

licher ist, und der Werkstattwagen deshalb ständig fahrbereit gehalten wird.

Die Ersatzteilbeschaffung nahm in der Kartoffelernte einen Anteil von 13 Prozent und bei der Zuckerrübenerte einen Anteil von 37 Prozent der Standzeit zur Beseitigung technischer Störungen ein. Hier ist ein wichtiger Ausgangspunkt zur Erhöhung der Verfügbarkeit durch organisatorische Maßnahmen. Für die Instandsetzungszeit verbleiben dann bei den Kartoffelerntemaschinen 75 Prozent und bei den Zuckerrübenerntemaschinen nur 50 Prozent der erläuterten Gesamtzeit ( $T_{421}$ ).

Derartige Analysen erfordern nur geringen Aufwand und geben u. E. wertvolle Hinweise für Maßnahmen zur Erhöhung der Verfügbarkeit.

#### 4. Zu den Auswirkungen mangelnder Verfügbarkeit in Maschinenketten

Die Auswirkungen einer geringen Verfügbarkeit zeigen sich, wie einleitend erwähnt, zunächst in einer geringen Flächen- bzw. Mengenleistung. Da in der Pflanzenproduktion davon ausgegangen werden muß, daß alle Arbeitsgänge auf einer gegebenen Fläche in einer bestimmten agrotechnischen Zeitspanne durchgeführt werden müssen, hat eine zu geringe Verfügbarkeit, eine Erhöhung des Maschinenbedarfs zur Folge. Wie diese zwangsläufig vorhandene „Reservekapazität“ am zweckmäßigsten in den technologischen Prozeß einzugliedern ist, bleibt für die unterschiedlichen Bedingungen zu klären.

Ein weiteres Problem ergibt sich im technologischen Ablauf. Das Auftreten der Störzeiten kann aufgrund ihres stochastischen Charakters im voraus nicht berechnet und damit bei der Abstimmung der einzelnen Maschinengruppen in einer Kette nicht berücksichtigt werden. Bei Erntearbeiten ist es notwendig, die Transportkapazität auf die Mengenleistung der Erntemaschinen in der Operativzeit abzustimmen, weil sonst bei störungsfreiem Erntebetrieb Rückwirkungen auf die Erntemaschinen durch fehlende Transporteinheiten eintreten. Durch den Ausfall einer Erntemaschine ist wiederum die zugeordnete Transportkapazität untätig. Dieser Ausfall setzt sich in der Kette fort und ist in seiner

Auswirkung um so größer, je länger die Kette ist. Allein eine größere Anzahl von Maschinen in einer Gruppe kann hier ausgleichend wirken, wodurch die Forderung nach komplexem Einsatz von Maschinenketten unterstrichen wird /6/.

#### 5. Notwendige Schlußfolgerungen

- 5.1. Beim Maschineneinsatz ist die Kette durch das Einrichten technologischer Puffer so kurz wie möglich zu gestalten und die Gruppenbreite durch den komplexen Einsatz von Maschinenketten, den gegebenen Möglichkeiten angepaßt, zu erweitern.
- 5.2. Um die Standzeiten zu verkürzen, ist eine der Komplexgröße entsprechende technische Betreuung am Arbeitsort zu sichern.
- 5.3. Für die Herstellung neuer Arbeitsmittel muß gefordert werden, daß mit steigender Leistungsfähigkeit auch die Verfügbarkeit erhöht wird.
- 5.4. Mit Hilfe ökonomischer Kriterien ist zu klären, welche Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel gefordert werden muß.

#### Literatur

- /1/ Weber, H.: Beitrag zur technologischen Untersuchung leistungsbeeinflussender Faktoren von Maschinen in der Pflanzenproduktion. Dissertation B, Universität Rostock, Sektion Landtechnik, 1970
- /2/ Gieske, J.: Darstellung aller Aufgaben zur Erreichung instandhaltungsgerechter Konstruktionen im Landmaschinenbau in Zuordnung zu den einzelnen Entwicklungsstufen. 1. Entwurf des ILT Leipzig, 1969 (unveröffentlicht)
- /3/ Kurz, Chr.: Methodische Probleme bei der Analyse des Komplexeinsatzes und Ergebnisse als Grundlage für die Mechanisierungsplanung — dargestellt am Beispiel der Druschfrüchtere. Diplomarbeit, Universität Rostock, Sektion Landtechnik, 1971

