

# Entwicklungstendenzen der Instandhaltungstechnik

Prof. Dr. sc. techn. C. Eichler, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

Prof. Dr. sc. techn. G. Ihle, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Krafffahrzeug-, Land- und Fördertechnik

## 1. Aufgaben der optimalen Instandhaltung

Dem landtechnischen Instandhaltungswesen der DDR ist die Aufgabe gestellt, mit den verfügbaren Fonds an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit die ständige Einsatzfähigkeit der vorhandenen landtechnischen Arbeitsmittel kostenoptimal zu sichern. Der Hauptweg für das Erfüllen dieser Aufgabenstellung ist wie in der gesamten Volkswirtschaft die Intensivierung.

Intensivierung der Instandhaltung heißt, ausgehend von der Kenntnis aller Einflüsse auf den Instandhaltungsprozeß, diesen mit den gegebenen Möglichkeiten so zu gestalten, daß mit jeder Instandhaltungsmaßnahme dazu beigetragen wird, über einen langen Nutzungszeitraum der landtechnischen Arbeitsmittel (10 bis 15 Jahre) eine hohe Verfügbarkeit kostenoptimal zu sichern.

Intensivierung der Instandhaltung heißt auch, die international und national vorliegenden Erkenntnisse und Methoden des wissenschaftlich-technischen Fortschritts auf dem Gebiet der Instandhaltungstechnik mit Konsequenz in jeder Instandhaltungseinrichtung anzuwenden.

Eine nüchterne Analyse des technisch-ökonomischen Entwicklungsstands des landtechnischen Instandhaltungswesens der DDR zeigt, daß durch die fleißige Arbeit der Arbeiter, Meister und Ingenieure dieses Bereichs in vielen Instandhaltungseinrichtungen ein hohes Niveau erreicht wurde. Es muß aber gleichzeitig erkannt werden, daß eine Reihe sehr wichtiger Probleme seit langem offen steht oder nur in unbefriedigender Weise gelöst wurde. Solche Probleme sind die Planung des Bedarfs an Instandhaltungsleistungen hinsichtlich lebendiger und vergegenständlichter Arbeit, die Sicherung hoher konstanter Qualität bei Pflege und Instandsetzung u. a. m. Diese Probleme können dann zum Nutzen der sozialistischen Landwirtschaft gelöst werden, wenn

- in allen Instandhaltungseinrichtungen durch die planmäßige Arbeit arbeitsvorbereitender Technologengruppen ein längerfristiger technologischer Vorlauf geschaffen wird
- einer auf das Schädigungsverhalten der landtechnischen Arbeitsmittel aufbauenden gründlichen ingenieurmäßigen Detailarbeit gegenüber den sicher schnell sichtbaren organisatorischen Maßnahmen bewußt der Vorzug gegeben wird
- die Kooperation beispielsweise über die Erzeugnisgruppenarbeit auch auf dem Gebiet der technologischen Durchdringung und der Schaffung besserer materieller Voraussetzungen für eine qualitativ gute Instandhaltung langfristig geplant und wirksam durchgeführt wird.

Vorliegende Arbeit soll Schwerpunkte der Entwicklung der Instandhaltungstechnik dar-

stellen und einige ausgewählte Probleme tiefergehend behandeln, um Lösungswege anzugeben.

## 2. Entwicklungsschwerpunkte im landtechnischen Instandhaltungswesen

Die volkswirtschaftlich begründete Einordnung der Instandhaltung in den Produktions- und Reproduktionsprozeß der landtechnischen Arbeitsmittel ist für die Erfüllung der Aufgaben der sozialistischen Landwirtschaft von entscheidender Bedeutung.

Einerseits muß die Instandhaltung einen möglichst störungsfreien Produktionsprozeß sichern helfen, um damit dazu beizutragen, daß die Produktionsergebnisse an Nahrungsmitteln und Rohstoffen planmäßig stabilisiert und erhöht werden. Andererseits entscheidet die Instandhaltung wesentlich darüber, welche Fonds die Gesellschaft der Landwirtschaft für deren technische Ausrüstung zur Verfügung stellen muß. Aus dieser Sicht ergeben sich sechs Entwicklungsschwerpunkte für das landtechnische Instandhaltungswesen:

Durch ein *Verringern der operativen Instandhaltung mit Unterbrechung des Einsatzprozesses* müssen eine größere Stabilität im Maschineneinsatz und eine größere Planmäßigkeit in der Instandhaltung erreicht werden. Die zentrale Beratung des ZK der SED und des Ministerrates zu Fragen der Intensivierung der landtechnischen Instandsetzung und des landtechnischen Anlagenbaus im Juni 1979 in Markkleeberg arbeitete hierfür zwei Schwerpunkte heraus:

— konsequente Einhaltung der Pflege- und Wartungsvorschriften

— hohe Qualität instand gesetzter Maschinen. Ein hohes Niveau in der Maschinenpflege verlängert einerseits die Grenznutzungsdauer von Baugruppen und Einzelteilen, andererseits erkennt der erfahrene Pflegeschlosser bei konsequenter Einhaltung der Pflegevorschrift die Mehrzahl sich abnahnender Abnutzungsausfälle. Eine entscheidende Voraussetzung dafür ist, daß die Maschinenpflege als Bestandteil des Maschineneinsatzes geplant und durchgeführt wird, wie es die „Verordnung über die Wartung, Pflege und Konservierung sowie Abstellung der Technik in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft“ vom 21. Juni 1979 festlegt. Hierbei ist das organische Einordnen der periodischen Pflege und der Instandsetzungstechnischen Einsatzbetreuung in den Produktionsablauf von gleicher Bedeutung wie ein bewußtes Nutzen von witterungs- und tageszeitbedingten Stillständen für diese Maßnahmen.

Durch eine *ökonomische Anpassung des Instandsetzungsumfangs an den Schädigungsprozeß* sind die z. Z. zum Teil ungerechtfertigt hohen Instandsetzungskosten zu senken. Die Vorteile der spezialisierten Instandsetzung von Maschinen und Baugruppen auf der Basis von

Besttechnologien müssen weiter planmäßig genutzt werden. Kampagnefestüberholungen haben weiterhin eine große Bedeutung. Der Instandsetzungsumfang der einzelnen Maschine und Baugruppe muß aber auf das Minimum beschränkt bleiben, das zur Erfüllung der jeweiligen Instandsetzungsaufgabe notwendig ist. In den Instandsetzungskosten muß sich z. B. widerspiegeln, ob eine Maschine gut gepflegt wurde.

Entsprechend den Beschlüssen von Partei und Regierung sind 60% der im Perspektivplanzeitraum erforderlichen Mehraufwendungen an Material durch effektivere und intensivere Nutzung vorhandener Werkstoffe zu realisieren. Daraus folgt eine *erhöhte Bedeutung der Materialökonomie durch Instandhaltung*.

Am Abnutzungsprozeß eines Einzelteils sind oft nur wenige Prozente seines Werkstoffs beteiligt. Eine sofortige Zurückführung des abgenutzten Teils als Schrott zur Gewinnung neuwertiger Werkstoffe brächte der Volkswirtschaft neben einem direkten Materialschwind in vielen Fällen zu hohe Aufwendungen an Energie und lebendiger Arbeit. Daraus folgt eine wachsende Rolle der Instandsetzung von Maschinen und Baugruppen durch Austausch abgenutzter Einzelteile in Verbindung mit der Einzelteilinstandsetzung. Das bedeutet aber auch, daß langfristige Entscheidungen zur Einzelteilinstandsetzung einen deutlich geringeren Aufwand an Energie und lebendiger Arbeit, bezogen auf die geschaffene Nutzungsdauerreserve, als im Kreislauf Schrottverwertung/Neuteilfertigung sichern müssen.

