Abnutzungsreserve durch schädigungsgerechte vorbeugende oder wiederherstellende Instandsetzungen.

Diese Ziele stellen sich unter den volkswirtschaftlichen Restriktionen wie folgt dar:

- hohe Materialökonomie in der Instandsetzung (rationeller Ersatzteileinsatz) und durch die Instandsetzung (minimaler spezifischer Energiebedarf der landtechnischen Arbeitsmittel im Einsatz)
- geringe instandsetzungsbedingte Stillstandszeiten (Verbesserung der Verfügbar-

- keit, schnelle zielgerichtete Fehlersuche)
- hohe Instandsetzungsqualität (Bestimmen des notwendigen Instandsetzungsumfangs, Sichern richtiger Einstellparameter instandgesetzter Maschinen, Qualitätskontrolle)
- hohe Arbeitsproduktivität in der Instandsetzung (schnelle, zielgerichtete Fehlersuche; Instandsetzen dort, wo mit höchster Arbeitsproduktivität gearbeitet wird)
- schädigungsgerechte Instandsetzung (Bestimmen des notwendigen Instandsetzungsumfangs — begründete Entscheidung zwischen Teilinstandsetzung und Grundüberholung) bei bewusster Ausnutzung der Vorteile der Spezialisierung und Kooperation in der Instandhaltung.

Die aufgeführten Restriktionen wirken im Komplex. Ein volkswirtschaftlich unbegründetes Überbewerten einer dieser Restriktionen kann zu schweren Nachteilen führen.

3. Anwendungsbereiche der technischen Diagnostik

Aus der Zielstellung und den verfahrenstechnisch vorhandenen Möglichkeiten ergeben sich für die technische Diagnostik im landtechnischen Instandhaltungswesen der DDR für die nächste Zukunft drei Anwendungsbereiche [7]:

- Überprüfung der Funktionsfähigkeit (Funktionsdiagnose)
- Überprüfung der Pflege- und Wartungsbedürftigkeit (Pflegediagnose)
- Überprüfung der Instandsetzungsbedürftig-

keit (Fehlersuchdiagnose, Schädigungsdiagnose).

Die Überprüfung der Funktionsfähigkeit hat als Bestandteil des Maschineneinsatzes (z. B. Überprüfung der Einstellung von Verbrennungsmotoren für optimalen Kraftstoffverbrauch) sowie als Bestandteil der Instandhaltung (Fehlersuchdiagnosen und Schädigungsdiagnosen sowie Qualitätskontrolle nach Instandsetzungen) multivalente Bedeutung.

Die Überprüfung der Pflege- und Wartungsbedürftigkeit erfordert gegenwärtig keine komplizierten Diagnosen. In Zukunft können Ölanalysen für das Bestimmen des zweckmäßigen Ölwechselters auch in der Landtechnik sinnvoll werden.

Die Überprüfung auf Instandsetzungsbedürftigkeit tritt als Fehlersuchdiagnose bei der Aufklärung plötzlicher Ausfälle oder offensichtlicher Funktionsabweichungen und als Restbetriebsdauerdiagnose bei vorbeugenden Instandsetzungen nach Überprüfungen zum Bestimmen optimaler Instandsetzungstermine und -umfang auf.

Für die Einordnung der technischen Diagnostik in die landwirtschaftliche Produktion ist von Bedeutung, daß Funktionsdiagnose, Fehlersuchdiagnose und Schädigungsdiagnose bei den heute diagnostizierbaren landtechnischen Arbeitsmitteln mit gleichen Diagnoseverfahren und Diagnosegeräten durchführbar sind.

Ausgehend von den verfügbaren Verfahren, findet die technische Diagnostik zur Funktionsüberwachung, zur Rationalisierung der

Tafel 1. Struktur-/Funktionsparameter und Diagnoseparameter des Diagnosegerätesystems DS 1000

