

## Wertbestimmung

Wenn wir eine Normale aus dem Hyperbelbrennpunkt auf die Abszisse ziehen, bemerken wir, daß der abgeschnittene Teil gerade als der gesuchte Wert  $i_{\min}$  angenommen werden kann, da bei weiterer Herabsetzung dieses Wertes ein sehr steiler Kostenanstieg erfolgt. Wenn wir uns zur Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel wenden

$$x^2 - y^2 = a^2 \quad (4)$$

schließen wir daraus, daß der uns interessierende abgeschnittene Hyperbelteil  $OB$  gleich  $a$  ist.  $OC$  ist tatsächlich die Hälfte des Abstands zwischen den Brennpunkten, d. h.  $OC = \sqrt{2}a^2 = a\sqrt{2}$ ;  $OB = OC \cos 45^\circ = a$ .

Die auf die Asymptoten bezogene Gleichung der gleichseitigen Hyperbel sieht wie folgt aus

$$x' y' = \frac{a^2}{2} \quad (5)$$

Bei Anwendung zur Gleichung (3) haben wir

$$C_B i_{\min} = \frac{a^2}{2} \quad (6)$$

Wenn wir die rechten Teile der Gleichung (3) und (5) gleichstellen und in Betracht ziehen, daß  $i_{\min} = a$ , erhalten wir

$$C_H i_H = \frac{a^2}{2}$$

und

$$a = i_{\min} = \sqrt{2 C_H i_H} \quad (7)$$

Die Gleichung (7) gestattet, nach den Angaben für ein neues Einzelteil gerade einen solchen Wert  $i_{\min}$  zu ermitteln, unter dem die sich deckenden Wiederherstellungskosten eine bedeutende Höhe erreichen können.

Wenn wir diese Werte mit den Angaben in Tabelle 2 verbinden wollen, so erhalten wir das Produkt

$$C_H i_H = 189 \text{ und } i_{\min} = \sqrt{2 C_H i_H} = \sqrt{2 \cdot 189} = 19,4 \text{ mg/h,}$$

d. h. bei verhältnismäßig so hohen Werten  $C_H$  und  $i_H$  sind alle in der Tabelle 2 angeführten Wiederherstellungsverfahren zweckmäßig, weil die Verschleißintensität der aufgeschweißten Schicht von 8,2 mg/h und um so mehr von 2,7 mg/h für Chrom bestimmt kleiner ist als der Wert  $i_{\min} = 19,4$  mg/h.

## Schlußfolgerung

Für die technische und wirtschaftliche Einschätzung verschiedener Wiederherstellungsverfahren kann man die Gleichung  $C_B i_B \leq C_H i_H$  anwenden. Hierbei bedeuten  $C_B$ ,  $C_H$  Kosten des wiederhergestellten und des neuen Maschinenteils;  $i_B$ ,  $i_H$  Verschleißintensität des wiederhergestellten und des neuen Teils.

Wenn dabei die Verschleißfestigkeit eines Maschinenelements durch seine Wiederherstellung so weit steigt, daß die Gleichung  $i_B \leq \sqrt{2 C_H i_H}$  Geltung gewinnt, so erweist sich eine solche Wiederherstellung in diesem Fall sogar bei verhältnismäßig hohen Wiederherstellungskosten als wirtschaftlich. AU 2967

Dipl.-Ing. oec. K. DIETRICH (KdT), Leipzig \*)

# Die Landmaschinen und das Schlepperinstandhaltungswesen<sup>1)</sup>

*Unsere Industrie kann die Bemühungen der MTS um eine wirtschaftliche Instandhaltung wirkungsvoll unterstützen, wenn sie Landmaschinen und Schlepper instandhaltungsgerecht konstruiert und fertigt. Der Autor beweist diese Möglichkeiten an Hand verschiedener Beispiele und belegt gleichzeitig den enormen wirtschaftlichen Nutzen, der dabei durch Materialeinsparung und Kostensenkung erzielt wurde. Ein ständiger Erfahrungsaustausch zwischen Industrie und Instandsetzungsbetrieben kann zur weiteren Verbesserung des Instandhaltungswesens erheblich beitragen.*

Die Redaktion

## 1 Bedeutung der Aufgaben und Systematik des Lösungsweges

Die Aufgaben der Landmaschinen- und Schlepperindustrie bei den Maßnahmen für eine wirtschaftliche Instandhaltung leiten sich nicht nur von den Forderungen des Verbrauchers – also der Landwirtschaft – ab, sie ergeben sich auch aus einigen Kennziffern, die den Anteil der Instandhaltung an der Gesamtproduktion des Industriezweiges ausdrücken.

So beträgt beispielsweise der Anteil der Ersatz- und Verschleißteilfertigung an der Gesamtproduktion 18,9%. Schlepper- und Landmaschinenersatzteile halten sich dabei die Waage. Die Lohnkosten sind an dem Gesamtlohnfonds mit 20% beteiligt. Die Materialkosten betragen 16% des Gesamtmaterial-einsatzes. Der durchschnittliche Anteil der Garantieleistung zur Gesamtproduktion beläuft sich auf 1%. Auch diese Kennziffer ist ein Signal für die Industrie, die instandhaltungsgerechte Produktion entschieden zu verbessern.

### 1.1 Der Industrie fehlt die Methodik

Es gibt einige Beispiele dafür, daß man sich mit den Problemen der wirtschaftlichen Instandhaltung auseinandersetzt. So lau-

\*) Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (Dir.: Dr.-Ing. E. FOLTIN).

<sup>1)</sup> Aus einem Referat auf der Instandhaltungskonferenz der KdT (FV Land- und Forsttechnik) in Leipzig am 21. und 22. November 1957.

fen im Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau (ILT) Untersuchungen über die Verschleißfestigkeit von Pflugscharen und Gänsefußmessern. In den einzelnen Werken arbeiten Konstruktion und Technologie an der Erhöhung der Verschleißfestigkeit von Aufnahmetrommeln oder Lagerungen, an der Verbesserung der Siebketten usw.