Eine *konsequente Qualitätssicherung in der Instandhaltung* ist ein entscheidender Faktor für die Erhöhung der Effektivität des landtechnischen Instandhaltungswesens. Das beginnt bei der Pflege und Wartung und setzt sich über die Schadensbeseitigung bis zur industriellen Instandsetzung von Baugruppen und Maschinen fort. Grundlage dafür ist eine technologische Durchdringung aller Instandhaltungsmaßnahmen mit konsequenter technologischer Disziplin bei der Durchführung. Das muß zusammenfließen in Qualitätssicherungssystemen mit ausreichenden ökonomischen Stimuli für den Betrieb und für jeden Werk tätigen.

Wachsende Bedeutung erhält die *instandhaltungstechnische Vorbereitung bei der Einführung neuer landtechnischer Arbeitsmittel*. Das landtechnische Instandhaltungswesen kann nicht die geforderte Wirksamkeit erzielen, wenn sich das entsprechend hohe Niveau erst 4 bis 5 Jahre nach Beginn der Serienproduktion oder des Serienimports eines neuen landtechnischen Arbeitsmittels einstellt. Die hohen Anforderungen an die Stabilität industriemäßiger Verfahren in der Pflanzen- und Tierproduktion zwingen, das Instandhaltungssystem parallel zur Maschinenentwicklung technisch und materiell

vorzubereiten, Vorkehrungen zu dessen schneller Einführung in die Praxis zu treffen und das neue Erzeugnis hinsichtlich Zuverlässigkeit und Instandhaltungseignung optimal darauf anzupassen. Die Verantwortung dafür liegt beim Hersteller oder Importbetrieb. Die Erzeugnisgruppenleitbetriebe des landtechnischen Instandhaltungswesens müssen einen planmäßigen, nicht unbeträchtlichen Beitrag leisten.

Was bei der Begutachtung der Instandhaltungseignung, beim Erarbeiten von Instandsetzungstechnologien, bei der abgestimmten materiell-technischen Vorbereitung des Fertigungs- und des Instandsetzungsprozesses sowie bei Ausbildung von Instandhaltungsspezialisten versäumt wurde, bezahlt später die Landwirtschaft im mehrfachen Umfang.

**Die Aufgaben der planmäßigen Modernisierung der landtechnischen Arbeitsmittel in der Grundinstandsetzung** erhöhen sich im landtechnischen Instandhaltungswesen. Die Abteilungen Hauptmechanik in Industriebetrieben haben diese Aufgabe schon ständig als Planteil. Für die Landwirtschaft trifft das auf jeden Fall für die Grundinstandsetzung von Anlagen der Tier- und Pflanzenproduktion zu, die meist mit Rekonstruktionsmaßnahmen verbunden sind. Da im Perspektivplanzeitraum eine Reihe von landtechnischen Arbeitsmitteln über den bisher üblichen Abschreibungszeitraum hinaus genutzt wird, erlangt die Aufgabe der Modernisierung in der Instandsetzung auch für mobile Landmaschinen eine merkliche Bedeutung. Die Modernisierung ist eine gemeinsame Aufgabe von Hersteller- und Instandsetzungsbetrieb. Eine große Bedeutung hat hierfür die Arbeit der Neuerer.

### 3. Ökonomisches Anpassen des Instandsetzungsumfangs an den Schädigungsprozeß

Wesentliche Aufgabe der Instandhaltung in den 80er Jahren ist das Anpassen des Instandsetzungsumfangs an den Schädigungsprozeß. Ausgangspunkt dafür sind der Schädigungszustand zum Instandsetzungstermin und die in der nachfolgenden Nutzungsperiode geforderte Überlebenswahrscheinlichkeit. Für das optimale Erfüllen dieses Instandhaltungsprinzips haben folgende drei Problemkreise besondere Bedeutung.

#### 3.1. Primat des Schädigungszustands vor der Nutzungsdauer beim Festlegen des Instandsetzungsumfangs

Für das Bestimmen des notwendigen Aufwands für die vorbeugende Instandsetzung, z. B. bei einer Kampagnefestüberholung, wird häufig die Nutzungsdauer der vorangegangenen Kampagne als vorrangiger Ausgangspunkt betrachtet. Das ist unzweifelhaft eine einfache Lösung. Dadurch wird aber oft die geforderte Überlebenswahrscheinlichkeit nicht erreicht oder der Materialaufwand ungerechtfertigt erhöht. Bild 1 zeigt schematisch den Verlauf der Schädigung eines Elements über der Nutzungsdauer. Bis zum Termin  $t_1$  wurde der eingetragene Schädigungsverlauf realisiert. Besonders bei Maschinen der Pflanzenproduktion muß der bisherige Schädigungsverlauf in der weiteren Nutzung nicht erhalten bleiben. Eine Instandsetzung allein auf der Basis der bisherigen Nutzungsdauer hat in der Mehrzahl der Fälle entweder ein zu frühes, materialökonomisch ungerechtfertigtes Aussondern oder ein Nichtgewährleisten der geforderten Überlebenswahrscheinlichkeit zur Folge.

Bild 2 zeigt Ergebnisse statistischer Untersuchungen über den für eine vorbeugende In-

standsetzung erforderlichen Instandsetzungsaufwand für Lkw W 50 in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer. Daraus ist erkennbar, daß das von der Praxis meist angenommene Ansteigen des Instandsetzungsaufwands über dem Alter nur in den ersten 3 bis 4 Einsatzjahren eindeutig feststellbar ist. Im Bereich einer Nutzungsdauer zwischen 3 bis 4 Jahren und 12 bis 15 Jahren tritt eine weitestgehende Unabhängigkeit des Instandsetzungsaufwands von der Nutzungsdauer ein. Die prinzipiell gleiche Aussage ergibt sich für den begründeten Umfang in der Kampagnefestinstandsetzung von Landmaschinen in Abhängigkeit von der Kampagneleistung (Bild 3)<sup>1)</sup>.

Es ist erwiesen, daß verschiedene Exemplare eines Maschinentyps nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit nach der gleichen Nutzungsdauer den gleichen Schädigungszustand haben. Die durch streuendes Niveau von Pflege, Wartung, Abstellung, Bedienweise sowie durch Durchsatzschwankungen bestimmten äußeren Schädigungsbedingungen beeinflussen die Schädigungsgeschwindigkeit in sehr starkem Maß. Deshalb ist es falsch, die Nutzungsdauer allein als Maßstab für Art und Umfang der durchzuführenden Instandsetzungsarbeiten heranzuziehen. Daraus folgt, daß eine intensive Überprüfung jedes einzelnen Instandsetzungsobjekts mit Zustandsfeststellung, Restnutzungsdauerprognose und Festlegung des Instandsetzungsumfangs wichtigster Bestandteil einer optimalen Instandsetzung ist. Ein besonderer Schwerpunkt der künftigen instandsetzungstechnologischen Arbeit besteht somit in einer Erhöhung des Niveaus der demontagelosen Überprüfung vor der Instandsetzung und der Schadensaufnahme während der Instandsetzung.

#### 3.2. Auswahl der optimalen Instandhaltungsmaßnahmen

Für die optimale Instandsetzungsmaßnahme sind die Summe aus Instandsetzungsaufwand und Ausfallverlusten für die verschiedenen Varianten, das technisch-technologische Vermögen für das Beurteilen des Schädigungszustands und die Kenntnis der Bewährung des Instandsetzungsobjekts im Einsatz bestimmend.