Baugruppe Struktur-/Funktionsparameter	Diagnoseparameter	Basisentwicklung/Meßgerät
Komplexdiagnose Dieselmotor Motorleistung	Winkelbeschleunigung, Drehzahl	Momenttester MK-8, Multiplikator WPU, x-y-Recorder „endim“
Tiefendiagnose Dieselmotor Motorleistung	Winkelbeschleunigung, Drehzahl	Momenttester MK-8, Multiplikator WPU, x-y-Recorder „endim“
Kolben-Buchsen-Gruppe	Rauchdichte Kompressionsdruck	Rauchdichtemeßgerät RMD 4-1 Kompressionsdruckschreiber KN 1125
	Kompressionsdruck/ Anlasserstromverlauf Durchblaststrom	Strommeßzange und Technischer Schnellschreiber TSS 101 Geber nach Troppens [3], HLW- Gerät 311, x-y-Recorder
Kurbeltrieb	relativer Ölverbrauch Ölstrom/Öldruck, Öltemperatur	Meßgefäß, Tankregistratur Geber nach Troppens [3], HLW- Gerät 311, Manometer, Tem- peraturgeber nach IBI Dresden
Einspritzpumpe	Einspritzmenge	Einspritzanlagenprüfgerät DS 202 nach IBI Dresden
	Einspritzdruck, Abspritzbild Einspritzzeitpunkt, Drehzahl	Düsenprüfgerät Elkon SD 102 (künftig DS 202)
Komplexdiagnose Hydraulikbaugruppen Fördermenge	Ölstrom, Öltemperatur	Geber nach Troppens [3], HLW- Gerät 311
	Öldruck	Manometer, auch DS 301 und HP 80/160 anwendbar

Instandsetzung und zur Realisierung der Instandhaltung nach Überprüfungen für Dieselmotoren, Hydraulikanlagen und für Kfz-Elektrikarsrüstungen Anwendung. Die in Tafel 1 zusammengestellten Funktionsparameter können mit Hilfe der angegebenen Diagnoseparameter bestimmt werden. Dabei ist die Typbezogenheit der Anwendung von dem Bekanntheitsgrad der Diagnosekennlinien und Grenzwerke abhängig. Aus dem Entwicklungsstand und den Anwendungsbereichen der technischen Diagnostik ergeben sich fünf Klassen:

Klasse 1: Empirische Diagnostik

Der Zustand von für die Funktion wesentlichen Teilsystemen wird mit visuellen und subjektiven Diagnoseverfahren charakterisiert. Notwendige Regulierungs- oder Instandsetzungsarbeiten werden empirisch begründet.

Klasse 2: Einfache technische Diagnostik

Der Zustand der für die Funktionsfähigkeit wesentlichen Teilsysteme (bei einem Traktor Dieselmotor und Hydraulik) wird mit einfachen, vorwiegend analog anzeigenden, teilweise typgebundenen Meßgeräten und in Verbindung mit visuellen Überprüfungen festgestellt. Die Zustandsbewertung erfolgt durch Gut-Schlecht-Vergleich mit den Nenndaten, teilweise mit empirisch bestimmten Schädigungsgrenzen. Sehr erfahrenes Personal kann eine empirische Restbetriebsdauerprognose vornehmen. Diese Klasse der technischen Diagnostik wird vornehmlich als komplexe Funktionsdiagnose in der Nähe des Einsatzortes angewendet. Für eine Restbetriebsdauerdiagnose ist sie nur bei einfachen Objekten ausreichend. Für komplizierte technische Arbeitsmittel ist sie eine entwicklungsbedingte Zwischenstufe.

Klasse 3: Technische Diagnostik mit integriertem Gerätesystem und Statistik des Schädigungsverhaltens

Der Zustand wesentlicher Teilsysteme und Primärelemente wird mit einem weitgehend kompletten System multivalent einsetzbarer Geräte bei digitaler und analoger Anzeige bestimmt. Die Bewertung erfolgt vorwiegend mit Schädigungsgrenzen. Die Ergebnisse der Zustandsbewertung werden registriert. Sie dienen als Basis für eine exakte Restbetriebsdauerprognose. Diese Klasse ermöglicht bei einer sinnvollen Folge von Komplex- und Tiefend diagnose eine effektive Instandhaltung nach Überprüfungen bei vielen Maschinenarten. Das Gerätesystem erfordert wegen der losen Verkettung und der begrenzten Abstimmung der Geräte aufeinander einen relativ hohen Arbeitsaufwand. Dieser Nachteil wird in Kauf genommen, da in der Praxis zwischen den einzelnen Arbeitsgängen der Diagnose oft Regulierungen und kleinere Instandsetzungen notwendig sind und die lose Verkettung eine flexible Arbeitsweise gestattet. Hohen Arbeitsaufwand erfordert das Anschließen der Geber, da bei den vorhandenen Geräten meist noch die Stoffkreisläufe geöffnet werden müssen. Diese Klasse ist in vielen Fällen für die Funktions-, Fehlersuch- und Restbetriebsdauerdiagnose einsetzbar.