Außerdem:

- Weber, H.: Technologische Probleme der Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel in der Pflanzenproduktion. Deutsche Agrartechnik 22 (1972) H. 1, S. 44—46
- Weber, H., M. Rohde: Einige Probleme der Wechselbeziehungen zwischen Einsatz und Instandhaltung von Maschinen in der Pflanzenproduktion. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 7, S. 331 bis 334
- Weber, H., M. Rohde: Ergebnisse technologischer Untersuchungen beim komplexen Maschineneinsatz in der Pflanzenproduktion. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 8, S. 384 bis 388 A 8619

Dozent Dr.-Ing. G. Ihle, KDT\*

DK 631.354.2:658.58

## Zur Auswahl einer günstigen Instandhaltungskonzeption für Mähdrescher<sup>1</sup>

Vom Mähdrescher — eine Maschine, die jährlich nur in einer kurzen Zeitspanne, dafür aber sehr intensiv eingesetzt wird — verlangt der Nutzer mit Recht eine hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit in der agrotechnisch nutzbaren Einsatzzeit. Die Konstrukteure und die Instandhalter stehen deshalb vor der Aufgabe, mit den ihnen gegebenen Mitteln und Methoden, d. h. entweder durch die konstruktive Gestaltung oder über eine günstige Instandhaltungsorganisation, unplanmäßige Ausfälle während der Schicht weitgehend zu verhindern. Alle dazu notwendigen vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen, wie Pflege, Durchsichten und vorbeugendes Instandsetzen, sind in die einsatzfreie Zeit zu verlegen, um eine hohe Verfügbarkeit des Mähdreschers zu erreichen. Für die Instandhaltung stehen also vorwiegend die Nachtschichten, Regenzeiten und der Rest des Jahres außerhalb der Getreideernte zur Verfügung. Dementsprechend gliedert sich auch die Instandhaltungskonzeption für Mähdrescher in die planmäßig vorbeugende Instandhaltung außerhalb der Einsatzkampagne, in die planmäßig vorbeugende Betreuung während des Einsatzes und in die opera-

tive Beseitigung eingetretener Schäden. Die beim gegenwärtigen technischen Entwicklungsstand der Mähdrescher notwendigen Instandhaltungskosten sind nicht unerheblich; sie betragen beim Mähdrescher E 512 z. B. 30 bis 40 Prozent der gesamten Verfahrenskosten. Die Auswahl einer günstigen Instandhaltungskonzeption muß deshalb in jedem Falle mit der Zielfunktion „kostenoptimale Verfügbarkeit“ erfolgen. In diesem Zusammenhang gilt es nicht nur die absoluten Instandhaltungskosten zu bewerten, sondern auch die jeweiligen Anteile in den drei genannten Elementen der Instandhaltungskonzeption. Im weiteren soll versucht werden, auf der Grundlage einer Analyse der Instandhaltung des Mähdreschers E 512 Grundsätze für eine günstige Instandhaltungskonzeption für Mähdrescher abzuleiten, die sowohl Anforderung an das bestehende Instandhaltungssystem als auch Entwicklungsanforderungen für zukünftige Mähdrescher sein können.

Die Ausführungen fußen auf einer Auswertung der Mähdrescherbetreuung in der Getreideernte 1971 im Bezirk Dresden /1/, auf einer Auswertung des Ersatzteilverbrauchs der Antriebe der Grundmaschinen (Riemenscheiben, Kettenräder, Wellen, Lager, Lagergehäuse, Förderband usw. von 211 Mähdreschern E 512 innerhalb der Instandsetzungsstufe II im Frühjahr 1971 im I/W Oschersleben /2/, auf einer Einschätzung des Pflegeaufwandes des E 512 /2/ und

\* Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (Direktor: Prof. Dr. agr. habil. R. Thurm)

<sup>1</sup> Vortrag auf der Wissenschaftlich-technischen Tagung „Getreideernte und -lagerung“ vom 9. bis 11. März 1972 in Dresden

auf Umfragen in einigen Kreisbetrieben, die Mährescher E 512 spezialisiert instand setzen.