Aus der Vielzahl der mit diesem Problem in Verbindung stehenden Erkenntnisse soll nachfolgend auf zwei hingewiesen werden.

Die spezialisierte Baugruppenrundüberholung hat sich bewährt. Trotzdem werden immer noch hohe Anteile nicht grundüberholungsbedürftiger Baugruppen in den zuständigen Betrieben angeliefert (Tafel 1). Bis zu 30% der derzeitig zur Grundüberholung vorgesehenen Baugrup-

pen können technisch durch Minimalinstandsetzungen instand gesetzt werden. Auf diesem Gebiet liegen vielerorts Erfahrungen vor. Exakte ökonomisch-technische Berechnungen fehlen. Die Entscheidung, ob eine handwerklich durchgeführte Minimalinstandsetzung gegenüber der spezialisierten Grundüberholung ökonomisch zulässig ist, bestimmen die Instandsetzungsaufwendungen, die erreichte Zuverlässigkeit und die gegenüber der spezialisierten Grundüberholung eingesparten Zirkulationsaufwendungen. Daher ist notwendig, auf diesem Gebiet rasch zu technische Merkmalen von Schädigungszuständen zu kommen, bei denen entweder Minimalinstandsetzungen oder Grundüberholungen empfohlen werden. Das Erreichen eines günstigen Verhältnisses von Minimalinstandsetzungen und Grundüberholungen bei gleichbleibender Verfügbarkeit kann zu Ersatzteileinsparungen gegenüber dem derzeitigen Verbrauch um bis zu 20% führen.

Die spezialisierte Instandsetzung von landwirtschaftlichen Großmaschinen hat sich bewährt. Die in den vergangenen Jahren vorzufindende Tendenz nach zu vielen grundüberholungsartigen Instandsetzungen muß durch die Rückkehr zum Prinzip der Kampagnefestüberholung korrigiert werden. Die optimalen Seriengrößen unter Berücksichtigung der Transportökonomie, der Investitionsmöglichkeiten und der Arbeitskräftesituation für die Kampagnefestüberholung landwirtschaftlicher Großmaschinen liegen im Bereich von 300 bis 700 Stück je Betrieb und Jahr. Die Transportentfernung für komplette Maschinen sollte 50 bis 70 km nicht übersteigen, um das Straßennetz nicht zu stark zu belasten und die Anzahl der z. Z. nicht unerheblichen Transportbeschädigungen zu verringern. Dabei entsteht die berechtigte Frage, ob Kampagnefestinstandsetzungen von Großmaschinen mit Umfangsschwankungen nach einer einheitlichen Technologie durchgeführt werden können. Erfahrungen in spezialisierten Instandsetzungsbetrieben verdeutlichen, daß der Demontage- und Montageaufwand bei der Kampagnefestüberholung landwirtschaftlicher Großmaschinen nicht unter 80% des analogen Aufwands bei Grundüberholungen sinkt. Der unterschiedliche Aufwand bei Kampagnefestinstandsetzungen ergibt sich aus dem Umfang der Einzelteilinstandsetzung und dem Ersatzteil- und Baugruppenverbrauch. Für Kampagnefestüberholungen kompletter Maschinen geringeren Schädigungszustands und für komplexe Grundüberholungen am gleichen Maschinentyp sowohl im Durchlaufverfahren wie auch im stationären Fließverfahren sind keine unterschiedlichen Technologien nötig, denn

— aus der Sicht der Transportentfernungen müßten die beiden Instandsetzungsformen ohnehin in einem Betrieb durchgeführt werden

— bei den vorgeschlagenen Seriengrößen ist auch eine Durchlaufinstandsetzung mit schwankendem Materialaufwand beherrschbar, wenn die technologische Arbeit sich konsequent darauf einstellt

— beim derzeitigen Stand der technischen Diagnostik kann diese Entscheidung für unterschiedliche Technologien in vielen Fällen erst in der Schadensaufnahme getroffen werden.

Bei näherer Betrachtung lassen sich die landwirtschaftlichen Großmaschinen hinsichtlich ihrer instandsetzungstechnologischen Eignung in zwei Gruppen gliedern:

— Maschinen mit komplexer Konstruktion,

Tafel 1. Prozentuale Anteile nicht grundüberholungswürdiger Traktorenbaugruppen bei der Anlieferung im Landtechnischen Instandsetzungswerk (LIW)

Baugruppe	funktionsfähige Baugruppen	minimalinstandsetzbare Baugruppen
Einspritzpumpen	17	27
Drehstromlichtmaschinen	22	10
Gleichstromlichtmaschinen	27	17
Anlasser	15	3

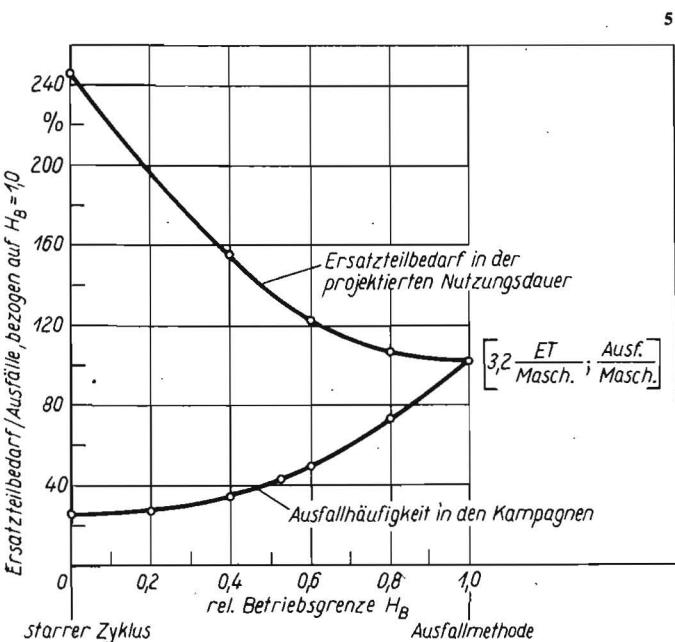
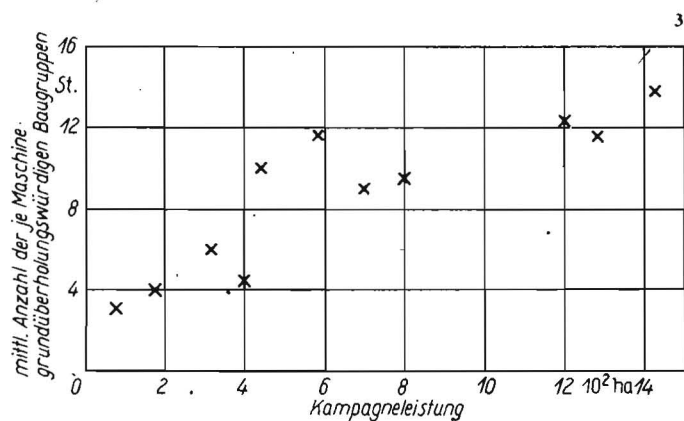
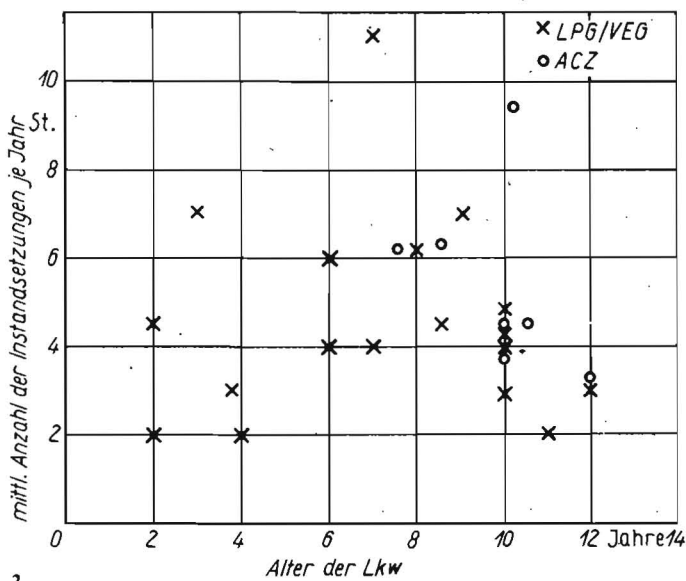
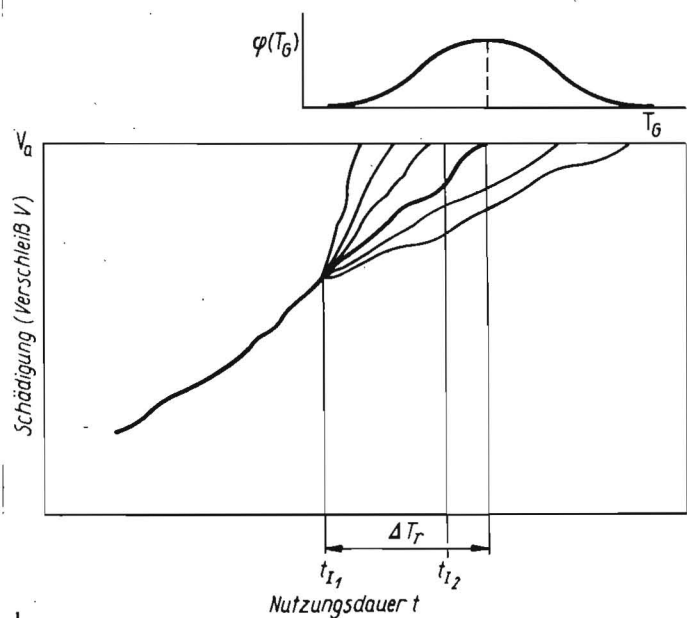
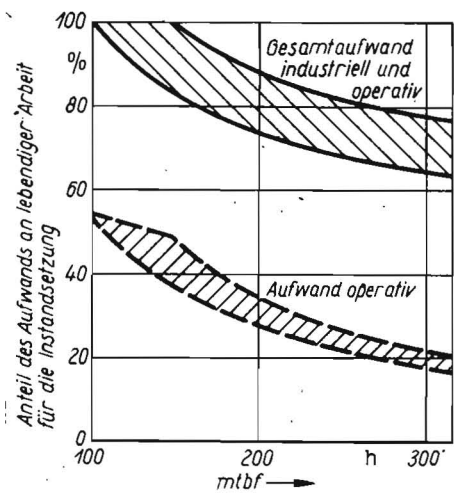