Klasse 4: Technische Diagnostik mit Gerätekomplex und automatisierter Informationsverarbeitung

Der Zustand wird für alle zu komplexer Aussage notwendigen Elemente mit Hilfe eines Komplexes aufeinander abgestimmter Geräte

erfaßt. Die wesentlichen Meßdaten werden — eventuell über Zwischenspeicherung — einer EDVA zugeführt. Die Bewertung des Zustands erfolgt über statistisch gesicherte empirische und/oder technisch-wissenschaftlich begründete Schädigungsgrenzen und statistisch gesicherte individuelle Restbetriebsdauerprognose. Die Daten werden für die spätere Weiterverwendung gespeichert.

Diese Klasse ist mit Mikroelektronik realisierbar. Die ersten Funktionsmuster sind für alle Hauptarten der Diagnostik einsetzbar.

Klasse 5: Automatisierte technische Diagnostik

Alle Zustandsparameter des Objekts werden in ununterbrochener Folge automatisch bestimmt und bewertet. Die Restbetriebsdauer, die eventuell nötigen Instandsetzungsmaßnahmen oder die Instandsetzungsanweisung mit technologischer Vorschrift werden ausgedrückt. Der manuelle Aufwand beschränkt sich auf das Anschließen der Meßgeber oder der Diagnosekanäle.

Die automatisierte technische Diagnostik bietet die Möglichkeit der ununterbrochenen Folge der Diagnose ohne zwischenzeitliche Regulierungs- oder Instandsetzungsarbeiten. In der UdSSR existieren Prototypen derartiger Anlagen.

Das gegenwärtig für die Breitereinführung in die Landtechnik der DDR vorgesehene Diagnosesystem DS 1000 entspricht der Klasse 2. Mit ihm ist die Realisierung der Klasse 3 möglich. Weiterhin muß untersucht werden, ob die Klasse 4 in den Jahren nach 1985 ökonomisch realisierbar ist. Der gegenwärtige Entwicklungsstand der Informationsverarbeitungstechnik ermöglicht die technische Realisierung dieser Klasse. Die Schwierigkeit besteht in der weitgehenden Unkenntnis über die typgebundenen Zusammenhänge zwischen den Struktur-/Funktionsparametern und den Diagnoseparametern (als Diagnosekennlinien bezeichnet) sowie in den begrenzten Möglichkeiten der objektiven Bewertung des Meßergebnisses wegen fehlender Schädigungsgrenzwerte und mangelnder Möglichkeiten objektiver, statistisch gesicherter Restbetriebsdauerprognose. Umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind notwendig, um diese Fragen wissenschaftlich und routinemäßig zu klären. Die Klasse 5 wird wegen der hohen Aufwendungen auf Instandhaltungsobjekte in größten Serien und auf Sonderfälle (Militärtechnik) begrenzt bleiben müssen.

Die vergleichende Analyse der Klassen der technischen Diagnostik zeigt gleichermaßen ihre Selbständigkeit wie ihre Bedeutung als Entwicklungsstufen. Bei einfachen Instandhaltungsobjekten werden niedere Klassen lange Beständigkeit haben. Mit zunehmender Kompliziertheit der Instandhaltungsobjekte werden, soweit ökonomisch zulässig, möglichst hohe Klassen anzuwenden sein.

4. Organisationsgrundsätze

Der organisatorischen Einordnung der technischen Diagnostik in das landtechnische Instandhaltungswesen der DDR liegen die grundsätzlichen Gestaltungsprinzipien für die Kooperation innerhalb des landtechnischen Instandhaltungswesens [1, 8, 9, 10] als maximaler Beitrag zu hohen, stabilen Produktionsergebnissen der landwirtschaftlichen Produktion zugrunde. Aus diesen grundlegenden Aspekten ergeben sich für die organisatorische Gestaltung der technischen Diagnostik folgende Grundsätze:

Einheit von technischer Diagnostik und Maschineneinsatz

Um minimale instandhaltungsbedingte Stillstandszeiten und minimale Transportaufwendungen im Zusammenhang mit Instandhaltungsarbeiten zu erzielen, müssen die planmäßigen Überprüfungen in den landwirtschaftlichen Produktionsprozeß bei dessen Primat integriert werden. Um die technische Diagnostik mit operativen Überprüfungen auch bei der Aufklärung von Ausfällen vorteilhaft einzusetzen, muß die Zeit (Erreichen der Diagnose, die Diagnose und die Instandhaltung) kleiner als die Instandsetzungszeit bei Baugruppenaustausch sein.