### **Einfluß der Abstellung auf die Instandhaltungskosten**

Die planmäßig vorbeugende Instandhaltung außerhalb der Einsatzkampagne besteht aus der Abstellung nach der Kampagne, der Kampagnefestinstandsetzung und aus der Vorbereitung für den Einsatz. Bei der Abstellung sollte eine kurzfristige (für maximal 8 Wochen) und eine langfristige (über 8 Wochen) unterschieden werden. Welche Abstellungsform für den jeweiligen Mährescher notwendig ist, hängt vom Termin der Kampagnefestinstandsetzung ab. Die langfristige Abstellung umfaßt hauptsächlich folgende Maßnahmen: gründliche Reinigung, gründliches Konservieren der Maschine, Abbau von witterungsempfindlichen Teilen, Aufbocken usw. Dazu gehört auch eine Schadensaufnahme zur Vorbereitung der Instandsetzung, die in einem Abstellprotokoll festzuhalten ist. Wenn auch bei komplizierteren Mähreschern in Zukunft gleich zum Kampagnenabschluß nur eine äußere Schadensaufnahme gemacht werden kann, so sind die zu registrierenden Hinweise der Mährescherfahrer zum technischen Zustand und zum Verhalten der Maschine eine wertvolle Grundlage für die gründliche Maschinendiagnose vor der Kampagnefestinstandsetzung, auf deren Notwendigkeit noch hingewiesen wird.

Die sachgemäße Abstellung, die auch eine periodische Kontrolle der abgestellten Maschine und ein u. U. notwendiges Nachkonservieren umfassen muß, besitzt einen nicht unbedeutlichen Einfluß auf die Höhe der Instandhaltungskosten. Bei der Analyse des Ersatzteilbedarfs der Antriebe der Grundmaschine in der Instandsetzungsstufe II zeigte sich zum Beispiel, daß das Förderband und die Elevatorenketten 33,2 Prozent der Materialkosten verursachen. An diesen Elementen konnten aber auch sehr starke Rosterscheinungen festgestellt werden. Schlußfolgernd aus dieser Tatsache war einmal vorgesehen, einen guten Konservierungszustand bei Anlieferung in den spezialisierten Instandsetzungsbetrieb durch eine Senkung des Instandsetzungspreises zu honorieren, so z. B. im LIW Oschersleben bei einem sehr guten Zustand bei Anlieferung zu einer Instandsetzungsstufe II um 900,— M. Eine solche Form ist die einzig mögliche, um das materielle Interesse an einer guten Abstellung zu wecken, wenn die Kampagnefestinstandsetzung nach starren Instandsetzungspreisen erfolgt. Eine formale Handhabung dieses Systems (die Mährescher wurden z. T. erst kurz vor der Anlieferung konserviert und die Prämie des Kundendienstes des LIW hing von den Anteilen der Prädikate „gut“ und „sehr gut“ ab) veranlaßte das LIW Oschersleben, davon wieder abzugehen. Andere Instandsetzungsbetriebe bewerten auch weiterhin den Anlieferungszustand.

Eine optimale Instandhaltungskonzeption muß unbedingt eine spürbare materielle Auswirkung der Qualität der Abstellung auf die Instandhaltungskosten für jeden Nutzer zulassen. Aus dieser Sicht sollte die Handhabung im gegenwärtigen System noch einmal überprüft werden.

### **Kampagnefestinstandsetzung und Einsatzzuverlässigkeit**

Die Kampagnefestinstandsetzung des E 512 verursacht den weitaus größten Teil der Instandhaltungskosten. Die relativ starren Festpreise machen es notwendig, daß Anzahl und Art der Kampagnefestinstandsetzungen mit der entsprechenden Jahresarbeitsmenge abgestimmt werden.

Der überwiegende Teil aller Kampagnefestinstandsetzungen wird in 13 spezialisiert arbeitenden Instandsetzungsbetrieben durchgeführt. Im KfL Bautzen sind es jährlich rd. 75 Prozent aller Mährescher des Einzugsbereiches.