Alle diese Arbeiten basieren jedoch nicht auf einer systematischen Untersuchung der Schwerpunkte, sondern entspringen Anregungen der MTS und VEG, die über den Technischen Dienst der Werke an die Konstrukteure und Technologen herangetragen wurden. Wenn aber die Industrie zu einer wirtschaftlichen Instandhaltung beitragen will, dann muß sie eine Methodik entwickeln und Wege zu einer systematischen Lösung finden, die zu einer wirtschaftlichen Instandhaltung führen.

### 1.2 Die Systematik

einer intensiven Forschungsarbeit der Industrie auf dem Gebiet der wirtschaftlichen Instandhaltung muß dabei von einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ausgehen, um dann Konstruktion und Fertigung von Landmaschinen und Schleppern auf die Möglichkeiten wirtschaftlicher Instandhaltung zu untersuchen.



Die Erhöhung der Verschleißfestigkeit läßt sich auch durch die Wahl einer anderen Konstruktion des Bauteiles oder der Baugruppe erreichen. Ein Beispiel dafür ist ein Verbesserungsvorschlag zu den Schrägförderketten der selbstfahrenden Mährescher (Bild 5).

Durch die unterschiedliche Höhenbewegung der unteren Kettentrommel tritt gegenüber der oberen Kettentrommel eine Verschränkung der verschiedenen Kettenräder zueinander ein. Dadurch wurde eine Seite des Schrägförderbandes stark auseinandergezogen, während die andere schlaff mitlief. Der Unterschied war so groß, daß bei Abnutzung der oberen

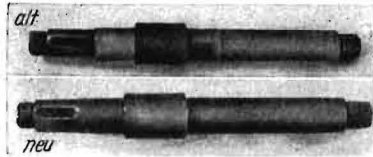


Bild 3. Verbesserung der Verschleißfestigkeit durch Aufbringung von Polyamid

Kettenräder ein Kettenstrang übersprang und das Schrägförderband zerstörte. Es wurde vorgeschlagen, die unteren äußeren Kettenräder nicht mit der Welle starr zu verbinden, sondern - durch Stellringe gesichert - lose mitlaufen zu lassen, um einen Ausgleich zwischen den einzelnen Kettensträngen zu erreichen. Der Erfolg war, daß das Förderband nun schon die zweite Erntekampagne durchhielt.

Als weitere konstruktive Maßnahmen könnten die neue Form der Pick up-Trommel und die neue Schneidwerkform mit verbreiterten Messerhaltern usw. angeführt werden.

In jedem Fall ist bei der konstruktiven Änderung zur Erreichung einer höheren Verschleißfestigkeit darauf zu achten,

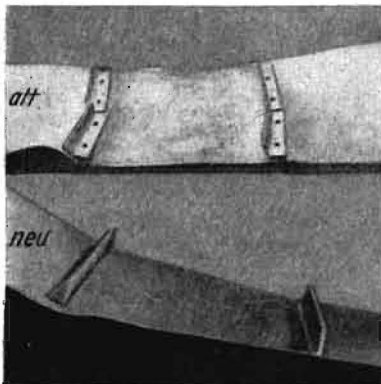


Bild 4. Erhöhung der Verschleißfestigkeit durch die Anwendung von aufgeschweißten PVC-Leisten

daß die Anschlußmaße der Neukonstruktion mit denen der alten Teile oder der alten Baugruppe übereinstimmen. Nichts wäre schlechter, als wenn aus den drei erwähnten konstruktiven Änderungen drei zusätzliche Arten von Ersatzteilen resultieren.

### 3.12 Lagerungen

Zu der konstruktiven Verbesserung unserer Landmaschinen und Schlepper in Richtung auf eine wirtschaftliche Instandhaltung gehört auch die Frage der Lagerungen. Untersucht man die Verschleißstellen, so stellt man fest, daß insbesondere Wellen und Zapfen dem Verschleiß unterliegen, da hierfür oft das gezogene Material in den meisten Fällen ohne Nacharbeit eingebaut wird. Diese Lagerung ist zwar billig, aber hinsichtlich hochbeanspruchter Lagerstellen ungenügend. An der Oberfläche des gezogenen Materials befinden sich Ziehriefen, die bei der Bewegung des Zapfens oder der Welle als Fräser wirken und dadurch zum vorzeitigen Verschleiß der Lager beitragen.

Als weiterer Umstand kommt bei der Lagerung die Staubeinwirkung hinzu, da die Lagerung in den wenigsten Fällen vor solcher Einwirkung geschützt ist. Hier ist zu erwägen, ob es wirtschaftlicher ist, eine genaue Bearbeitung der Lager und

einen guten Staubschutz zu garantieren oder von Zeit zu Zeit eine Auswechslung der Lagerbuchse bzw. der Welle oder des Zapfens vorzunehmen.

In jedem Falle soll das leichter zu ersetzende Teil auch das Teil sein, das am ehesten abgenutzt wird, d. h. das weichere muß das leicht zu ersetzende Teil sein. Natürlich muß das härtere Teil ebenfalls ausgewechselt werden können. Es sind schlechte Beispiele bekannt, wo Wellen und Zapfen sich ohne Buchse unmittelbar in schweren Gußgehäusen drehen. So ist im RS 14/30 die Brems- und Kupplungspedalwelle ohne Buchse direkt im Getriebegehäuse gelagert. Eine solche Konstruktion kann einer wirtschaftlichen Instandhaltung nicht dienlich sein.

In diesem Zusammenhang sei der Hinweis gegeben, daß das Härteverhältnis zwischen den Werkstoffen der Lager und Welle etwa 1:4,5 betragen muß. Dieser Wert gilt für höchstbelastete Lager mit nicht zu engem Spiel, für die die Flüssigkeitsreibung angestrebt wird. Auch bei harten Werkstoffpaarungen ist dieses Verhältnis sinngemäß anzuwenden.