Einheit von Diagnose und Pflege

Einige Diagnoseverfahren erfordern gepflegte Maschinen (z. B. bringt das Ölstromverfahren nur bei definiertem Ölzustand hinreichend genaue Ergebnisse). Die Kombination von Pflege und Diagnose in Planung und Realisierung bringt Einsparungen an instandhaltungsbedingter Stillstandszeit.

Einheit von Diagnose und Instandsetzung

Die aus planmäßigen und operativen Überprüfungen abgeleiteten Instandsetzungsmaßnahmen unmittelbar (u. U. nach Sperrung des Einsatzes des betreffenden Instandhaltungsobjekts) realisiert oder festgelegt werden. Der volle Nutzen der Instandhaltung nach Überprüfungen wird nur erreicht, wenn die Diagnose mit einer sinnvollen Kombination von Teilinstandsetzungen und Grundüberholungen an Maschinen und Baugruppen verbunden wird. Vor Beginn der Instandsetzungsarbeiten muß anhand der Diagnoseergebnisse und anderer äußerer Merkmale des Instandsetzungsobjekts entschieden werden, ob eine Teilinstandsetzung in der Diagnoseeinrichtung bzw. in einer nahegelegenen Instandsetzungseinrichtung vorgenommen wird oder ob das Instandsetzungsobjekt zur Grundüberholung einer spezialisierten Instandsetzungseinrichtung (z. B. Baugruppentausch im VEB LIW) zugeführt werden soll.

Einheit von Betriebswerkstatt, VEB KfL und VEB LIW

Die Anwendung der technischen Diagnostik und die Wahl des Ortes ihrer Durchführung geht von der kooperierenden Gemeinschaft aller am Instandhaltungsprozeß beteiligten Partner aus und muß die volkswirtschaftlich richtige Spezialisierung und Kooperation im landtechnischen Instandhaltungswesen fördern. Sowohl im einsatzgebundenen Prozeß der Pflege/Wartung/Abstellung und operativen Instandsetzung im landwirtschaftlichen Betrieb als auch in den operativen und serienmäßig vorbeugenden Instandsetzungseinrichtungen für Maschinen und Baugruppen sind Diagnoseeinrichtungen für unterschiedliche Anwendungsbereiche erforderlich. Es ist nötig, in allen Partnerorganen des landtechnischen Instandhaltungswesens die Anwendung der technischen Diagnostik gleichmäßig voranzutreiben.

Verantwortung der Eigentümer (z. B. Genossenschaftsbauern)

Die Eigentümer haben mit der Verantwortung für ihre Produktion letztlich auch die Verantwortung für ihre Produktionsmittel. Sie müssen deshalb in hohem Maß die Möglichkeit der Entscheidung über die Durchführung von Instandsetzungsarbeiten haben.

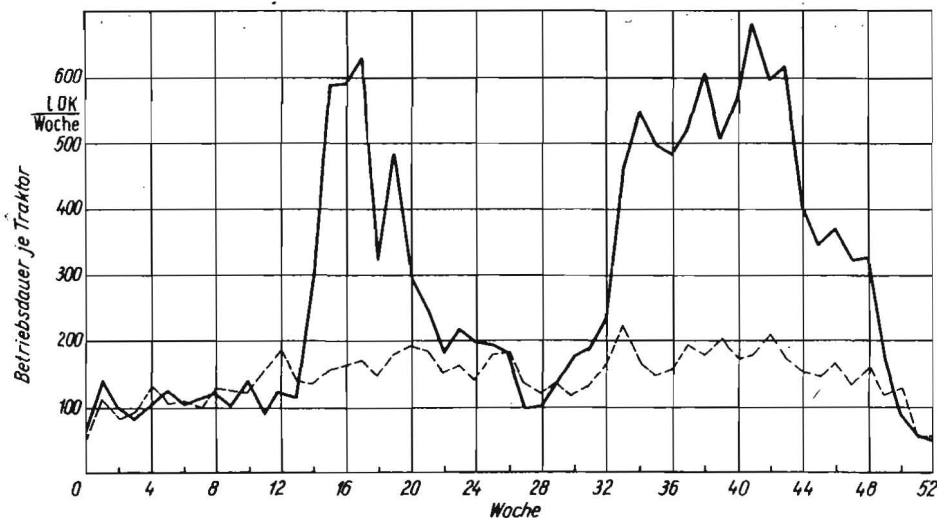


Bild 1. Einsatzcharakteristiken der Traktoren ZT 300 und ZT 303 der LPG (P) Schulenberg (mehrjähriger Mittelwert);
 ——— ZT 303 (Pflügen, Grubbern, Drillen)
 - - - - ZT 300 (Transportarbeiten)

