

portvariante (W 50 L und Anhänger) transportiert werden können.

Davon ausgehend wurde der Aufwand an lebendiger Arbeit für den Transport der Baugruppen untersucht und dieser mit dem Aufwand an lebendiger Arbeit beim Transport des kompletten E 285 verglichen.

Bild 8 verdeutlicht die Einsparung an lebendiger Arbeit je Maschine beim Baugruppentransport gegenüber dem Landmaschinentransport in Abhängigkeit von der Transportentfernung und der im Komplex transportierten Maschinen. Eine gleiche Aussage trifft für die Transportkosten zu.

Für die Ermittlung der optimalen Instandsetzungsorganisation der Kampagnestüberholungen der E 285 stellen die Ergebnisse eine wichtige Grundlage dar. Diese Ergebnisse der Transportuntersuchung lassen aber noch keine Entscheidung über die optimale Instandsetzungsorganisation zu, da dazu weitere um-

fangreiche Untersuchungen notwendig sind, wie z. B. die Abhängigkeit der Instandsetzungskosten von der Seriengröße der Instandsetzungsbetriebe u. v. a. Die beim Transport der kompletten Landmaschinen aufgezeigten Probleme sind beim Baugruppentransport weitgehend beseitigt.

6. Zusammenfassung

Infolge der sich ständig vergrößernden Verkehrsdichte in der DDR bedürfen die Probleme des Transports von Landmaschinen zum spezialisierten Instandsetzungsbetrieb immer mehr Aufmerksamkeit, wobei die Einordnung dieser Problematik in den gesamten Instandsetzungsprozeß von großer Wichtigkeit ist. Die vorgestellte Methodik bildet eine wichtige Grundlage für die Auswahl der optimalen Transportvarianten in Abhängigkeit von der Transportentfernung zwischen dem Nutzer

(Landwirtschaftsbetrieb) und dem spezialisierten Instandsetzungsbetrieb.

Diese Ergebnisse bilden gleichzeitig den Ausgangspunkt für die Bestimmung der mittleren Transportkosten für den Einzugsbereich eines spezialisierten Instandsetzungsbetriebs, auf die ausführlich in [4] eingegangen wurde.

Literatur

- [1] Eichler, C.: Instandhaltungstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1977.
- [2] Sell, W.: Transportrichtlinie für landwirtschaftliche Großmaschinen. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Forschungsbericht 1976.
- [3] Preisanordnung Nr. 3030/3 Güter-Kraftverkehrstarif. Pöbneck: Streitberger-Verlag 1970.
- [4] Sell, W.: Bestimmung der mittleren Transportkosten eines spezialisierten Instandsetzungsbetriebs für landwirtschaftliche Großmaschinen. agrartechnik 26 (1976) H. 9, S. 427—430.

A 1963

Gestaltung von Maschinen und Anlagen mit optimaler Zuverlässigkeit und Instandhaltungsseignung am Beispiel des Mähdeschers E 516¹⁾

Dr.-Ing. M. Gubsch, KDT/Ing. K.-D. Lehnert, KDT/Dipl.-Ing. L. Städter, KDT
VEB Kombinat Fortschritt — Landmaschinen — Neustadt in Sachsen

1. Durchsetzung der instandhaltungsgerechten Konstruktion im VEB Kombinat Fortschritt

Grundlage eines guten Maschinenverhaltens sind neben technisch ausgereiften Lösungen vor allem optimales Abnutzungsverhalten und optimale Instandhaltungsseignung der Baugruppen und Einzelteile. Diese Forderungen sind im Standard TGL 20987/01 bis 03 Instandhaltungsgerechte Konstruktion definiert.

Daraus abgeleitete Kombinatinstruktionen regeln kontrollfähig die notwendigen Schritte beim Herangehen an jede Neuentwicklung im Kombinat auf dem Gebiet der instandhaltungsgerechten Konstruktion.

Die Technisch-Ökonomische Konzeption (TÖK) jedes neu zu entwickelnden Geräts im Kombinat bildet die Basis für alle notwendigen Entwicklungsaktivitäten und ist zugleich Aufgabenstellung zur Erfüllung der vorgegebenen Werte des Abnutzungsverhaltens und der Instandhaltungsseignung.

Diese Sollwerte werden über den gesamten Entwicklungszeitraum bis hin zur Serienreife überprüft, wobei nach jeder Entwicklungsstufe der erreichte Stand zu fixieren und zu verteidigen ist.

Zusammen mit Vertretern des spezialisierten Instandsetzungswesens sowie Mitarbeitern der Werkerprobung und der Konstruktionsbereiche des Kombinats werden von Entwicklungsstufe zu Entwicklungsstufe alle Faktoren analysiert, die die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit sowie die Instandhaltungskosten beeinflussen.