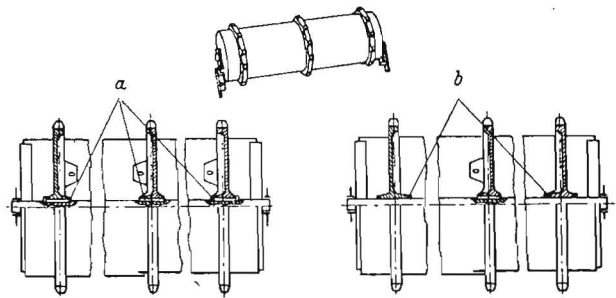


Bild 5. Konstruktionsvariante der Kettentrommel am Mährescher  
a Mittelnervverbindung durch Keil, b loser Sitz auf Welle, seitliche Begrenzung durch Stellringe

Im Komplex „Lagerung“ ist ohne Zweifel auch die Frage der Schmierung zu erwähnen. Die Konstrukteure müssen darauf achten, daß in jedem Falle die Schmiernippel leicht erreichbar und leicht ersetzbar sind. Schlagnippel sind zu verwerfen. Um gute Laufeigenschaften zu erreichen, ist eine zweckmäßige Anordnung und Ausführung der Schmiernuten wichtig. Häufig trifft man noch Kreuznuten in der tragenden Lagerschale an. Diese Kreuznuten unterbrechen den Schmierfilm im Lager und setzen damit die Tragfähigkeit herab.

Bei geteilten Lagern werden die Schmiertaschen längs der Teilfuge, nicht aber in Form einer Fase unter 45°, sondern derart ausgeführt, daß sie tangential, d. h. ohne fühlbaren Übergang, in die Lauffläche eingehen. Durch diese Maßnahme wird ein gut tragender Schmierfilm, der maßgebend für die einwandfreie Funktion eines solchen Lagers ist, gebildet.

Die Wahl zu großer Lagerlängen kann zur Kantenpressung (Wellendurchbiegungen) führen, die auch durch Verwindung des Fahrgestells entstehen kann. Hohe örtliche Lagerbelastungen und in Verbindung damit erhöhte Temperaturen sind die Folge. Um derartige Übelstände zu vermeiden, ist das Lagerverhältnis vom Durchmesser  $e_r$  zur Länge  $l \cdot d = 1$  zu wählen.

Die Zuführung eines Schmiermittels zu dem Schmierpalt darf nicht innerhalb der Druckzone geschehen. Durch eine in der Hauptdruckzone angebrachte Ölbohrung wird also das Gegenteil von dem erreicht, was jede Schmierung bezwecken soll: einen möglichst tragfähigen Ölfilm.

### 3.12 Sicherung der Geräte gegen Überlastung

Zur weiteren Verbesserung der Konstruktion gehört es, Maschinen und Geräte gegen plötzlich auftretende Überlastungen zu schützen. Der Einbau von Sicherungselementen wird die Schadenfälle herabmindern und für eine planmäßigere Instandhaltung sorgen. Deshalb sollten Stoßfänger, Rutschkupplungen, Scherstifte usw. viel mehr als bisher auch in Einzelaggregate eingebaut werden, um wertvolle teure Teile und Baugruppen vor Bruch zu schützen.

### 3.2 Verbesserung des Austauschbaues

3.21 durch schnelle Austauschbarkeit der Bauteile (Verschleißteile). Abgenutzte Bauteile lassen sich oft erst durch Zerlegen ganzer Baugruppen aus der Maschine entfernen und dann wieder einbauen. So können defekte Wasserpumpen an Schleppermotoren erst ausgebaut werden, wenn man den Kühler entfernt. Das Differentialgetriebe am RS 30 läßt sich nur herausnehmen, wenn man den Achstrichter mit dem gesamten Hinterradantrieb abbaut. Kreuzgelenke mit nicht austauschbaren Gelenklagern sind mit Gelenkwellen verschweißt. Solche Lösungen sind von den Konstrukteuren unbedingt zu vermeiden. Es ist ihre Aufgabe, auf eine schnelle und wirtschaftliche Austauschbarkeit der Teile zu achten. Ein gutes Beispiel dafür ist die Umkonstruktion des Bindeapparates an der Räum- und Sammelpresse. Hier läßt sich das Tellerrad durch das Lösen weniger Teile sofort von der Welle entfernen (Bild 6).

3.22 durch klare Trennung der Baugruppen. Sie führt in der Gesamtkonstruktion der Maschine zum Baukastensystem, das sowohl für die Produktion als auch für die Instandhaltung von außerordentlichem Vorteil ist.

Die Umgestaltung des RS 09 gegenüber dem RS 08/15 zeigt eine gute Lösung in der Trennung des Motors vom übrigen Teil des Geräteträgers und ist damit ein Beispiel für die klare Trennung der Baugruppen im Schlepperbau (Bild 7).

3.23 durch Einschalten der Passungen und Toleranzen  
Es sollte in einem auf Serienproduktion eingerichteten Betrieb eine Selbstverständlichkeit sein, für eine genaue Einhaltung der für den Austausch der Teile und Baugruppen notwendigen Toleranzen zu sorgen. Bei der Instandhaltung der Motoren,

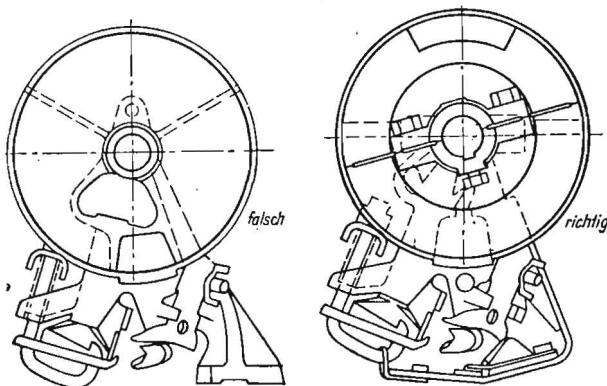


Bild 6. Gute Austauschbarkeit der Bauteile am Knüpfapparat

beispielsweise am KS 07, ist jedoch bei dem Einbau der Buchsen festgestellt worden, daß eine Abweichung in der Höhe von 0,7 mm aufgetreten ist. Es ist dringend notwendig, konstruktiv und auch technologisch solche Abweichungen – schon im Interesse der Funktionstüchtigkeit der Maschine – abzustellen.