Tafel 2. Bedingungen für verschiedene Varianten von Diagnosefolgen

Variante	Diagnosefolge	Bedingungen, Voraussetzungen, Vor- und Nachteile
1	Überprüfungen nach starren Nutzungsdauerintervallen	Die Überprüfungen fallen auch während der Kampagnen an. Durch die vorhergehende Pflege werden triviale Fehlerquellen ausgeschlossen. Durch die Kombination von Pflege und Diagnose tritt eine Verkürzung des Gesamtzeitaufwands ein.
2	Überprüfungen nur in den Wintermonaten	Einfache Planbarkeit ist gegeben. Bei großer jährlicher Nutzungsdauer werden große Überprüfungsintervalle realisiert, d. h. ein großer Anfall operativer Überprüfungen. Keine kontinuierliche Arbeit der Diagnosestation möglich. Hauptprozeß wird durch die planmäßigen Überprüfungen nicht gestört.
3	Überprüfungen vor bzw. nach den Einsatzkampagnen	Bindung der Überprüfungen an eine Pflegegruppe nicht immer gewährleistet. Exakte Abstimmung der Diagnoseorganisation ist erforderlich. Hohe Verfügbarkeit während der Kampagne kann gewährleistet werden. Hauptprozeß wird durch die planmäßigen Überprüfungen nicht gestört.
4	Komplexdiagnosen in kurzen starren Nutzungsdauerintervallen	Bindung an Pflegegruppe ist gegeben. Das energetisch günstige Betreiben der Traktoren wird gesichert. Hauptprozeß wird durch die Komplexdiagnose nicht wesentlich gestört. Erschwerte Planung der Diagnoseorganisation, da die anfallenden Tiefendiagnosen stochastisch streuen werden.

5. Ausgewählte Einflußgrößen auf die Organisation der technischen Diagnostik

5.1. *Diagnosefolgen — Überprüfungsintervalle*
 Bei der Festlegung der Überprüfungsintervalle/Überprüfungstermine ist von folgenden Größen auszugehen:

- Schädigungsverhalten des Instandhaltungsobjekts
- agrotechnische Einsatzzeiten
- geforderte Zuverlässigkeit
- Überprüfungsaufwand
- Diagnosefehler.

Für Diagnosefolgen ergeben sich zwei Varianten:

- Durchführen der Überprüfungen in Kampagnepausen statt nach Zeit
- Durchführen der Überprüfungen statt nach Betriebsdauer (z. B. DK-Verbrauch) bei Minimierung der überprüfungsbedingten Stillstandszeit.

Bei der ersten Variante ergeben sich bei hoher Kampagneverfügbarkeit in Abhängigkeit von der Kampagnedauer unterschiedlich lange Überprüfungsintervalle und eine unterschiedliche Auslastung der Diagnoseeinrichtung. Die zweite Variante hat den Vorteil konstanter Diagnoseintervalle, aber den Nachteil plan-

mäßiger Überprüfungen während der agrotechnischen Hauptkampagne.

Die Anwendungsbereiche beider Varianten werden durch die Einsatzcharakteristiken und die Folgen unterschiedlicher Überprüfungsintervalle auf das Ausfallverhalten der Instandhaltungsobjekte abgegrenzt.

Im Bild 1 sind am Beispiel der LPG (P) Schulenberg, Bezirk Rostock, Einsatzcharakteristiken von Traktoren ZT 300 und ZT 303 dargestellt. In das Diagramm ist der mehrjährige Mittelwert der verbrauchten DK-Menge je Woche eingetragen. Die Betrachtung derartiger Einsatzcharakteristiken erweitert die Anzahl der Varianten von Diagnosefolgen (Tafel 2):

- Die planmäßigen Überprüfungen werden nach konstanten Betriebsdauerintervallen (2 Ölwechselintervalle) durchgeführt.
- Die planmäßigen Überprüfungen werden nur in den „arbeitsarmen“ Wintermonaten durchgeführt.
- Die Überprüfungen werden zweimal jährlich in Kampagnepausen (z. B. Wochen 1 bis 12 und 22 bis 28 im Bild 1) durchgeführt.
- Nach kurzen starren Betriebsdauerintervallen, bei jedem Ölwechsel werden kleine Komplexüberprüfungen durchgeführt, die

bei Bedarf zu Tiefendiagnosen erweitert werden.