Diese Nachweisführung erfolgt über die Maschinenerprobungen und Probeinstandsetzungen in Abstimmung mit den staatlichen Prüfstellen des In- und Auslands sowie mit wissenschaftlichen Einrichtungen, wie dem Ingenieurbüro für vorbeugende Instandhaltung Dresden, der Technischen Universität Dresden,

der Universität Rostock und anderen Institutionen.

Im Ergebnis dieser gemeinsamen Untersuchungen werden Gutachten zur instandhaltungsgerechten Konstruktion erstellt.

Die gewonnenen Primärdaten aus den Erprobungsprogrammen zur Ermittlung des Schädigungsverhaltens werden über entsprechende EDV-Programme ausgewertet.

Die Primärdatenauswertung zur Ermittlung von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Instandhaltungskosten erfolgt auf der Basis der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der mathematischen Statistik.

Unter Beteiligung von Mitarbeitern des VEB Kombinat Fortschritt, der Landwirtschaft, des Instituts für Landmaschinentechnik des VEB Weimar-Kombinat sowie der Technischen Universität Dresden entstand in langjähriger Gemeinschaftsarbeit eine Methodik zur Ermittlung des Schädigungsverhaltens, Kurzbezeichnung „System SCHAEVER“, die laufend vervollkommen wird.

Die Nachweisführung über das erreichte Ergebnis wird im VEB Kombinat Fortschritt wie folgt durchgeführt:

- Haltbarkeitsprüfungen auf Prüfbahnen und Prüfständen
- Untersuchungen während der landtechnischen Erprobung
- Fortsetzung der Datenerfassung nach dem System SCHAEVER bis 2 Jahre nach Serienbeginn an Maschinen in ausgewählten Anwenderbetrieben
- detaillierte Auswertung aller Instandhaltungsmaßnahmen während der Kampagne.

2. Erfüllung der Forderungen der instandhaltungsgerechten Konstruktion am Beispiel des Mähdeschers E 516

Während des gesamten Entwicklungszeitraumes des Mähdeschers E 516 erfolgten Erpro-

bungen/Prüfungen im In- und Ausland über 5 Getreide- und Körnermaiskampagnen. Probeinstandsetzungen wurden an mehreren Maschinen über 3 Jahre durchgeführt.

Dabei war das Kombinat stets darauf bedacht, mit den Einrichtungen des landwirtschaftlichen Instandsetzungswesens eng zusammenzuarbeiten, um echte Voraussetzungen zur optimalen instandhaltungsgerechten Konstruktion zu schaffen.

Diese konsequente Zusammenarbeit hat sich bewährt, denn aus der Sicht des Instandhalters wurde eine optimale Lösung in der konstruktiven Auslegung des Geräts erreicht.

In die Verträge und Vereinbarungen zur Begutachtung des Mähdeschers E 516 auf instandhaltungsgerechte Konstruktion durch die Spezialisten des landtechnischen Instandsetzungswesens wurde auch die Beurteilung der vom Kombinat konzipierten Instandhaltungsstrategie aufgenommen, um die geplanten Instandhaltungskosten zu sichern.

Die erreichten hohen Kampagneleistungen mit den der Probeinstandsetzung unterzogenen Maschinen in den Jahren 1975, 1976 und 1977 und das dabei ermittelte Schädigungsverhalten bestätigten die Richtigkeit der erarbeiteten Instandhaltungsstrategie.

Zur Ausarbeitung der einzelnen Instandsetzungstechnologien wurden dem spezialisierten Instandsetzungswesen alle erforderlichen technischen Dokumentationen zur Verfügung gestellt.

2.1. Instandhaltungskonzeption

Ein wesentlicher Teil der Instandhaltungsstrategie ist die Instandhaltungskonzeption. In ihr sind die wichtigsten Kennwerte enthalten, die über die Wirtschaftlichkeit des Mähdeschers E 516 Aussagen treffen. Basis hierfür ist die bereits genannte Technisch-Ökonomische Konzeption.

Die projektierte Nutzungsdauer ist mit einer zu bearbeitenden Fläche von 3 440 ha in Getreide konzipiert, das entspricht einer mittleren jährlichen Normkampagneleistung von 430 ha bei 8jähriger Nutzung.

Die geplanten geringen spezifischen Instandhaltungskosten stellen hohe Forderungen an die Zuverlässigkeit des Mähreschers E 516 und an die konsequente Durchsetzung der Instandhaltungsstrategie im Instandhaltungswesen.