### 3.3 Standardisierung und Normung

Wie Standardisierung, Normung und Typung wesentlichen Einfluß auf eine rentable Produktion nehmen können, so wirken sie sich auch auf eine wirtschaftliche Instandhaltung aus. Im Landmaschinen- und Schlepperbau bestehen jetzt nur noch etwa 120 Bauteilnormen. So wurden die Räder von 90 auf 24, Mähfinger von 4 auf 2 und Schrauben von 39 auf 20 reduziert.

Ein gutes Beispiel für die Anwendung von vereinheitlichten Teilen ist der RS 09. Hier wird im Getriebe nur noch eine Wälzlagergröße verwendet.

Nicht unerwähnt bleiben soll dabei, daß im Industriezweig Landmaschinen- und Schlepperbau der Konstrukteur, der die meisten Normteile und Wiederholungsteile einbaut, also den höchsten Normungsgrad erreicht, prämiert wird.

Die konsequente Durchführung der Normung wird wesentlich zur wirtschaftlichen Instandhaltung, zur Verminderung des Ersatzteilsortiments und zur schnelleren Belieferung beitragen.

Es ist bedauerlich, daß die Initiative der Betriebe des Landmaschinenbaues, des Instituts für Landtechnik, des Instituts für Landmaschinen- und Traktorenbau und auch einiger MTS in bezug auf die Typung von dem Ministerium für Land- und Forstwirtschaft so wenig unterstützt wird. Hier könnte nach dem Prinzip der kameradschaftlichen Zusammenarbeit und gegenseitigen Hilfe eine Einschränkung des jetzt bestehenden Typenprogramms um mindestens 50% erreicht werden. Ist es nicht weitaus günstiger, anstatt zehn Pflugtypen nur fünf instand halten zu müssen?

Für eine wirtschaftliche Instandhaltung, besonders für die Durchsetzung der stationären Fließmethode, wäre das ein großer Gewinn.

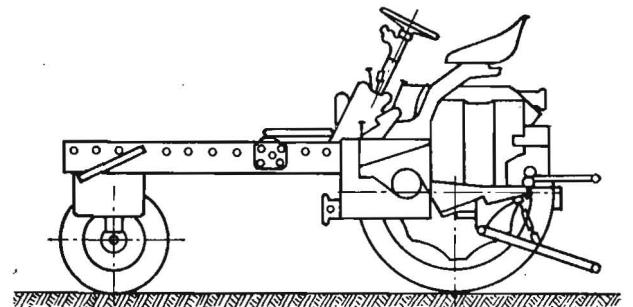


Bild 7. Beispiel für klare Trennung der Baugruppen am RS 09

## 4 Für eine wirtschaftliche Instandhaltung fertigen

### 4.1 Bedeutung der Großserie für Fertigung und Instandhaltung

Die Steigerung der Rentabilität sowohl im Landmaschinenbau als auch in der Instandhaltung ist besonders von der Produktionstechnik abhängig. Nur bei einer gleichbleibenden Serienfertigung mit möglichst hohen Stückzahlen ist es dem Produktionsbetrieb möglich, ständig an der Vervollkommnung der Technologie zu arbeiten.

Bei niedrigen Stückzahlen sind moderne und hochproduktive Arbeitsverfahren oft unwirtschaftlich, sie werden deshalb nicht angewendet. Im Landmaschinen- und Schlepperbau ist die Fertigung in mittelgroßen Serien bei einem gleichzeitig umfangreichen Produktionsprogramm vorherrschend (etwa 450 verschiedene Erzeugnisse, gleichbleibender Jahresbedarf im Durchschnitt bei 200 Stück, max. 5000 bis 6000).

Um auch in unserem Industriezweig die Vorteile einer Großserienfertigung nutzen zu können, muß durch Standardisierungsarbeit an Bauteilen und -gruppen die Voraussetzung hierfür geschaffen werden.

Im ILT werden zu diesem Zweck sämtliche genormten Teile von technologischer Seite aus überprüft, ob die Möglichkeit einer zentralen Produktion in einem Betrieb für den gesamten Industriezweig gegeben ist. Die ausgewählten Teile bzw. Baugruppen unterliegen dann einer technologischen Untersuchung. Schließlich werden für die Einführung der zentralen Produktion technologische Projekte ausgearbeitet...

DUDEK<sup>2)</sup> zeigt, wie durch diese Erarbeitungen Material und Lohnkosten eingespart werden können, da in diesen Fällen eine Großserienfertigung ermöglicht wurde, die der Verbesserung der Produktionstechnik dient.

Für die Instandhaltung ergeben sich aus diesen Maßnahmen folgende Vorteile:

Einmal sind durch die Standardisierung von Bauteilen weniger Arten von Ersatzteilen notwendig und zum anderen werden

<sup>2)</sup> Deutsche Agrartechnik (1957) H. 11, S. 481.



die Kosten für ein Ersatzteil bei der Großserienfertigung erheblich geringer.

Besonders augenscheinlich werden diese Vorteile am Beispiel der Hackmesser. Bisher wurden diese Teile mit einer Gesamtstückzahl von jährlich rd. einer Million in vier Betrieben gefertigt. Durch eine zentrale Produktion ist es möglich, in diesem Betrieb eine Fließfertigung aufzubauen, in der auch hochproduktive Verfahren zur Anwendung kommen.