Vom Erzeugnisgruppenleitbetrieb, dem LIW Oschersleben, sind in Absprache mit dem Herstellerbetrieb zwei Instandsetzungsstufen (IS) mit unterschiedlichem Aufwand vorgesehen: Nach der ersten Einsatzkampagne, die IS I, wenn

die Leistung unter 500 ha lag, bzw. die IS II, wenn der Mährescher mehr als 500 ha abgeerntet hat, und in den weiteren Einsatzkampagnen im Wechsel die IS I und II, dazu entsprechend den Wünschen der Kunden einige zusätzliche Arbeiten, wie Motorinstandsetzung und Farbgebung. Die Instandsetzungsbetriebe übernehmen in jedem Falle für die geleistete Arbeit eine Garantie für die nächste Kampagne.

Dieses starre System konnte in der Praxis nicht voll verwirklicht werden. So haben sich die technischen Unterschiede zwischen den beiden Instandsetzungsstufen im LIW Oschersleben schon stark verwischt. Da unabhängig vom wirklichen Schädigungszustand für den großen Teil aller Mährescherbaugruppen eine Kampagne Garantie gegeben werden muß, die Leistung in einer Kampagne aber zwischen 250 und 700 ha, teilweise auch noch mehr, schwanken kann und keine begründeten Schadensgrenzen existieren, erfolgt in jedem Falle eine Grundüberholung für die jeweiligen Baugruppen mit hohem Ersatzteileinsatz. Die Landwirtschaftsbetriebe nehmen aber im allgemeinen die hohen Kosten der Kampagnefestinstandsetzung in Kauf, um in der nächsten Erntekampagne die Garantievorteile nutzen zu können. Den Landwirtschaftsbetrieben muß jedoch in diesem Zusammenhang gesagt werden, daß sie im gegenwärtigen System der Kampagnefestinstandsetzung nur dann günstige Ergebnisse erzielen, wenn sie hohe Auslastungen der Mährescher von mindestens 400 bis 500 ha je Kampagne erreichen. Der Sinn einer Kampagnefestinstandsetzung besteht in der Gewährleistung einer geforderten Einsatzzuverlässigkeit in der oder den nächsten Kampagnen. Die Schädigungszustände der einzelnen Mährescher nach einer Kampagne werden auch in Zukunft immer stark voneinander abweichen. Einerseits sind die Einsatzbedingungen oft sehr unterschiedlich. Andererseits werden auch die Auslastungen in der Kampagne sehr schwanken, selbst wenn eine Sättigung des Bedarfs der Landwirtschaftsbetriebe an einem bestimmten Mähreschertyp erreicht ist. Ziel einer Konzeption für die Kampagnefestinstandsetzung zukünftiger Mähreschertypen sollte sein, durch zielgerichtetes Ausnutzen dieser Besonderheiten die mittleren Kosten für die Kampagnefestinstandsetzung je ha abgeernteter Getreidefläche wesentlich zu senken, ohne die erreichbare Einsatzzuverlässigkeit zu verringern.

Die Möglichkeit hierfür besteht darin, daß als Garantiezeitraum eine bestimmte Leistung festgelegt wird. Die Garantiegrenze sollte etwas über der zu erwartenden mittleren Auslastung liegen, für den Mährescher E 512 z. B. bei 500 ha. Dieser Leistungsgrenze sind konkrete Schadensgrenzen für die Abnutzungsteile anzupassen, so daß der Ersatzteileinsatz ebenfalls begrenzt ist. Erfahrungsgemäß bringt eine Auslastung über eine solche Grenze hinaus auch dann noch für den Nutzer ökonomische Vorteile, aber nicht mehr auf Kosten von Betrieben, die solche hohen Auslastungen nicht organisieren können.

### **Möglichkeiten zur Senkung der Instandhaltungskosten**

Verbesserungen in der Instandsetzungstechnologie spielen nicht die Hauptrolle für die notwendige Kostensenkung, denn die zu erreichenden jährlichen Stückzahlen je Instandsetzungsbetrieb sind begrenzt. So setzten das LIW Oschersleben im Herbst/Frühjahr 1970/71 680 Mährescher und die befragten 4 KfL im Mittel 250 Mährescher instand. Den größten Einfluß wird in diesem Zusammenhang noch die Anwendung zweckmäßiger Demontagvorrichtungen haben.