Für die LPG (P) Schulenberg wären aus dieser Sicht für die Traktoren ZT 300 die Variante 1 und für die ZT 303 die Varianten 2 oder 3 vorteilhaft. Die für die Diagnosefolgen entstehenden mittleren Überprüfungsintervalle sind in Tafel 3 dargestellt. Daraus kann abgeleitet werden, daß bei den Varianten 2 oder 3 die gegenwärtig empfohlenen Überprüfungsintervalle von 6000 l DK weit überschritten werden.

Im Bild 2 ist der Anfall operativer Überprüfungen je Traktor in Abhängigkeit vom mittleren Intervall zwischen zwei Hauptüberprüfungen dargestellt. Wenn die Anzahl der operativen Überprüfungen (zur Aufklärung plötzlicher Ausfälle und offensichtlicher Funktionsstörungen) als Maß für den technischen Zustand und somit für die Zuverlässigkeit der Instandhaltungsobjekte angesehen wird, so spricht dieser Zusammenhang für relativ kurze Überprüfungsintervalle, d. h. für Variante 1.

5.2. Einsatz der Diagnoseeinrichtung in der operativen Einsatzbetreuung

Da die Diagnoseeinrichtung zum Erreichen einer schädigungsgerechten Instandsetzung im Zusammenhang mit der operativen Einsatzbetreuung große Vorteile bringt, ist die Entfernung vom Einsatzort zur Diagnoseeinrichtung von Bedeutung. Bei der Bestimmung optimaler Betreuungsbereiche von Diagnoseeinrichtungen ist von Interesse, bis zu welcher Entfernung das Aufsuchen einer Diagnoseeinrichtung im operativen Fall ökonomisch ist. Diese Betrachtung ist notwendig, da die derzeitige Diagnosetechnik nicht für ständigen mobilen Einsatz geeignet ist.

Zur Ermittlung der Entfernungsschwellen werden die Gesamtkosten für Organisation und Durchführung (außer Materialkosten) der Betreuung in Abhängigkeit von den zurückzulegenden Entfernungen für verschiedene Varianten der Fehlerbeseitigung berechnet. Für derartige Untersuchungen sind Angaben zu Anfall, Ursachen und Zeitaufwendungen der operativen Überprüfungen und zu den daraus abgeleiteten Instandsetzungen bzw. Regulierungen erforderlich. Bei den Untersuchungen der operativen Überprüfungen zeigte sich die Einspritzpumpe als eindeutiger Schwerpunkt (Tafel 4).

Folgende Varianten der Einsatzbetreuung wurden in die Untersuchungen mit einbezogen:

- Bei einer Störung wird der Traktor der Diagnosestation zugeführt. Aus dem Befund der Fehlersuchdiagnose wird die erforderliche Instandsetzungsmaßnahme abgeleitet. Diese erfolgt entweder in der Diagnosestation oder in der Werkstatt.
- Bei einer Störung wird die die Störung verursachende Baugruppe am Einsatzort ausgetauscht. Die Einsatzbetreuung erfolgt von der Werkstatt aus.
- Bei einer Störung wird der Traktor der Feldrandbetreuung zugeführt, wo die die Störung verursachende Baugruppe ausgetauscht wird. Die Baugruppe ist vorhanden oder wird aus dem zentralen Lager gebracht.
- Bei einer Störung am Traktor fährt eine mobile Diagnose- und Instandsetzungseinrichtung zum Einsatzort der Maschine, wo eine Fehlersuchdiagnose mit anschließender Instandsetzung durchgeführt wird.