Dabei sinkt die Arbeitszeit um 50%, was eine Jahreseinsparung von 45000 Stunden bedeutet. Durch die Induktionshärtung ist es möglich, statt teurem Werkzeugstahlblech C 55 WS bei denselben Härtewerten 48 Si 7 zu verwenden. Außerdem werden durch Veränderung des Zuschnittes etwa 250 t Material im Jahre eingespart.

Durch alle diese Maßnahmen sinken die Kosten um etwa 70%.

Gerade bei diesen Teilen, die in großen Mengen als Verschleißteile gebraucht werden, wird die Instandsetzung durch den niedrigen Preis erheblich billiger. Ähnlich verhält es sich auch mit sämtlichen anderen Standardteilen, die zentral gefertigt werden.

Eine weitere Maßnahme, die erheblich zur Erhöhung der Stückzahlen und damit zur wirtschaftlichen Produktionstechnik führen kann, ist die Spezialisierung der Betriebe auf bestimmte landwirtschaftliche Fachgebiete, wie Bodenbearbeitung, Getreideernte, Hackfruchternte usw. Dies trifft besonders auf die Groß- und Mittelbetriebe des Landmaschinenbaues zu. Von dieser Maßnahme, die zum großen Teil in den Jahren 1950 bis 1955 verwirklicht wurde, ist man leider in den letzten Jahren, bedingt durch Auslastungsschwierigkeiten in verschiedenen Betrieben, abgegangen. Es muß aber weiterhin das Bestreben der HV Landmaschinen- und Traktorenbaues sein, dieses Prinzip nach Möglichkeit strengstens einzuhalten.

Ebenfalls sehr wichtig für die wirtschaftliche Fertigung, besonders von Ersatzteilen, ist die Festlegung der Losgröße. Die wirtschaftliche Losgröße ist sowohl für die Neufertigung als auch für die Instandhaltung von besonderer Bedeutung. So ist es z. B. wesentlich rentabler, mehrere gleichartige Teile, wie etwa Dreschtrommelwellen, mit einer einmal eingerichteten Maschine zu richten, als wenn die entsprechende Einrichtung zehnmal auf- und abgebaut werden muß. Die wirtschaftliche Losgröße steht in einem bestimmten Verhältnis zur Produktionszeit.

Am Beispiel der Dreschtrommel wurde eine Kurve aufgezeichnet, die dieses Verhältnis widerspiegelt (Bild 8). Hieraus ist ersichtlich, daß man bei dieser Baugruppe erst bei einer Losgröße von 30 Stück von einer wirtschaftlichen Fertigung sprechen kann. Der Rüstzeitanteil beträgt dann nur noch 3% der Produktionszeit.

#### 4.2 Die Stetigkeit der Serie ist notwendig

Für die Instandhaltung ist es z. Z. noch ein großes Problem, daß durch viele Änderungen bei einer laufenden Serienmaschine oft die doppelte oder dreifache Anzahl von Ersatzteilen benötigt wird.

Es ist deshalb in den Betrieben anzustreben, daß die Stetigkeit der Serie gewahrt wird. Eine Voraussetzung dazu ist, daß nur serienreife und genügend erprobte Konstruktionen in die Großserienfertigung gelangen. Dies wird die Zahl der Änderungen erheblich vermindern.

Zum anderen muß man sich in den Betrieben Gedanken darüber machen, ob es nicht zweckmäßiger ist, Änderungen nur nach einem bestimmten Zeitraum oder nach einer bestimmten Stückzahl durchzuführen. Zur Zeit ist es in den meisten Betrieben so, daß Änderungen laufend eingeführt werden. Als vergleichendes Beispiel sei hier der Mährescher angeführt, an dem, seit er in der Serie läuft, etwa 2000 Änderungen durchgeführt wurden. Deshalb mußten von einem Teil oft verschiedene Ausführungen auf Lager gehalten werden. Im Gegensatz dazu erfolgten an der Dreschmaschine K 115,

die eine ziemlich ausgereifte Konstruktion darstellt, nur etwa 800 Änderungen.

Für die wirtschaftliche Fertigung des Betriebes ist auch eine Stetigkeit der Serie notwendig. Es ist nicht vorteilhaft, wenn ein Betrieb bis Mitte des Jahres (Juni/ Juli) 1000 Mährescher liefern muß und nach diesem Zeitpunkt keine Auslieferung mehr erfolgen soll. Damit ist für den Betrieb keine kontinuierliche Auslastung gegeben, und es muß in großem Umfang Ausfüllproduktion aufgenommen werden.

Es kann also auch von seiten der Ersatzteilkontore, MTS usw. daraufhin gewirkt werden, daß die Betriebe eine bessere Auslastung erhalten, indem sie eine regelmäßige Abnahme von Ersatzteilen und eine regelmäßige Auftragsvergebung vornehmen.

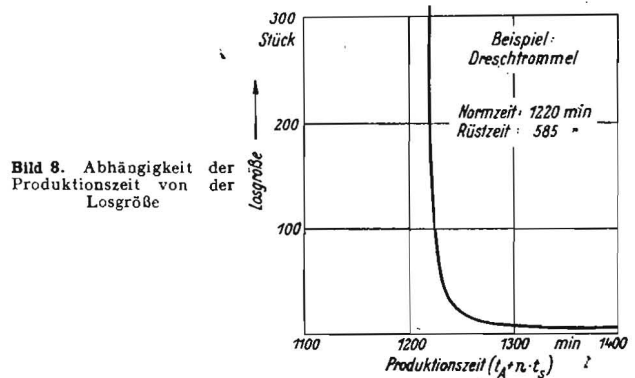


Bild 8. Abhängigkeit der Produktionszeit von der Losgröße

#### 4.3 Die Bedeutung der Gütekontrolle

Zur Senkung der Kosten für die Instandhaltung kann auch die Gütekontrolle wesentlich beitragen. In den Werken muß besonders auf ein einwandfreies Ineinanderpassen der Austauschteile geachtet werden. Das evtl. notwendige Nacharbeiten bzw. Einpassen erfordert oft hohe Kosten und erhöht den Reparaturaufwand erheblich.