2.2. Instandhaltungsintervalle

Die Instandhaltungsintervalle sind Hauptbestandteil der Instandhaltungsstrategie und sind analog denen des Mähreschers E 512 aufgebaut. Dazu gehören:

— Pflege und Wartung

Pflege- und Wartungsmaßnahmen während einer Schicht mit dem kleinsten Intervall von 10 Betriebsstunden, wie Kontrolle der Verkehrssicherheit, Zuführung von Kraftstoff und konstruktiv vorgesehene Pflegemaßnahmen, z. B. Zuführung von Schmierstoffen, Reinigung der Filter u. a.

Für die Grundmaschine des Mähreschers E 516 sind dafür maximal 300 AKmin/100 Betriebsstunden und für das Schneidwerk höchstens 200 AKmin/100 Betriebsstunden vorzusehen. Benötigt wurde aber in beiden Fällen ein wesentlich geringerer Zeitaufwand (s. a. Tafel 1).

— Operative Instandhaltung

Maßnahmen zur Behebung von Schäden und zum Austausch schnellverschleißender Teile sowie kompletter schadhafter Baugruppen während des Einsatzes in der Kampagne sowie planmäßige Maßnahmen, wie Durchsichten, Nach- und Einstellarbeiten

— Kampagnestüberholung nach einer Kampagne als Teilinstandsetzung

Vorgesehen ist, die Baugruppen zu demontieren, deren Verschleiß besonders hoch ist, wie z. B. Baugruppen des Schneidwerks, Elevatoren, Dreschtrommel, Dreschkorb und Schüttler. Diese Instandsetzungsmaßnahmen sind nach dem 1., 3., 5. und 7. Einsatzjahr durchzuführen.

— Kampagnestüberholung nach zwei Kampagnen als Hauptinstandsetzung

Die Mährescher sind vollständig zu demontieren, alle Teile und Baugruppen sind zu überprüfen und diese bei Bedarf instand zu setzen bzw. auszutauschen. Diese Instandsetzungsmaßnahmen sind nach dem 2. und 6. Einsatzjahr durchzuführen.

— Grundüberholung als höchste Instandsetzungsstufe

Sie ist nach dem 4. Einsatzjahr vorgesehen. Hierbei ist der Mährescher vollständig zu demontieren, und alle Teile und Baugruppen müssen überprüft werden. Zusätzlich ist eine Anzahl von Bauteilen auszutauschen, die nicht mit Sicherheit die letzten vier Kampagnen bis zur projektierten Nutzungsdauer überstehen bzw. bei denen der Reparaturaufwand das ökonomisch vertretbare Maß überschreitet.

Erwähnenswert ist, daß dem Getreideschneidwerk die gleiche Konstruktionsnutzungsdauer wie der Grundmaschine zugeordnet ist.

3. Auswertung der Ergebnisse zur Zuverlässigkeit, Instandhaltungs-eignung und Verschleißminderung

Im Verlauf der durchgeführten Probeinstandsetzungen und Auswertungen im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem Erzeugnisgruppenleitbetrieb für spezialisierte Mährescherinstandsetzung, dem VEB Landtechnisches Instandsetzungswerk (LIW) Oschersleben, entstanden über 140 Forderungen auf dem Gebiet der instandhaltungsgerechten Konstruktion. Sie gliedern sich wie folgt auf:

- 18 % abnutzungsgerechte Konstruktion
- 14 % Wartungs- und Pflegeeignung
- 10 % Abstellungs- und Konservierungsmöglichkeit
- 4 % Überprüfbarkeit
- 33 % Montage- und Demontageeignung
- 21 % sonstige Forderungen mit Querschnittscharakter.

Diese Forderungen wurden durch das Kombinieren in Forderungsprogrammen zusammengefaßt und durch Maßnahmepläne systematisch abgearbeitet, so daß zur Zeit keine offenen Probleme mehr bestehen.

Forderungen, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt volkswirtschaftlich nicht gerechtfertigt erscheinen, wurden protokollarisch festgehalten.

3.1. Abnutzungsgerechte Konstruktion

Hinsichtlich der abnutzungsgerechten Konstruktion des Mähreschers E 516 sind die Zerlegbarkeit der Baugruppen und die entsprechende Auslegung der großvolumigen Teile, wie z. B. Schneidwerkstrog, Schacht und Maschinengestell, sehr positiv zu bewerten. Die Forderungen an die Austauschbarkeit schnellverschleißender Teile, wie Antriebs-elemente und Arbeitsorgane (z. B. Messerklingen, Förder- und Elevatorketten), ohne Demontage anderer Bauteile wurden voll erfüllt.