Die Erfahrungen bei der Entwicklung des E 512 zeigen, daß sich jedoch große Einsparungen erzielen lassen, wenn schon im Herstellerwerk die konstruktiven Voraussetzungen für die Kampagnefestinstandsetzung geschaffen werden. Die grundsätzlichen Möglichkeiten zur weiteren Vervollkommnung zukünftiger MD-Konstruktionen aus der Sicht ihrer Instandhaltung ergeben sich anschaulich aus der erwähnten Analyse des Ersatzteileinsatzes für die Antriebe der Grundmaschine des E 512 innerhalb der IS II.

Tafel 1. Mittlere Ersatzteilkosten für die Antriebe der Grundmaschine des E 512 je IS II

Bezeichnung	Ersatzteilkosten	
	Mark	%
Gesamte Antriebe	2237,67	100
Wälzlager + Dichtelemente	224,49	10,0
Verschleißteile außer Lager	327,76	14,7
Übertragungselemente (Keilriemen, Elevatorketten, Förderband)	1197,94	53,5
Festsitzelemente	487,48	21,8

Nach den Preisrichtlinien für die MD-Instandsetzung im Jahre 1969/70 betrug der Höchstpreis für die IS II des MD E 512 9490,— Mark, davon entfielen 3742,— Mark auf bezogene Ersatzteile, also 39,5 Prozent. Die Ergebnisse für die 211 untersuchten IS II der Antriebe der Grundmaschine sind in Tafel 1 zusammengefaßt.

Es fällt der verhältnismäßig geringe Kostenanteil der vergenständlichten Arbeit auf.

Die Übertragungselemente und ein nicht geringer Teil der Verschleißteile, wie z. B. die Kettenräder, erfordern nur einen sehr geringen Demontageaufwand und können im allgemeinen auch getrennt ausgetauscht werden. Diese Elemente umfassen kostenmäßig etwa 1300 bis 1400 Mark bzw. 55 bis 65 Prozent der Gesamtkosten für bezogene Ersatzteile.

Ein hoher Kostenanteil (21,8 Prozent) entsteht durch Schäden an Festsitzelementen. Unter Festsitzelementen werden solche Maschinenelemente verstanden, die aufgrund der normalen Funktion keinem oder nur einem geringen Verschleiß unterliegen, wie z. B. Keilriemenscheiben. Schäden treten bei ihnen zum größten Teil durch Risse, Lockern von Paßfederverbindungen und während der Demontage und Montage auf. Letztere Schäden überwiegen dabei und entstehen meist im Demontagevorgang von Verschleißteilen, so z. B. von Wälzlagern. Die Häufigkeit der Risse — ihre Ursache ist oft eine nachweisbare Kerbwirkung — und das Ausschlagen von Paßfederverbindungen kann vom Hersteller ohne größere Aufwendungen wesentlich verringert werden.

Es ergibt sich somit, daß nur ein Teil der Verschleißteile, der zusammen lediglich 15 bis 20 Prozent der gesamten Ersatzteilkosten ausmacht, wirklich eine Grundüberholung, d. h. eine vollständige Demontage während der Kampagnefestinstandsetzung verlangt. Diese Elemente sind nämlich demontagelos nicht überprüfbar. Bei der Demontage und Montage entstehen zusätzliche Ersatzteilkosten durch Beschädigungen in der Größenordnung der Wälzlagerkosten. An dieser Stelle muß unterstrichen werden, daß eine solche Situation kein besonderes Merkmal des MD E 512, sondern für alle komplizierten Landmaschinen ist. Eine gezielte Berücksichtigung dieses Umstandes könnte zur gegenwärtigen Zeit zu größeren Einsparungen in der Kampagnefestinstandsetzung von Mähreschern führen, als sie durch eine Verlängerung der Grenznutzungsdauer bestimmter Verschleißteile erreichbar wäre. Das trifft auch auf die Wälzlager zu, denn selbst eine wesentliche Verlängerung ihrer mittleren Lebensdauer, die wohl notwendig ist, entbindet nicht von der Notwendigkeit der Einschätzung ihres Zustandes nach jeder Kampagne.