Weitere Aufgabe der Gütekontrolle ist eine wesentlich erweiterte Funktionsprobe der Geräte. Bei einer einfachen Funktionsprobe, wie sie in unseren Betrieben zum großen Teil durchgeführt wird, ist nicht immer die Gewähr gegeben, daß die Maschine unter Belastung ebenso arbeitet.

Obwohl die Funktionsprobe unter Belastung gerade bei Landmaschinen sehr schwierig durchzuführen ist, müssen doch geeignete Methoden und Verfahren zur Prüfung gesucht werden. Hier müßte auch das ILT mit eingesetzt werden. Man kann im Schlepperbau ohne weiteres damit beginnen, die Schlepper durch einen belasteten Prüfanhänger abzunehmen und die Motorleistung über die Zapfwelle zu prüfen. Mit dem z. Z. üblichen Verfahren, einen Schlepper ohne Belastung mehrere Kilometer auf der Straße hin- und herzufahren, kann man bei dem heutigen Stand der Prüftechnik nicht mehr einverstanden sein.

#### 5 Fertigungsgerecht instand halten

##### 5.1 Die zweckmäßige Instandhaltung kann auch vom Konstrukteur vorbereitet werden

Wir haben die Frage der konstruktiven Gestaltung der Maschinen durch den Konstrukteur und die Frage des Austauschbaues besprochen. Schlußfolgernd daraus ist an den Konstrukteur die Forderung zu stellen, die zweckmäßigste und wirtschaftlichste Instandhaltungsmöglichkeit auch dem Benutzer der Maschinen zu vermitteln. Die Festlegung von Instandhaltungsschemen, wie man z. B. eine entsprechende Baugruppe am günstigsten zerlegt, um ein Teil zu entfernen, sollte außer dem Wartungs- und Schmierplan von den Konstruktionsbüros in jede Bedienungsanleitung eingefügt werden.

Die sowjetischen Abhandlungen über die Instandhaltung des selbstfahrenden Mähreschers müssen dabei als Beispiel gelten. Auch die Veröffentlichungen über die Reparatur amerikani-

scher Schlepper (Fordson" und „Caterpillar“) können als Muster herangezogen werden. So gibt Ford ein genaues Schema über die wirtschaftliche Demontage des Motors an, beginnend mit der Reinigung und Demontage der Stromkabel bis zur Aufnahme des Motors mit dem Flaschenzug. Bei der Ausarbeitung von Instandhaltungsschemen durch unsere Konstrukteure würden sie schnell feststellen, daß es beispielsweise gar nicht einfach ist, unsere Motoren mit einfachen Mittel an einem Flaschenzug aufzuhängen.

Nicht zuletzt gehört zu den Festlegungen einer zweckmäßigen Instandhaltung, zu den Wartungs-, Schmier- und Instandhaltungsschemen eine Festlegung der Verschleißgrade. Der Konstrukteur muß bestimmen, ob ein Teil trotz bestimmter Abnutzung noch betriebssicher ist bzw. wann es erneuert werden muß.

Das Beispiel der Meßblätter aus den Reichsbahnausbesserungswerken zeigt, daß in anderen Industriezweigen durchaus solche Festlegungen des Verschleißgrades bestehen. Die Notwendigkeit der Festlegung der Verschleißgrade demonstriert folgendes Beispiel:

Bei der Lenkung des RS 14/30 liegt in der Konstruktion ein zulässiges Lenkspiel von 20°, so daß nach einer gewissen Betriebszeit schon ein für die Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) unzulässiger Verschleiß zu verzeichnen ist.

Die Festlegung des Verschleißgrades ist deshalb eine der wichtigsten Untersuchungen hinsichtlich der wirtschaftlichen Instandhaltung. Dabei soll erwähnt werden, daß die Zugangs-

möglichkeit zu den Verschleißteilen unbedingt durch Klappen und andere Zugänge gesichert sein muß.

### 5.2 Übernahme der Fertigungstechnologie in die Instandhaltung

Bei der Festlegung der Technologie für die Instandhaltung von Schleppern und Landmaschinen kann man die Technologie der Fertigungsbetriebe zugrunde legen. Das trifft besonders dann zu, wenn die Instandsetzung ebenfalls in Serienfertigung erfolgt und die Stückzahlen der Produktion auch bei der Instandsetzung aufgelegt werden. Gute Beispiele dafür sind die Instandsetzung der Schleppermotoren in den Motoreninstandsetzungswerken Halle (Saale) und Neuenhagen und die Fertigung der Schleppermotoren im VEB Schlepperwerk Nordhausen.

Hier ist ein reger Erfahrungsaustausch zwischen der Industrie und den Instandsetzungswerken bzw. Spezialwerkstätten zu führen, um dadurch die Fertigung auf einen höchstmöglichen Stand zu bringen. Dabei sollten die Schlepperwerke auch von den Instandhaltungswerken lernen, denn es ist möglich, daß ein Instandsetzungswerk die Schlepper im Fließprozeß wirtschaftlicher montiert als ein Schlepperwerk. Bei der weiteren Durchsetzung einer modernen wirtschaftlichen Instandhaltungstechnik wird es immer wichtig sein, einen solchen guten Erfahrungsaustausch zwischen den Technologen der MTS-Werkstätten und den Fertigungswerkstätten unserer Betriebe zu pflegen. Alle gegebenen Anregungen und die Aufgabenstellungen für die Industrie müssen nun vom ILT und von den Betrieben des Industriezweiges verwirklicht werden.