In die Gesamtkosten (Vergleichskosten-)Ermittlung zum Vergleich der Varianten wurden einbezogen:

Tafel 3. Überprüfungsintervalle bei verschiedenen Diagnosefolgen in der LPG (P) Schulenberg

lfd. Nr.	Überprüfungsstrategie (Variante nach Tafel 2)	maximales Überprüfungsintervall in IDK		mittlere jährliche Nutzungsdauer in IDK		mittlere Anzahl planmäßiger Überprüfungen je Jahr	
		ZT 303	ZT 300	ZT 303	ZT 300	ZT 303	ZT 300
1	1	5 400 (6 000)	5 400 (6 000)	15 000	7 500	3 (2,5)	1,5 (1,25)
2	2	15 000	7 500	15 000	7 500	1	1
3	3	7 240		15 000	7 500	3 (2...3)	
4	4	2 700... 3 000	2 700... 3 000	15 000	7 500	5	3

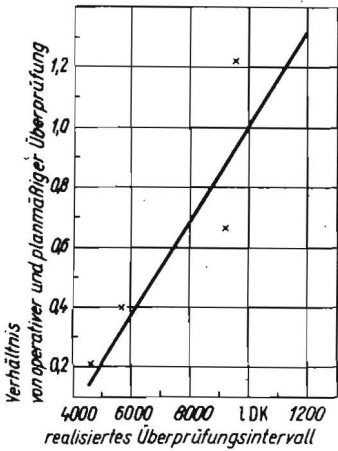


Bild 2. Anfall operativer Überprüfungen je Traktor in Abhängigkeit vom mittleren Intervall zwischen zwei Hauptüberprüfungen

Tafel 4. Relative Häufigkeit von Schäden bei Baugruppen am Traktor ZT 300/303

schadensverursachende Baugruppen bzw. Systeme	relative Häufigkeit der Schäden %
Einspritzpumpe	70
Drehstromlichtmaschine	12
Motor	7
Hydraulik	6
Kraftstoffsystem	3
Motorschmiersystem	2

- Lohnkosten
 - Gemeinkosten
 - Transportkosten
 - Mehrkosten zur Vermeidung von Mindererlösen (Ausfallverluste).
- Aus Bild 3 geht hervor, daß die mittlere Schlagentfernung bis zur Diagnosestation 6 km be-

tragen kann. Bis zu diesem Bereich ist die Variante „Aufsuchen der Diagnosestation“ die kostenoptimale Betreuungsvariante bei Störungen an der Einspritzpumpe.

Die Entfernungsschwelle von 6 km stellt bei idealisiertem kreisförmigen Betreuungsbereich (Radius 4 km Luftlinie) eine Betriebsgröße von etwa 5 000 ha dar. Stellt sich bei der Fehlersuchdiagnose die Notwendigkeit des Baugruppentausches heraus, verringert sich die Entfernungsschwelle etwa um die Hälfte.

Analoge Untersuchungen für die Baugruppen Anlasser und Lichtmaschine ergaben, daß das Aufsuchen der Diagnosestation bei Störungen an diesen Baugruppen nicht kostenoptimal ist. Neben dem Kriterium der kostenoptimalen Entfernungsschwelle sind z. B. auch die Aufwendungen für die Realisierung der Betreuungsvariante, d. h. zusätzliche materielle und personelle Aufwendungen, zu betrachten.

6. Gestaltungsvorschläge für das System von Diagnoseeinrichtungen

Im landtechnischen Instandhaltungswesen der DDR sollte folgendes System von Diagnoseeinrichtungen aufgebaut werden:

- Kombinierte Pflege-Diagnose-Stationen in jedem Betrieb der Pflanzenproduktion für die Betreuung aller im Bereich stationierten landtechnischen Arbeitsmittel der Pflanzen- und Tierproduktion und ihrer kooperativen Einrichtungen
Hier sind planmäßige und operative Überprüfungen als Bestandteil des Pflegeplans an serienmäßig vorhandenen landtechnischen Arbeitsmitteln in Verbindung mit Regulierungen und kleinen Teilinstandsetzungen sowie Baugruppentauschen durchzuführen.
- Spezialisierte Diagnoseeinrichtungen im VEB KfL
Mit ihnen werden planmäßige und operative

Überprüfungen für die Landwirtschaftsbetriebe des unmittelbaren Territoriums sowie Qualitätskontrollüberprüfungen (Eingang und Ausgang) der einzeln und serienmäßig erfolgten operativen und vorbeugenden Instandsetzungen durchgeführt. Außerdem erfolgen hochspezialisierte Überprüfungen (z. B. Bremssysteme von Kfz).

- Diagnoseeinrichtungen in spezialisierten Instandsetzungsbetrieben

Die Diagnosegeräte werden für die Bestimmung des Instandsetzungsumfangs und der Instandsetzungsqualität sowie für die Zuverlässigkeitsanalyse zur Qualitätsverbesserung eingesetzt. Die Prüfprotokolle liefern dem Nutzer die für die Restbetriebsdauerprognose nötigen Nullmessungen.