### Schlußfolgerungen

Eine günstigere Konzeption für die Kampagnefestinstandsetzung zukünftiger Mährescher sollte also unter Berücksichtigung folgender Ziele entwickelt werden:

- Schaffen von Möglichkeiten zur demontagelosen Überprüfung der Verschleißteile
- Verringern der Demontagehäufigkeit von Festsitzpaarungen
- Erhöhung der Standzeiten von Festsitzpaarungen
- Verbessern der Demontierbarkeit von Verschleißteilen
- Festlegen von Schadensgrenzen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Konzeption für die planmäßig vorbeugende Instandhaltung der

Mährescher in Zukunft folgende Elemente beinhalten sollte

- Abstellen und Grobschadensaufnahme sofort nach Kampagneabschluß
- umfassende Maschinendiagnose zur Festlegung des notwendigen Instandsetzungsumfangs
- Kampagnefestinstandsetzung im festgelegten Umfang mit einer Zuverlässigkeitsgarantie für eine bestimmte Leistungsspanne
- periodische Kontrolle der abgestellten Maschine
- Vorbereitung des MD für den Einsatz
- periodische Pflegemaßnahmen während des Einsatzes
- zwei umfassende Durchsichten des MD nach 60 und 180 Stunden Einsatz (in Angleichung an die Pflegeordnung — TGL 20987) unabhängig vom Umfang der Kampagnefestinstandsetzung.

Die Auswertung der Betreuung der Mährescher während der Erntekampagne 1971 im Bezirk Dresden läßt den Schluß zu, daß die Kosten für die Betreuung und operative Schadensbeseitigung bei zukünftigen MD-Typen selbst bei einer zügigeren Ersatzteilversorgung gegenüber dem E 512 nicht wesentlich gesenkt werden können, d. h., sie müssen in der Größenordnung von 6 bis 7 Mark je ha geplant werden. Demgegenüber müßte es bei einer zielgerichteten Projektierung der Kampagnefestinstandsetzung möglich sein, die anteiligen Kosten auf 10 bis 12 Mark je ha zu senken. Somit wäre dann ein Gesamtaufwand für die Instandhaltung von 16 bis 20 Mark je ha bei gleichzeitiger Sicherung einer hohen Einsatzzuverlässigkeit der Mährescher real erreichbar.

### Literatur

- 1/ Mäder, Schulze: Optimale Instandhaltungskonzeption für den MD E 512. Kleiner Beleg 1971, TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (unveröffentlicht)
- 2/ Schröder: Richtlinien für die instandhaltungsgerechte Konstruktion. Ingenieurbeleg 1971 im Auftrag des VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen, TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (unveröffentlicht) A 8621

### „Getreidewirtschaft“

Im Heft 2/1972 veröffentlichte die Zeitschrift „Getreidewirtschaft“ folgende Referate der Tagung „Getreideernte und -lagerung“:

Friedrich

Wissenschaftlich-technische Tagung „Getreideernte und -lagerung“ 1972 in Dresden

Plock/Timme

Einige Erfahrungen der Konzentration und Spezialisierung der Getreideproduktion und der Verbandsarbeit im KOV „Qualitätsgetreide Halberstadt“

Ebert

Wechselbeziehungen zwischen Getreidebestand und Mechanisierung im Rahmen der industriemäßigen Getreideproduktion in der DDR

Bunge

Ökonomische Fragen der Getreideernte

Kloß/Lange

Moderne Aufbereitung und Lagerung von Saatgetreide

Stanov/Orlow/Atanasov/Kostova

Stand und Perspektiven der Getreideaufbereitung und -lagerung in der VR Bulgarien

Naumenko

Stand und Perspektiven der Nach-Erntebehandlung, Trocknung und Lagerung von Mais

Schimpfky

Die Lagerfestigkeit von erntefrischem Getreide mit und ohne Vorkonservierung

Schultze

Die Vorkonservierung von Getreide mittels Kühlluft

AK 8667