Bild 1. Verlauf der Schädigung über der Nutzungsdauer (Schema);  $V_d$ , Aussonderungsgrenze,  $t_i$  Instandsetzungszeitpunkt,  $\Delta T_r$ , Restnutzungsdauer,  $T_G$  Grenznutzungsdauer,  $\varphi(T_G)$  Dichtefunktion der Grenznutzungsdauer  
 Bild 2. Abhängigkeit der Instandsetzungsbedürftigkeit vom Alter bei Lkw W50  
 Bild 3. Instandsetzungsbedürftigkeit von Hochdruckpressen K 453 in Abhängigkeit von der Kampagneleistung  
 Bild 5. Einfluß der Betriebsgrenze ( $\gamma = 0,90$ ,  $V = 0,5$ )

Bild 4. Relativer Einfluß des Ausfallabstands auf den Instandsetzungsaufwand an lebendiger Arbeit



deren Kampagnenfestmachung bei allen Maschinen eine relativ weitgehende Demontage erfordert (z. B. Mährescher E 512, Kartoffelvollerntemaschinen)

— Maschinen mit baugruppeneigener Konstruktion, deren Kampagnenfestmachung durch Austausch verschiedener Baugruppen und spezielle Instandsetzungsarbeiten am verbleibenden Rest erreicht werden kann (z. B. Feldhäcksler E 280, Schwadmäher E 301).

Empfohlen wird, für Maschinen komplexer Konstruktion spezialisierte Instandsetzungsbetriebe mit Seriengrößen von 300 bis 700 St./Jahr zu schaffen, denen jede dieser Maschinen zwischen zwei Kampagnen zugeführt wird. Diese Betriebe kooperieren mit spezialisierten Baugruppeninstandsetzungsbetrieben. Die Instandsetzungstechnologie muß auf der Basis einer exakten Schadensaufnahme mit Teilfestpreisen für Arbeitskomplexe eine weitgehende Widerspiegelung des Schädigungszustands im Instandsetzungspreis sichern. Ist die Kapazität eines Instandsetzungsbetriebs größer als die angegebene Seriengröße, so kann die Kampagnenfestüberholung zweier geeigneter

Maschinenarten in einem Betrieb kombiniert werden.

Viele baugruppeneigene Maschinen können im Ergebnis einer intensiven Überprüfung im Territorium des Einsatzbetriebs unter Verwendung industriell instand gesetzter Baugruppen kampagnenfest gemacht werden, und nur die grundüberholungsbedürftigen Maschinen müssen komplett spezialisierten Instandsetzungsbetrieben zugeführt werden. Dafür sind weitgehend demontagelos nachweisbare technische Kriterien für die Grundinstandsetzungsbedürftigkeit notwendig, auf deren Grundlage eine Entscheidung im Einsatzbetrieb nach Kampagnenabschluß möglich ist.

Für baugruppeneigene Maschinen sind drei zusammengehörige Instandsetzungseinheiten zweckmäßig:

- Instandsetzungskapazitäten nahe dem Einsatzbetrieb für die jährliche Überprüfung und für Teilinstandsetzung an 40 bis 60 % der Maschinen vorrangig durch Baugruppen-tausch
- Instandsetzungskapazitäten für Grundüberholungen mit Seriengrößen von 300 bis 500 St./Jahr

— Instandsetzungskapazitäten für spezialisierte Baugruppeninstandsetzung.

Diese Strategien stellen einen optimalen Kompromiß dar, der die Möglichkeiten großer Serien nutzt, die vorhandenen Instandsetzungskapazitäten optimal auslastet, Transporte minimiert und den Instandsetzungsumfang maximal an den Schädigungsverlauf anpaßt. Voraussetzung für den ökonomischen Erfolg dieser Strategien ist die technologische Lösung des Problems der Überprüfung und Schadensaufnahme.

Das Bestimmen der Schädigungsgrenzen für die Schadensaufnahme auf der Basis von Berechnungen und theoretischen Untersuchungen ist notwendig, aber aufwendig. Für eine befriedigende Lösung des Problems reichen die verfügbaren Forschungs- und Entwicklungskapazitäten nicht aus. Die Instandsetzungsbetriebe müssen in verstärktem Maß selbst in Zusammenarbeit mit den Herstellern Schädigungsgrenzen empirisch bestimmen. Damit steigt wiederum die Bedeutung der Untersuchung des Einsatzverhaltens instand gesetzter Maschinen. Notwendig ist, daß die Erzeugnisgruppen planmäßig das Einsatzverhalten ihrer Erzeugnisse verfolgen, um daraus Schlußfolgerungen für den optimalen Instandsetzungsaufwand zu ziehen.