3.2. Wartungs- und Pflegeeignung

Die Realisierung der Forderungen zur Verbesserung der Wartungs- und Pflegeeignung trugen maßgeblich zur Verkürzung des Gesamtzeitaufwands für Pflege und Wartung bei. Das wurde z. B. durch folgende Maßnahmen erreicht:

— Verbesserung der Zugänglichkeit zur Schmierstelle der Arbeitszylinder für die hydraulische Lenkung durch Veränderung der Standardausführung dieses Zylinders, d. h. Anbringung eines zweiten Schmierkopfes

— Anbringung von Schmierstellen an den Gelenken der Abtankkupplung und Dreschwerkskupplung sowie der Dreschkorbeinstellung (Abschmieren außerhalb der Kampagne).

Die letztere Maßnahme wirkte sich insbesondere vorteilhaft auf Verschleißverhalten und Konservierung aus.

Wie aus Tafel I hervorgeht, wurden die zulässigen Aufwendungen für Wartung und Pflege beim Mährescher E 516 beträchtlich unterboten.

3.3. Abstellungs- und Konservierungsmöglichkeit

Die Forderungen bezogen sich auf die Beseitigung bestehender Sammelstellen von Ernterückständen, Wasser und Schmutz sowie auf die Abstellung von Korrosionsschwerpunkten.

Die Beanstandungen wurden u. a. durch folgende konstruktive Maßnahmen abgestellt:

- Verschließen der fertigungsbedingten Öffnungen am Lagerbock der Reinigungsaufhängung durch Plastdeckel
- Anbringen von Wasserabflußöffnungen im Schneidwerkstrog und Korntank, womit sich gleichzeitig eine verbesserte Reinigungsmöglichkeit ergab
- Abdeckung von Hydraulikleitungen und des Kabelbaums im Bereich des Motorraums
- veränderte Ausführung der Form und Lage der verwendeten Stahlleichtbauprofile des Maschinengestells und einzelner Baugruppen zur Vermeidung von Schmutzsammelstellen
- Vergrößerung bereits bestehender Reinigungsöffnungen, z. B. Übergabestelle Körnerellevator — Tankfüllschnecke
- Verbesserung der Zugänglichkeit verbleibender Schmutzsammelstellen, so daß mechanische Reinigung möglich ist.

3.4. Überprüfbarkeit

Die Forderungen betrafen die Schaffung von Anschlußmöglichkeiten für Diagnose- und Kontrollgeräte am Hydrauliksystem und am Motoraggregat. Spezielle Untersuchungen zu diesem Problem führte das Ingenieurbüro für vorbeugende Instandhaltung Dresden durch. Realisiert wurden Anschlußstellen an den Kreisläufen der Arbeitshydraulik zur Funktionsdiagnose mit Hilfe des Hydraulikprüfgeräts HP-2 und Anschlußstellen an den Zahnpumpen.

Am hydrostatischen Fahrtrieb wurden vorerst aus Gründen der erforderlichen hohen Ölrinheit keine Diagnosestellen angebracht.

3.5. Montage- und Demontageeignung

Gefordert wurden in der Hauptsache günstigere Voraussetzungen zum Einsatz von Abziehvorrichtungen und Hebezeugen.

Beispiele für realisierte Maßnahmen dazu sind:

- Anbringung von Öffnungen im Maschinengestell für den Einsatz der mitzuliefernden Universalabziehvorrichtung für das Abziehen der Flanschlager der Vorgelege-, Schüttler- und Leittrommelwelle
- veränderte Anordnung der Lagerschalen am Schneckenkasten, um den Einsatz der Abziehvorrichtung am rechten Lager zu ermöglichen
- konstruktive Gestaltung aller Keilriemenscheiben unter Berücksichtigung des Einsatzes der Universalabziehvorrichtung
- Schaffung von Anschlagpunkten für Lastaufnahmemittel am Motor und an den Getrieben.