Oberreferent O. RUDOLPH, Rat des Bezirkes Dresden

## Stationäre Fließarbeit bei der Instandsetzung

*Wissenschaftler der Technischen Hochschule Dresden haben in Zusammenarbeit mit dem Rat des Bezirkes Dresden ein Instandsetzungsprogramm nach dem Prinzip der stationären Fließarbeit entwickelt und in den MTS des Bezirkes Dresden eingeführt. Die dabei erzielten Erfolge liegen nicht nur in der Einsparung von Material, Energie, Arbeitszeit und finanziellen Mitteln, von gleichgroßer Bedeutung ist die rechtzeitige Instandsetzung aller Maschinen und Geräte, die damit verbundene Erfüllung der agrotechnischen Termine und die dadurch mögliche Senkung der Ernteverluste.*

*Der volkswirtschaftliche Nutzen dieses Programms ist also so beträchtlich, daß alle MTS nach diesem Instandhaltungsprogramm arbeiten sollten.*

*Die Redaktion*

### Die Instandsetzung unserer Landmaschinen bedarf neuer Methoden

Die Einführung der planmäßigen Wartung und Pflege bei Schleppern und die ständige Verbesserung dieser Maßnahmen haben in unseren MTS bereits gute Erfolge gebracht. Es gibt allerdings auch MTS-Direktoren, Techniker und Agronomen, die diese Maßnahmen in ihren Stationen noch nicht anwenden. Sie wundern sich nur, wenn dann das Konto „Reparaturen“ finanziell erschöpft ist. Die Probleme der Instandhaltung unserer Landmaschinen sind jedoch noch nicht geklärt. Da uns ein Institut fehlt, das die Grundsatzfragen des Instandhaltungswesens ausarbeitet,

suchte bis jetzt jeder Bezirk selbst nach geeigneten Lösungen. Es ist das Verdienst der KdT, daß die erste Tagung über das Instandhaltungswesen der MTS zustande kam. Diese Konferenz wird manchem verantwortlichen Funktionär in Industrie und Verwaltung, der die Instandsetzung unseres Maschinenparks mehr als „notwendiges Übel“ betrachtete, die Augen öffnen.

In den Jahren 1955/56 mußten wir in unserem Bezirk Dresden feststellen, daß es trotz größter Anstrengung unserer Schlosser in den Werkstätten nicht überall gelang, die Maschinen der Halm- und Hackfruchternte rechtzeitig einsatzfähig zu machen. Die Ursachen dafür waren die fehlende Organisation in den Werkstätten unserer MTS, die handwerkliche

Arbeitsweise und die Anhäufung der Feld-einsätze unserer Schlosser zur Behebung von Maschinenausfällen während der Frühjahrsbestellung. Hier rächte sich, daß in den sogenannten „Reparaturprogrammen“ in den meisten MTS nur solche Schäden beseitigt wurden, die offenkundig oder in den Abstellprotokollen festgehalten waren. Es mußten deshalb bei der Instandsetzung neue Wege beschritten werden. Dipl.-Ing. NITSCHKE von der Technischen Hochschule Dresden unterstützte uns dabei und legte ein Programm für die Instandsetzung von Landmaschinen vor. Dieses Programm umfaßt drei Hauptpunkte:

1. Alle Maschinen und Geräte, einschließlich Halm- und Hackfruchterntemaschinen, sind bis zum Beginn der Frühjahrs-kampagne fertigzustellen;
2. die große Arbeitskräftereserve der MTS – die Traktoristen – sind dazu mit heranzuziehen;
3. ist die „Stationäre Fließmethode“ bei der Instandsetzung der Landmaschinen einzuführen.

Zum 1. Hauptpunkt:

*Alle Maschinen im Winter wiederherstellen*  
Wir beginnen im Herbst, wenn die größte Arbeitsspitze in der Feldarbeit gebrochen

<sup>1)</sup> Auszug aus einem Referat des Verfassers am 22. November 1957 auf der Instandhaltungstagung der KdT in Leipzig.

## 6 Die Aufgaben der Industrie

Zusammenfassend kann an Aufgaben für die Landmaschinen- und Schlepperindustrie folgendes festgelegt werden:

6.01 Für die systematische Untersuchung einer wirtschaftlichen Instandhaltung muß die Industrie technisch-ökonomische Kennziffern schaffen, die die Verschleißfestigkeit während einer Einsatzperiode, die Zeit des Ein- und Ausbaues und das Kostenverhältnis zur Gesamtmaschine ausdrücken.

6.02 Ein Verschleißteil muß so ausgebildet sein, daß es mindestens für eine Einsatzperiode die Betriebssicherheit gewährleistet.

6.03 Die Verschleißfestigkeit sowohl an Werkzeugen als auch an bewegten Teilen muß von den Konstrukteuren durch Verbesserung der Materialgefüge oder Änderung der Form des Teiles oder der Baugruppe erhöht werden. Bei einer Veränderung der Form muß eine Austauschbarkeit mit dem ersetzten Teil möglich sein.

6.04 Bei der Gestaltung von Lagern ist die günstige Schmiermöglichkeit im Zusammenhang mit einer besten konstruktiven Lösung der Austauschbarkeit, Staubabdichtung und der Härteverhältnisse zu paarender Teile zu finden. Das leichter verschleißende Teil muß dabei das leichter zu ersetzende und billigere Teil sein.

6.05 Verschleiß- und Ersatzteile müssen ohne umfangreiche Zerlegung von Baugruppen austauschbar sein. Passungen und Toleranzen sind auf diesen Austauschbau festzulegen.

6.06 Um eine wirtschaftliche Instandsetzung von Baugruppen nach dem Austauschprinzip zu gewährleisten, ist eine klare Trennung der Baugruppen im Sinne der Baukastenkonstruktion innerhalb der Maschine anzustreben.