### 3.3. Entwicklung der technischen Diagnostik

In vorangegangenen Betrachtungen ergab sich deutlich die zentrale Stellung der Überprüfungen und der Schadensaufnahme im Instandsetzungsprozeß. Für die technisch-technologische Durchdringung beider ist die technische Diagnostik von entscheidender Bedeutung. Die technische Diagnostik als Komplex von Maßnahmen zur Zustandsfeststellung sowie Zustandsbewertung über Schädigungsgrenzen und Restnutzungsdauerprognose oder einfache Gut-Schlecht-Bewertung wird im landtechnischen Instandhaltungswesen als Funktionsdiagnose, Fehlersuchdiagnose, Restnutzungsdauerdiagnose und Qualitätsdiagnose benötigt.

Eine reale Einschätzung des erreichten Stands führt zu der Schlußfolgerung, daß die Nutzung der technischen Diagnostik in der Breite der landtechnischen Praxis seit Jahren hinter den Erfordernissen und dem Stand der Erkenntnis zurückgeblieben ist. Wesentliche Ursachen sind:

— Die entwickelten Diagnoseverfahren ermöglichen nur selten den Einsatz handelsüblicher Meßgeräte oder weisen eine unzureichende Aussagefähigkeit auf.

— Es bestanden kaum nennenswerte Produktions- und Importmöglichkeiten für Geräte. Eine Analyse des wissenschaftlich-technischen Entwicklungsstands der technischen Diagnostik in der DDR ergab, daß es möglich ist, für Verbrennungsmotoren ein einfaches, aber hinreichendes System für alle vier o. g. Aufgabenbereiche der Diagnose innerhalb des nächsten Fünfjahrplanzeitraums in großer Praxisbreite zu schaffen. Dieses Gerätesystem kann aus einer Gruppe von industriell lieferbaren Meßgeräten und speziell gefertigten Meßgebern und Zusatzgeräten bestehen. Voraussetzung dafür ist, eine schnelle Serienreife der vorhandenen Muster zu erreichen und gleichzeitig die serienmäßige Beschaffung bzw. Eigenfertigung innerhalb des landtechnischen Instandhaltungswesens einzuleiten. In landwirtschaftlichen Betrieben und in Instandsetzungsbetrieben müssen gleichzeitig die notwendigen Anwendungsbedingungen hinsichtlich der Qualifikation der Werk tätigen und der Planmäßigkeit des

gesamten Instandhaltungsprozesses geschaffen werden.

Hinsichtlich der Hydraulikdiagnose ist im nächsten Fünfjahrplanzeitraum ein hinreichender wissenschaftlich-technischer Vorlauf für eine Breitereinführung möglich, während bei der Diagnose von Zahnradgetrieben im eingebauten Zustand z. Z. noch keine praxiswirksamen Entwicklungen zu erwarten sind. Für die Diagnose typischer Landmaschinenelemente werden gegenwärtig keine Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt.

Durch eine planmäßigere Arbeit auf diesem Gebiet kann die objektive Instandhaltung von Verbrennungsmotoren nach Überprüfung gesichert werden. Bei Getrieben und Landmaschinen werden auch in naher Zukunft die Erfahrungen der besten Instandhaltungsarbeiter die wesentliche Grundlage für die Zustandsbeurteilung und eine gute Instandsetzungsqualität sein. Sie bilden somit auch die Basis für die Vorschadensaufnahme zur Einordnung in unterschiedliche Instandsetzungstechnologien.

## 4. Qualität der Instandsetzung, ihre Folgen und Sicherung

Nach der Besichtigung mehrerer spezialisierter Instandsetzungsbetriebe in der DDR schätzte der Direktor des Moskauer Instituts GOSNITI, Dr. Čerepanov, ein, daß auf organisatorischem Gebiet große Erfolge erzielt wurden, daß aber noch nicht umfassend verstanden wird, mit den vorliegenden Instandsetzungstechnologien hohe Qualitätsmaßstäbe zu sichern. Diese Einschätzung trifft auf alle Bereiche der landtechnischen Instandhaltung in der DDR zu, und sie unterstreicht die Feststellung, daß die technologische Arbeit in der Instandhaltung der 80er Jahre Schwerpunkt sein muß.

### 4.1. Zum Inhalt der Qualitätssicherung in der Instandsetzung

Die Instandsetzungsqualität wird bestimmt durch die technologische Vorbereitung der Instandsetzung, durch das Anwenden fortschrittlicher Instandsetzungsverfahren, durch optimale Arbeitsbedingungen für das Instandsetzungspersonal, durch progressive Prüftechnologien, durch Sauberkeit an den Arbeitsplätzen usw. Von besonderer Bedeutung ist die konstruktionsgerechte Instandsetzung. Die Qualität instand gesetzter Maschinen muß nach den gleichen Parametern bewertet werden wie die von neuen Maschinen, wobei das erreichbare Niveau davon abweichen kann. Dazu gehören Kennwerte der Funktionstauglichkeit, der Zuverlässigkeit, der Schutzgüte und z. T. der Formgestaltung, d. h. der Farbgebung.

Eine verlorengangene Funktionstauglichkeit muß bei jeder Instandsetzung auf dem Niveau der neuen Maschine wiederhergestellt werden. Eine Ausnahme können nur Schadensbeseitigungen zur kurzfristigen Überbrückung bilden. Einige Parameter der Schutzgüte von Landmaschinen und Traktoren werden durch Abnutzungsprozesse oder Überlastung verschlechtert. Das betrifft z. B. die Lärmbelastung. Untersuchungen, durch die Zentrale Prüfstelle Potsdam-Bornim zeigten, daß die Lärmbelastung beim Traktor ZT300 bis zur Grundinstandsetzung oft wesentlich über die zulässige Grenze steigt und daß durch die jetzige Grundinstandsetzung in nicht wenigen Fällen dieses zulässige Niveau auch nicht wiederhergestellt wird. Andererseits sind Gehörschäden eine häufige Berufskrankheit von Traktoristen. Hier muß für eine Grund-

instandsetzung das Niveau der neuen Maschine angestrebt werden.

Die Farbgebung hat neben Korrosionsschutz auch ästhetische Aufgaben. Eine zweckmäßige und ansprechende Farbgebung hebt die Arbeitsfreude des Mechanikers und verringert z. T. bestimmte Ermüdungserscheinungen des menschlichen Auges. Da Landmaschinen 60 bis 80% der projektierten Nutzungsdauer im instand gesetzten Zustand arbeiten, muß ihr entsprechende Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Die Bewertung der erreichten Funktionstauglichkeit, Zuverlässigkeit und Schutzgüte kann bei Schadensbeseitigungen und konzentrierter Instandsetzung kleiner Serien nur auf den subjektiven Erfahrungen des Instandsetzungspersonals oder auf Einschätzungen der Mechaniker beruhen. Demgegenüber sind in der spezialisierten Instandsetzung großer Serien wie in der Neufertigung die Parameter der Funktionstauglichkeit und Schutzgüte quantitativ auf der Basis spezieller Prüftechnologien als Bestandteil der Instandsetzungstechnologie zu bewerten. Der Nachweis der Zuverlässigkeit über Verfügbarkeit, ausfallfreie Nutzungsdauer oder Grenznutzungsdauer von spezialisiert instand gesetzten Maschinen, Baugruppen oder Einzelteilen im Einsatz wird unumgänglich. Analog zur Arbeitsweise der Industrie müssen stichprobenweise Qualitätskontrollen in jedem Instandsetzungsbetrieb durch die übergeordneten Organe (möglichst unterstützt durch das ASMW) durchgeführt werden. Gleichzeitig müssen in bestimmten Einsatzbetrieben die instand gesetzten Maschinen und Baugruppen auf ihr Zuverlässigkeitsverhalten untersucht werden. Das Ergebnis beider zusammengehörenden Qualitätsbestimmungen muß sich in Preisen und in Gewinnspannen auswirken. Zum Inhalt der Qualitätssicherung in der Instandsetzung gilt schlußfolgernd:

— Für alle quantitativen Qualitätsparameter sind Vorgaben zu erarbeiten, auch für das Niveau der zu erreichenden Zuverlässigkeit. Dabei ist die Vorgabe mit den ökonomischen und technischen Möglichkeiten der jeweiligen Instandsetzungstechnologie abzustimmen.