Weitere Beispiele für eine gute Montage- und Demontageeignung sind:

- Abschraubbare Stütze für Verkleidung und Hydraulikleitungen an der linken Maschinenseite und damit verbesserte Demontage der Strohlaittrommelwelle
- große Seitenklappe an der linken Maschinenseite für den Zugang zur Dresch-

Tafel 1. Wartungs- und Pflegeaufwand beim Mährescher E 516

	Aufwand in AKmin/100 Bh		Anzahl der während der Kampagne abzuschmierenden Schmierstellen	
	zulässig	ermittelt	zulässig	ermittelt
Grundmaschine	300	290	40	27
Schneidwerk	200	30	30	21

										Nuten um 120° versetzt neu fräsen Lagersitz abdrehen und aufplasten oder auftrags-schweißen Platzwerkstoff EFP 60 Vorwärmtemp.: 250°C
2	Lageabweichung messen	C	Höhenreferenz	└┘ 0,3					Lageabweichung > 0,3	
1	Lagersitz messen	A, B	Passameter Rachenlehre	ϕ 35 _{h9} 0 0,002	Stahlager SGE 207 TGL 20905	ϕ 34,930	ϕ 35 _{r9} -0,007	ϕ 34,7		Schweißverfahren: SG(CO ₂) / E Zusatzwerkstoff: 10 MnSi8 / Kb IX / Xs
Lfd. Nr.	Prüfumfang	Meßstelle	Art und Meßmittel	Fertigungsvorgabe	Paarungsteil	Betriebsgrenze	Aussonderungsgrenze	Verschrottungsgrenze	Großtechnologie bzw. Instandsetzungshinweise, einzuhaltende Vorschriften	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Skizze										
Finalproduzent VEB Kombinat Fortschritt		Erzeugnis, Typ MD E 516		Teilbez., Zg.-Nr. welle 02 049452 5 03/40600		Ersatz für		Bearbeiter Lehnert		Blattzahl 1
Hersteller W.O.						Ersetzt durch		Datum 30.1.76		Blatt-Nr. 1
Instandsetzungshinweise für Baugruppen und Einzelteile										13.07.76 H. O. R. 76 760 6/76

Bild 1. Instandsetzungshinweise für die Reinigungsantriebswelle des Mähreschers E 516

trommel, zur Strohhleitrommel und zum vorderen Schüttleraum

- unterer Teil der Auslaufhaubenrückwand abschraubbar und damit Schüttlerhordendemontage ohne Abbau der Auslaufhaube möglich
- gute Auswechselbarkeit aller schnellverschleißenden Teile, z. B. Schraubverbindung für die Zinken der Halmförderschnecke.

4. Regenerierung von Teilen und Baugruppen

Um von vornherein für die Instandhaltung eine hohe Materialökonomie zu sichern, werden bereits seit längerer Zeit vom VEB Kombinat Fortschritt für regenerierungswürdige Teile und Baugruppen Instandsetzungshinweise erarbeitet und den spezialisierten Instandsetzungsbetrieben übergeben.

Zur Zeit liegen dem VEB LIW Oschersleben 50 abgestimmte Instandsetzungshinweise für den Mährescher E 516 vor. Weitere Hinweise

sind für die Übergabe vorbereitet. Diese Instandhaltungshinweise sind analog dem in Bild 1 dargestellten Beispiel der Reinigungsantriebswelle aufgebaut.

In den Blättern der Instandhaltungshinweise sind neben der Darstellung des betreffenden Teils einschließlich Bemaßung Angaben zu Prüfumfang, Art des Meßmittels, Betriebsgrenze, Aussonderungsgrenze, Verschrottungsgrenze und zur Regenerierungstechnologie enthalten. Die Aussonderungs- und Verschrottungsgrenzen wurden aus Normativen und aus den Ergebnissen der Grund- und Rückvermessung an den Mustermaschinen abgeleitet. Bereits im Jahr 1977 wurden auf der Grundlage der Instandsetzungshinweise im VEB LIW Gardelegen Proberegenerierungen wichtiger Einzelteile durchgeführt. Diese Teile wurden in Mustermaschinen eingebaut und erprobt.

5. Zusammenfassung

Im VEB Kombinat Fortschritt-Landmaschinen-Neustadt in Sachsen wird der instandhal-

tungsgerechten Konstruktion große Aufmerksamkeit beigemessen.

Die am Beispiel des Mähreschers E 516 dargestellte Methodik zur Lösung der Aufgaben findet bei allen Erzeugnissen des Kombinats in gleicher Weise Anwendung.

Durch enge Zusammenarbeit mit den staatlichen Prüfstellen, wissenschaftlichen Institutionen und der VVB Landtechnische Instandsetzung sowie durch eine umfassende Beurteilung und Erprobung der Maschinen bereits während des Entwicklungszeitraums des E 516 wurden lange vor Serienbeginn alle Voraussetzungen für eine optimale Zuverlässigkeit und Instandhaltung dieser Maschine geschaffen.

A 1971

- 1) Überarbeitete Fassung eines Referats zur wissenschaftlich-technischen Tagung „Zuverlässigkeit und instandhaltungsgerechte Konstruktion von Maschinen und Anlagen“ am 8. und 9. Dezember 1977 in Dresden

Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

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