6.07 Die Standardisierung erhöht die Wirtschaftlichkeit der Instandsetzung. In den Konstruktionen sind genormte Bauteile und Baugruppen weitestgehend zu verwenden.

6.08 Von der Fertigung ist eine Erhöhung der Stückzahlen je Teil anzustreben. Große Stückzahlen von gleichen Einzelteilen und Baugruppen verbilligen die Ersatz- und Verschleißteile und erhöhen die wirtschaftliche Instandsetzung durch größere Lose.

6.09 Die Stetigkeit der Serie ist durchzusetzen. Änderungen in der Konstruktion sind nur in längeren Zeitabständen, nicht in laufender Folge, zulässig.

6.10 Die Gütekontrolle muß bei der Endabnahme des Erzeugnisses die Funktionsprüfung verbessern und mindestens im Schlepperbau zur Leistungsprüfung übergehen.

6.11 Der Konstrukteur hat auch das wirtschaftlichste Instandsetzungsverfahren für eine von ihm konstruierte Maschine auszuarbeiten und insbesondere Meßblätter über Verschleißgrenzwerte festzulegen.

6.12 Die Industrie muß einen ständigen Erfahrungsaustausch mit den MTS-Werkstätten und Instandhaltungswerken besonders hinsichtlich der Fertigungsverfahren führen. Die Technologien der Fertigung und Instandhaltung sind zu vergleichen und die besten Methoden gegenseitig zu übernehmen. A 2968

## in den MTS<sup>1)</sup>

ist, sofort mit der Instandsetzung aller Maschinen und Geräte, die nicht mehr gebraucht werden. Die Arbeitszeit steigert sich dabei, weil die Traktoristen in der Werkstatt mitarbeiten, und hält sich bis Ende März auf gleicher Höhe. Zu diesem Zeitpunkt sind dann alle Maschinen und Geräte einsatzfähig.

Zum 2. Hauptpunkt:

### *Mobilisierung der Arbeitskräftereserven*

Um den Termin einzuhalten, ist es notwendig, die Werkstatt personell zu verstärken. Dazu müssen wir die Arbeitskräftereserve, die im Winter vorhanden ist, heranziehen. Bei den Traktoristen aus den Brigaden wird das meistens mit Schwierigkeiten objektiver und subjektiver Art verbunden sein.

Eine objektive Schwierigkeit bestand darin, daß die Direktoren, Agronomen und Brigadiere die Feldarbeit in den Vordergrund stellen. Wir sind zwar auch der Meinung, daß die Planerfüllung obenansteht. Sehen wir uns aber die Arbeit in den Brigaden von November bis Februar genauer an, dann können wir feststellen, daß mehr geleistet wird, wenn die Hälfte der Schlepper in zwei oder drei Schichten voll arbeitet, als wenn alle Schlepper in der Brigade herumfahren.

Subjektive Schwierigkeiten ergaben sich aus der Befürchtung einzelner Traktoristen, während des Werkstatteinsatzes weniger Lohn zu erhalten. Auf die Entlohnung werde ich später noch eingehen.

Außerdem müssen wir uns oft mit der Auffassung auseinandersetzen, daß der Winter eine Ruhepause sei. Aufgabe des Direktors muß es sein, die Traktoristen von der Zweckmäßigkeit und Notwendigkeit des Werkstatteinsatzes zu überzeugen, zumal dieser dazu beiträgt, unsere Traktoristen zu qualifizieren.

Zum Hauptpunkt 3:

### *Was ist das „Stationäre Fließverfahren“?*

Es werden Gruppen gleichartiger Landmaschinen zusammengefaßt. Der gesamte Arbeitsvorgang wird in eine Anzahl von Teilvorgängen so zerlegt, daß für jeden Teilvorgang etwa der gleiche Zeitaufwand benötigt wird. Daraus ergibt sich der Takt des Arbeitsflusses. Die Maschinen bleiben dabei an einem festen Platz stehen. Der Arbeitsfluß entsteht dadurch, daß die Ausführenden, denen jeweils eine bestimmte Teilarbeit obliegt, taktmäßig von Maschine zu Maschine vorrücken. Die Anzahl der Teilvorgänge, in die der Arbeitsvorgang zu zerlegen ist, richtet sich nach der Größe der verfügbaren Werkstattfläche und nach der Anzahl der Arbeitskräfte, die beteiligt werden sollen. Es dürfen aber nicht mehr Arbeitskräfte eingesetzt werden, als ohne gegenseitige Behinderung gleichzeitig an einer Ma-

schine arbeiten können. Dabei muß die Qualifikation der Arbeitskräfte dem unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad der Arbeit angepaßt sein.

### **Das neue Programm in der Praxis**

Nach diesem Programm wurde 1956 in allen MTS des Bezirks Dresden gearbeitet. Zwei von ihnen standen unter direkter Anleitung und Kontrolle der TH (MTS Wülknitz und Bannewitz). Die anderen MTS des Bezirks wurden durch die UAMTS an die Aufgaben herangeführt und angeleitet.

### *Wie sind wir an die Lösung des Problems herangegangen?*

Es heißt immer: Die rechtzeitige und richtige Vorbereitung sichert einen planmäßigen Ablauf.

1. Die Aufgabe des Technischen Leiters muß daher sein, sich einen Überblick über den Gesamtaufwand an Arbeitsstunden zu verschaffen. Er muß Anzahl und Art der zu überholenden Maschinen und Geräte sowie den Zeitaufwand in Stunden festlegen. Außerdem ist der Termin zu bestimmen, von wann bis wann der Gerätetyp instand gesetzt wird.

2. Die Überholung soll bis zum Beginn der Kampagne abgeschlossen sein. Es kann natürlich auch ein früherer Termin festgelegt werden. Die Anzahl der Arbeitskräfte muß allerdings auf diesen Termin abgestimmt sein.