— In den Instandsetzungsbetrieben sind Qualitätssicherungssysteme so weiterzuentwickeln, daß eine hohe Qualität der Arbeit an jedem Arbeitsplatz als Bestandteil der Instandsetzungstechnologie gesichert wird.

— Durch exakte Technologien der Endkontrolle und durch Methoden der statistischen Zuverlässigkeitskontrolle im Einsatz ist ein Qualitätsnachweis mit ausreichender Aussagekraft zu organisieren.

### 4.2. Qualität der vorbeugenden Instandsetzung und Umfang der operativen Instandsetzung

Die Qualität der vorbeugenden Instandsetzung zeigt sich im Umfang der operativen Schadensbeseitigung im nachfolgenden Einsatzintervall. Ein Kennwert dafür ist der mittlere Abstand zwischen zwei Ausfällen (mittlere ausfallfreie Nutzungsdauer). Bild 4 beweist, daß mit der Verbesserung dieses Kennwerts, also bei Qualitätsverbesserung, der Aufwand für die operative Instandsetzung schneller sinkt (unteres Feld) als der gesamte Instandsetzungsaufwand (oberes Feld). Damit werden durch Qualitätsverbesserung in der spezialisierten Instandsetzung Arbeitsplätze in der mit geringer Produktivität und ungünstigen Arbeitsbedingungen behafteten operativen Instandsetzung beseitigt und Arbeitskräfte aus der Instand-

Tafel 2. Einfluß der Einhaltung der optimalen Betriebsgrenze auf das Ausfallverhalten ( $V = 0,5 \dots 0,7$ ,  $\gamma = 0,90$ )

	Abweichung von der optimalen Betriebsgrenze (in % von der Abnutzungsreserve)	
	-10 %	+10 %
Ersatzteilbedarf insgesamt	+7...11	-5...6
Ausfallhäufigkeit in der Kampagne	-13...15	+21...22
Ersatzteilbedarf in der Kampagnestandardsetzung	+42...45	-35...50

haltung für die Bedienung der Landmaschinen während der Kampagnen freigesetzt, in denen auf diesem Gebiet ein Arbeitskräftedefizit besteht.

Entscheidend für das Erreichen eines großen mittleren Ausfallabstands durch die Instandsetzung sind das Niveau der Schadensaufnahme, das Einhalten von Einbauspielen und Fertigungstoleranzen und die konstruktionsgerechte Montage. Analysen zeigen, daß sich der Aufwand für die operative Instandsetzung mit zunehmendem Alter der betreffenden Maschinen erhöht. Ursachen sind bei der Schadensaufnahme oft nicht erkennbare Ermüdung und in deren Folge auftretende Dauerbrüche. Bei Leichtbaumaschinen muß deshalb dazu übergegangen werden, die dynamisch hoch belasteten Teile nach bestimmten Lastwechselzahlen oder nach einer bestimmten Nutzungsdauer auszusondern.

Die Zuverlässigkeit einer Maschine wird auch vom Materialaufwand in der Instandsetzung beeinflusst (Bild 5). Für eine Einzelteilposition mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit von  $\gamma = 0,9$  sind der Ersatzteilbedarf in der projektierten Nutzungsdauer (8 Kampagnen und 7 Kampagnestüberholungen) und die mittlere Ausfallhäufigkeit in den Kampagnen über der relativen Betriebsgrenze aufgetragen. Betriebsgrenze 1,0 bedeutet hierbei das Anwenden der Aussonderungsgrenze in der Schadensaufnahme, also die Ausfallmethode. Da der Zustand 0 ein Neuteil charakterisiert, werden bei einer derartigen Betriebsgrenze alle Teile unabhängig vom Zustand ausgetauscht (starrer Zyklus). Es wird deutlich, welche große Bedeutung das Festlegen einer optimalen Betriebsgrenze für die Qualitätssicherung bei gleichzeitiger Materialökonomie hat. Aus dem Bild darf nicht abgeleitet werden, daß der starre Zyklus prinzipiell unökonomisch ist. Die optimale Betriebsgrenze kann für unterschiedliche Bedingungen im gesamten Bereich zwischen 0 und 1 liegen.

Eine wissenschaftlich begründete Schadensaufnahme in der spezialisierten Instandsetzung nimmt einen entscheidenden Platz beim Sichern einer hohen und ökonomischen Instandsetzungsqualität ein. Neben dem Festlegen einer optimalen Betriebsgrenze betrifft das auch das Ausstatten mit entsprechenden Prüfmitteln, die bei hoher Arbeitsproduktivität eine ausreichend genaue Kontrolle des Zustands der Einzelteile gewährleisten.

Für oben erläutertes Beispiel bedeutet nach Tafel 2 ein Abweichen von der optimalen Betriebsgrenze um 10% in Richtung früherer Aussonderung 42 bis 45% mehr Ersatzteile in der Kampagnestüberholung bei einem Sinken der Ausfallhäufigkeit in der Kampagne um nur 13 bis 15%. Ein 10%iges Abweichen in Richtung

Ausfallmethode, also zu geringerer Zuverlässigkeit, erhöht dagegen die mittlere Ausfallhäufigkeit in den Kampagnen um 21 bis 22%.

### 4.3. Qualitätsprobleme in der Einzelteilinstandsetzung

Aus materialökonomischen Gründen muß sich die Einzelteilinstandsetzung wesentlich erweitern. Dabei werden langfristige Lösungen, nicht das zeitweise Fehlen einer bestimmten Ersatzteilposition, den Umfang der Einzelteilinstandsetzung bestimmen und eine planmäßige Abstimmung mit dem Umfang der Ersatzteilproduktion erfordern.

In diesem Zusammenhang dürfen die Auswirkungen des Einsatzes von instand gesetzten Einzelteilen auf die Instandsetzungsqualität von Maschinen und Baugruppen nicht außer acht gelassen werden. Wenn die Grenznutzungsdauer eines instand gesetzten Einzelteils kleiner als die des analogen Neuteils ist, dann darf dadurch die Ausfallhäufigkeit der betreffenden Maschine nicht wesentlich erhöht werden. Das kann durch spezielle Betriebsgrenzen für instand gesetzte Einzelteile in der Schadensaufnahme erreicht werden. Instand gesetzte Einzelteile mit kleinerer Grenznutzungsdauer als die der analogen Neuteile müssen als solche gekennzeichnet sein, damit sie beispielsweise vornehmlich bei Teilinstandsetzungen verwendet werden, um die Ausfallhäufigkeit der Maschine nicht zu vergrößern. Das Kennzeichnen der Instandsetzungsteile ist auch nötig, wenn sich ihre Zuverlässigkeit mit der Wiederholung der Instandsetzung verringert. Grund dafür kann z. B. eine höhere Gefahr des Auftretens von Dauerbrüchen infolge längerer Nutzung des Werkstoffkerns gegenüber der Betriebsfestigkeitsberechnung sein. Für langfristige Lösungen in der Einzelteilinstandsetzung sind deshalb Grenzen für die zulässige Wiederholbarkeit der Instandsetzung für ein einzelnes Teil festzulegen und eine ständige Zuverlässigkeitskontrolle auf Stichprobenbasis zu organisieren.