- Serviceeinrichtungen

Für größere Territorien (1 bis 2 Bezirke) sind für die Betreuung der Diagnoseeinrichtungen Serviceeinrichtungen nötig, die Geräteinstandsetzungen und Geräteeichungen durchführen, die Diagnosestationen über neue Software (Grenzwerte, Diagnosekennlinien u. a. m.) informieren und den ständigen Erfahrungsaustausch sowie die Qualifizierung der Diagnostiker gestalten.

7. Zusammenfassung

Auf der Basis von Forschungsergebnissen und Erfahrungen der Erprobungsdiagnosestationen des Bezirks Rostock wurden Probleme der Einordnung der technischen Diagnostik in die landwirtschaftliche Produktion behandelt und die daraus abzuleitenden Grundsätze dargelegt. Diese Grundsätze sind bei der Gestaltung der Instandhaltung nach Überprüfungen zu beachten, wenn für die Landwirtschaft der DDR mit einer technisch hochqualifizierten Diagnose der mögliche Nutzen erreicht werden soll.

Literatur

- [1] Beschluß des XII. Bauernkongresses der DDR am 13. und 14. Mai 1982 in Berlin.
- [2] Autorenkollektiv: Technische Diagnostik im Maschinenbau. Berlin: VEB Verlag Technik 1978.
- [3] Troppens, D.: Elektrisches Meßsystem für die technische Diagnostik von landtechnischen Arbeitsmitteln. agrartechnik 31 (1981) H. 1, S. 10—14.
- [4] Litzel, R.; Maack, H.-H.; Troppens, D.: Elektrische Meßeinrichtung zur Ölolumenstrommessung für die Diagnose von Baugruppen in Schmieröl- und Hydraulikkreisläufen. agrartechnik 30 (1980) H. 12, S. 531—533.
- [5] Nessau, B.: Zur Diagnose an Kraftstoffeinspritzanlagen. agrartechnik 27 (1977) H. 1, S. 6—9.
- [6] Nessau, B.; Gebhardt, N.: Theoretische Betrachtungen und praktische Erfahrungen zur Anwendung rationaler Verfahren der Komplexdiagnose von Dieselmotoren. agrartechnik 31 (1981) H. 3, S. 95—100.
- [7] Eichler, C.: Instandhaltungstheoretische und organisatorische Aspekte bei der Einführung der Technischen Diagnostik in die landtechnische Praxis. Maschinenbautechnik 30 (1981) H. 8, S. 364—366.
- [8] Verordnung über die Wartung, Pflege und Konservierung sowie Abstellung der Technik in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft vom 21. Juni 1979. GBl. der DDR Teil I, Nr. 20, vom 19. Juli 1979.
- [9] Simon, H.: Die Entwicklung der landtechnischen Instandhaltung entsprechend den Erfordernissen der weiteren Intensivierung der Pflanzen- und Tierproduktion. Referat zur VI. Wissenschaftlich-technischen Tagung der KDT zum landtechnischen Instandhaltungswesen am 5. und 6. Dezember 1979 in Leipzig.
- [10] Eichler, C.; Ihle, G.: Entwicklungstendenzen der Instandhaltungstechnik. agrartechnik 29 (1979) H. 12, S. 527—532.

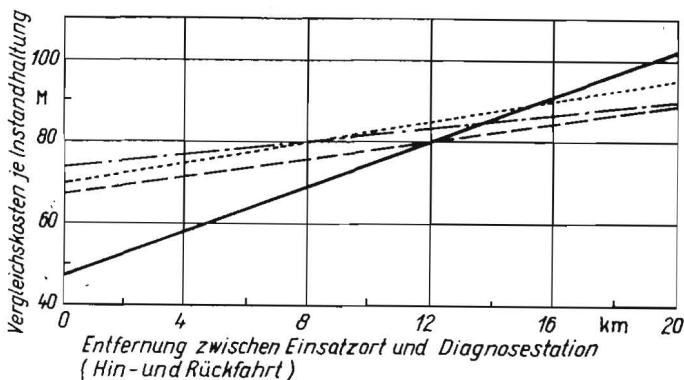


Bild 3. Entfernungsschwelle für Störungen an der Baugruppe Einspritzpumpe des Traktors ZT 303;
— Aufsuchen der Diagnosestation
--- Austausch der Baugruppe am Einsatzort
- - - Austausch der Baugruppe
..... Einsatz einer mobilen Diagnoseeinrichtung