Die Zuverlässigkeit instand gesetzter Einzelteile wird nicht nur durch das Instandsetzungsverfahren, sondern auch durch die technologische Disziplin im Instandsetzungsprozeß bestimmt. Im Kombinat für Landtechnische Instandhaltung Karl-Marx-Stadt wurde über zwei Jahre das Verhalten von 18 aufgearbeiteten Verschleißteilpositionen im Feldhäcksler E 280 untersucht. Die Einzelteilinstandsetzung brachte dabei sowohl geringere als auch höhere Zuverlässigkeiten im Vergleich zu Neuteilen. Bei 8 der 18 untersuchten Instandsetzungspositionen war die Mindestgrenznutzungsdauer  $t_{0,9}$  beachtlich geringer als bei Neuteilen, während die mittlere Grenznutzungsdauer sich größer als bei Neuteilen einstellte. Daraus wird sichtbar, daß eine wesentlich größere Anzahl von Frühausfällen als bei Neuteilen auftrat. Die Gründe hierfür liegen im wesentlichen in streuender Qualität der Einzelteilinstandsetzung, die die im Verfahren liegende höhere Zuverlässigkeit für eine Reihe von Teilen nicht wirksam werden ließ. Hierzu gehören ungenügende Vorbereitung der Aufarbeitungsflächen, ungenügende Wärmebehandlung, Nichteinhalten technologischer Parameter beim Auftragen und bei der mechanischen Bearbeitung sowie zu große Fertigungstoleranzen.

### 4.4. Auswirken der Qualität der Baugruppeninstandsetzung auf den Instandsetzungsaufwand für Traktoren

Der Instandsetzungsaufwand für Traktoren hängt bedeutend von der Qualität der der

Grundinstandsetzung unterzogenen Austauschbaugruppen ab. Kennzeichnendes Zuverlässigkeitsmerkmal ist die Grenznutzungsdauer der Baugruppen. Für Motor und Getriebe sind auch die Häufigkeiten von Minimal- und Teilinstandsetzungen von Interesse.

Der Grundinstandsetzung unterzogene Traktorenmotoren leisten z. Z. 60 bis 70% der Grenznutzungsdauer neuer Motoren. Unter guten Pflegebedingungen und bei hoher Qualität der Grundinstandsetzung lassen sich 80 bis 85% dieses Werts wirtschaftlich noch erreichen. Die mittlere ausfallfreie Nutzungsdauer mtbf für Traktoren beträgt z. Z. etwa 100 bis 150 Bh.

Ein Beispiel verdeutlicht den Nutzen qualitätsverbessernder Maßnahmen in der Baugruppeninstandsetzung hinsichtlich des Instandsetzungsaufwands. Gelten 60% Grenznutzungsdauer neuer Motoren für Austauschmotoren ( $T_I/T_N = 0,6$ ) bei einer mtbf = 100...150 Bh als 100%, so führt eine Verbesserung der mittleren Grenznutzungsdauer auf 80% bei gleicher mtbf zu einer Senkung des Instandsetzungsaufwands auf 84 bis 87%. Durch eine höhere Qualität der Motorbaugruppen, gekennzeichnet durch eine mtbf von 300 Bh, bei unveränderter Grenznutzungsdauer von 60% des neuen Motors läßt sich der Instandsetzungsaufwand auf 63 bis 73% senken. Eine gleichzeitige Qualitätsverbesserung der Grenznutzungsdauer und der mtbf auf das gesamte Niveau würde Instandsetzungskosten von 51 bis 63% ergeben.

## 5. Zusammenfassung

Im landtechnischen Instandhaltungswesen der DDR wurden in den zurückliegenden 30 Jahren große Leistungen vollbracht. Es wurden eine hohe Arbeitsproduktivität erreicht, wichtige Elemente industrieller Arbeitsweisen eingeführt, vor allem aber wertvollste Beiträge für das Erreichen hoher Produktionsergebnisse und das Gestalten der sozialistischen Lebensweise auf dem Lande erbracht. Die Entwicklungsschwerpunkte des landtechnischen Instandhaltungswesens der DDR verdeutlichen, daß in der nahen Zukunft folgende Aspekte besonderer Aufmerksamkeit bedürfen:

- Vermeiden jeglichen Schematismus in Technologie und Organisation der Instandhaltung, also konsequente Orientierung auf das Primat des landwirtschaftlichen Hauptprozesses durch wissenschaftlich begründete Einordnung des Instandhaltungswesens in die sozialistische Betriebswirtschaft
- Vermeiden unzulässigen Überbetonens organisatorischer Aspekte gegenüber der technisch-technologischen Detailarbeit
- Ansteigen der grundlegenden Bedeutung der Kenntnis des Schädigungsverhaltens und des Einsatzverhaltens instand gesetzter Einzelteile, Baugruppen und Maschinen als Voraussetzung für das ökonomische Anpassen des Instandsetzungsumfangs an den Schädigungszustand und für eine kostenoptimale Zuverlässigkeit
- Schaffen von mehr wissenschaftlichen Grundlagen für die Praxis und deren zielgerichtetes Anwenden; dazu sind die vorhandenen Kapazitäten in der Forschung und Entwicklung gezielter zu nutzen und auszubauen.

Die optimale Einordnung der Instandhaltung der landtechnischen Arbeitsmittel in die landwirtschaftliche Produktion im nächsten Fünfjahrplanzeitraum und darüber hinaus setzt höhere Maßstäbe auf diesen Gebieten. Wenn die

Fortsetzung auf Seite 532

# Produktive Nutzung der Maschineneinsatzzeit in der Pflanzenproduktion — eine Aufgabe der Instandhaltung

Prof. Dr. sc. agr. G. Mätzold, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

Der Einsatz von Maschinen bei den Verfahren der Pflanzenproduktion hat einen wichtigen Beitrag zur Intensivierung der Produktion zu leisten. Die Erfüllung dieser Forderung bedeutet Ertragssteigerung, Ertragsstabilisierung und Qualitätsverbesserung der Produkte. Sie wird vor allem erfüllt durch Einhalten der agrotechnischen Zeitspannen. Eine zweite Aufgabe ist in der Steigerung der Arbeitsproduktivität zu sehen. Allerdings sind mit dem Einsatz von Maschinen hohe ökonomische Aufwendungen verbunden. Der Anteil der Verfahrenskosten an den Selbstkosten liegt bei den wichtigsten pflanzlichen Produkten zwischen 50 % und 60 %. Bei der Futterproduktion und Konservierung durch Heißlufttrocknung steigt er sogar auf 78 %.

Für den Einsatz landtechnischer Arbeitsmittel leiten sich deshalb aus volkswirtschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Sicht zwei Aufgaben ab:

- richtige Planung des Maschinenbedarfs
- produktive Ausnutzung der Einsatzzeit der vorhandenen Kapazitäten.

Von den sozialistischen Pflanzenproduktionsbetrieben erfordert diese zweite Aufgabe eine sorgfältige Maschineneinsatzplanung und technologisch zweckmäßige Abstimmung der vorhandenen Kapazitäten sowie eine straffe Organisation und Leitung des Einsatzes. Die VEB KfL und LIW haben hierbei gemeinsam mit den technischen Bereichen der Einsatzbetriebe einen wichtigen Beitrag zu leisten. Sie sind für eine hohe technische Einsatzbereitschaft der landtechnischen Arbeitsmittel verantwortlich.

Auf diese Aufgaben konzentrieren sich die nachfolgenden Ausführungen. Nach kurzen Darlegungen zu theoretischen Grundlagen des Maschineneinsatzes und zur Analyse des gegenwärtigen Zustands der Ausnutzung der Einsatzzeit sollen die Auswirkungen der Verfügbarkeit („technologische Verfügbarkeit“ nach Weber/Rohde [1]) an Beispielen gezeigt werden. Schließlich sollen Aussagen aus Untersuchungen in VEG (P) und LPG (P) zum Aufwand für den Hilfsprozeß Instandhaltung bei der Zuckerrübenenernte getroffen werden.

Fortsetzung von Seite 531

ingenieurmäßige Arbeit in der Instandhaltung in den 80er Jahren den wissenschaftlich-technischen Fortschritt konsequenter nutzt, dann wird das landtechnische Instandhaltungswesen den Anforderungen der landwirtschaftlichen Produktion im Sozialismus noch besser gerecht werden.

A 2534

1) Ausführlich wurden Probleme der Instandsetzung landwirtschaftlicher Großmaschinen in dieser Zeitschrift im Heft 9/1979, S. 383—387, behandelt.

## Theoretische Grundlagen für den Maschineneinsatz in der Pflanzenproduktion

Bei der Maschinenbedarfsplanung und Einsatzplanung gilt als vereinfachter Ansatz:

$$K_a = M/t;$$

$K_a$  Kapazitätsanspruch in ha/t, t/h

$M$  Arbeitsmenge in ha, t

$t$  planmäßige Einsatzzeit in h( $T_{05}$ ).

Eine bestimmte Arbeitsmenge ist also in einem bestimmten Zeitfonds zu bewältigen. Dieser Zeitfonds wird für technologische Prozesse in der Pflanzenproduktion fast immer durch die agrotechnisch günstige Zeitspanne fixiert. Zur Realisierung des Kapazitätsanspruchs ergeben sich die Beziehungen

$$K_a = n \cdot \dot{m};$$

$\dot{m}$  Verfahrenskapazität in t/h( $T_{05}$ ),  
ha/h( $T_{05}$ )

$n$  Maschinengruppenbreite  
(Anzahl der Maschinen).

Bei sehr vielen technologischen Prozessen der Pflanzenproduktion wird der Kapazitätsanspruch durch verkettete Funktionssysteme (Maschinenketten oder Maschinenkomplexe) bewältigt.

Die realisierte Verfahrenskapazität wird in entscheidendem Maß von der technologischen Verfügbarkeit der in der Maschinenkette eingesetzten landtechnischen Arbeitsmittel bestimmt, zumindest wenn man die arbeitsbedingte Erholungszeit  $T_3$  als Normativ einhält. Für diesen Fall kann die realisierte Verfahrenskapazität auf die Zeit  $T_{04}$  bezogen werden.

Für eine dreigliedrige Maschinenkette (z. B. Welkguternte) gilt [2]:

$$\dot{m}(T_{04}) = n \cdot \dot{m}(T_{02}) \prod_{i=1}^3 V_i;$$

$\dot{m}(T_{02})$  technologische Maschinenkapazität in  
ha/h( $T_{02}$ ), t/h( $T_{02}$ )

$V_i$  technologische Verfügbarkeit der Maschinengruppe.

Wenn nun das Produkt  $n \cdot \dot{m}(T_{02})$  als Konstante unterstellt wird, findet das Zusammenwirken der Maschinengruppen in der multiplikativen Verknüpfung der Verfügbarkeit seinen Ausdruck.

Schlußfolgernd lassen sich folgende Feststellungen treffen:

- Bei allen Betrachtungen — auch bei Überlegungen der Auswirkungen der Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel — sollten nicht Einzelmaschinen isoliert, sondern die verketteten Funktionssysteme, also Maschinenketten, berücksichtigt werden. Die Tafeln 1 und 2 zeigen die Anteile des Aufwands an lebendiger Arbeit und an Verfahrenskosten bei den Verfahren der Welkguternte und -silierung sowie der Zuckerrübenenernte. Daraus wird sichtbar, daß beim Aufwand an lebendiger Arbeit der Anteil für die Prozesse des Transports und der Einlagerung bei der Futterernte etwa 75 % und bei der Zuckerrübenenernte 50 bis

80 % beträgt. Bei den Verfahrenskosten sind die entsprechenden Anteile etwas geringer. Bei der Futterernte liegen sie bei etwa 60 % bei der Zuckerrübenenernte zwischen 40 % und 55 %.

- Die steigenden Maschinenkapazitäten der die Verfahren bestimmenden Maschinengruppen (z. B. KS-6, E 280, E 516 und K 453) erhöhen die Verantwortung der arbeitenden Menschen für die volle Ausschöpfung des konstruktiv vorgegebenen Potentials. Das gilt für die Leiter hinsichtlich Vorbereitung und Leitung der Prozesse gleichermaßen wie für die Mechanisatoren bezüglich der Einhaltung einer straffen technologischen Disziplin.
- Diese Entwicklung insgesamt erhöht die Bedeutung der Gestaltung und Organisation der Haupt- und Hilfsprozesse für den Maschinennutzer sowie für den Instandhalter.

## Analyse der gegenwärtigen produktiven Ausnutzung der Maschineneinsatzzeit

An der Sektion Landtechnik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock vorliegende Untersuchungsergebnisse zeigen für leistungsbestimmende Maschinen die produktiven und unproduktiven Zeitanteile (Tafel 3). Dabei wird u. a. deutlich, daß nur etwa 60 bis 80 % der planmäßig nutzbaren Einsatzzeit („Feldarbeitszeit“) produktiver Anteil sind. Bei den unproduktiven Anteilen sind im allgemeinen die durch die leistungsbestimmenden Maschinen verursachten von Bedeutung. Das sind vor allem technisch bedingte Störzeiten. Zu bedenken ist dabei, daß diese Zahlen jeweils nur die Auswirkungen in der ersten Maschinengruppe widerspiegeln. Die technisch bedingten Störzeiten pflanzen sich als Stillstandszeiten in den nachfolgenden verketteten Maschinengruppen fort. Dadurch wird der kontinuierliche Prozeßablauf gestört. Insgesamt wird also die Verantwortung deutlich, die das Instandhaltungswesen für die Erhöhung der Verfügbarkeit trägt.

## Ergebnisse einer Erhöhung der Verfügbarkeit

Wenn nun, ausgehend von den bisherigen Darlegungen, mögliche Auswirkungen einer Steigerung der Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel erläutert werden, dann sind daraus Schlußfolgerungen von allen für den Hilfsprozeß Instandhaltung Verantwortlichen zu ziehen, von den VEB LIW und KfL bis zu den technischen Bereichen in den LPG (P) und VEG (P).

In den Bildern 1 und 2 werden für die Welkguternte (E 280, Transport mit Lkw, Horizontal-silo) Auswirkungen unterschiedlicher Verfügbarkeit des Feldhäckslers E 280 gezeigt. Die Ergebnisse wurden von Ludley [7] auf der Grundlage von gemessenen Daten durch Simulationsrechnungen von Welkguternteverfahren bei differenzierten Bedingungen erarbeitet. Folgendes ist zu erkennen:

- Die Verfahrenskapazität steigt, und zwar bei Sicherung  $V = 0,85$  gegenüber  $V = 0,75$  um  $\dot{m}(T_{04}) = 10$  t/h ( $\triangleq 14$  %).