

Bild 1. Beispiel der Darstellung der Prozeßeigenschaften:
 1 Vergleich der Istwerte mit dem Gütemaß
 2 Vergleich der Planwerte mit dem Gütemaß
 3 Vergleich der Istwerte mit der Weltspitzenleistung
 4 Vergleich des Gütemaßes mit der Weltspitzenleistung

liche Zielstellungen enthalten kann. Deshalb ist es notwendig, die geplanten Werte mit den Bestwerten oder Weltspitzenleistungen zu vergleichen.

2.4. Vergleich des konkreten Prozesses mit den Bestwerten

Nachdem festgestellt wurde, wie Plan- und Istwerte miteinander übereinstimmen, ist eine Aussage zum Niveau der Produktion von Interesse. Als Vergleichsbasis für die Istwerte können unterschiedliche Kennzahlen herangezogen werden:

- Weltspitzenwert
 Aus der Literatur sind einschlägige Werte zu entnehmen. Leider werden die Produktionsvoraussetzungen oft nicht näher bekannt gegeben. Deshalb ist dieser Maßstab ungenau und mehr von theoretischer Bedeutung.
 - Gütemaß, das unter Berücksichtigung des in der DDR vorhandenen genetischen Potentials, der Futterbasis und der Haltungsbedingungen durch eine Reihe von Spezialisten empfohlen wird
 - Istwerte des besten Betriebs in der DDR.
- Der Vergleich der Plan- und Istwerte mit den genannten Bestwerten läßt Schlüsse auf das Niveau der Produktion zu, nach Bild 1 z. B. zwischen
- Weltspitzenwert und Planwert eines bestimmten Betriebs
 - Gütemaß der DDR und Planwert eines bestimmten Betriebs
 - DDR-Bestwerten und Planwert eines bestimmten Betriebs
 - Planwert und Istwert (Planerfüllung).

Im Ergebnis des Vergleichs können Schlußfolgerungen für die Veränderung von Prozeß-

voraussetzungen und -führung oder eine Ursachenforschung, d. h. eine technologische Analyse zur Aufklärung der Niveaumängel, eingeleitet werden. Nach der Analyse des biologischen Prozesses muß auch der Arbeitsprozeß detailliert untersucht werden.

3. Analyse des Arbeitsprozesses

Den Arbeitsprozeß kann man schematisch als Regelkreis betrachten, der entsprechend seiner Vielfalt in Teilprozesse untergliedert werden muß.

Zunächst werden die Teilprozesse einzeln untersucht. Dabei wird jeder produktionstechnische Einzelvorgang in der Reihenfolge des technologischen Fließbildes analysiert.

Eine weiterreichende Untergliederung wird aus Gründen des Arbeitsaufwands nur im Bedarfsfall vorgenommen.

Zu jedem produktionstechnischen Einzelvorgang werden im Sinne einer Prozeßanalyse folgende Schwerpunkte untersucht:

- Auswertung der neuesten Erkenntnisse des wissenschaftlich-technischen Fortschritts mit dem Ziel, u. U. eine neue Prozeßgestaltung vorzunehmen
- Untersuchung des Arbeitsgegenstands hinsichtlich Masse, Qualität, Qualitätsminderungen, Verlusten und Umweltbelastungen
 Nach Möglichkeit werden Vorschläge zur Einsparung des betreffenden Arbeitsgegenstands formuliert.
- Analyse des Arbeitsmitteleinsatzes
 Durch die technologische Analyse werden die Auslastung und Ausnutzung der Arbeitsmittel, die Erfüllung der Qualitätsnormen, die Zuverlässigkeit, der Aufwand an Hilfsstoffen, der Instandhaltungsaufwand, die Bedienbarkeit und die Umweltbelastung

untersucht. Dabei werden Mechanisierungslücken erfaßt und entsprechende Aufträge zu deren Schließung an die Neuererkollektive vergeben.

— technologische Analyse der lebendigen Arbeit

Die technologische Analyse befaßt sich mit folgenden Punkten:

- Ausnutzung der Arbeitszeit
- Termintreue
- Qualität der Arbeit
- Arbeitsbedingungen
- Möglichkeiten zur Einsparung lebendiger Arbeit.

— Untersuchung der Prozeßeigenschaften mit den Hauptpunkten Störhäufigkeit, Störursachen und Prozeßstabilität.

Die Ergebnisse der Analyse der Teilprozesse werden zu einer Einschätzung des gesamten Arbeitsprozesses zusammengestellt.

4. Umsetzung der Analyseergebnisse in der Praxis

In der technologischen Analyse werden Ursachen festgestellt, Zusammenhänge untersucht und Vorschläge zur Rationalisierung für konkrete Verhältnisse erarbeitet. Damit geht die technologische Analyse weit über die Möglichkeiten der vergleichenden Methoden hinaus und schafft einen unmittelbaren praktischen Nutzen. Die große Anzahl der anfallenden Rationalisierungsvorschläge kann man in vier Rationalisierungsgruppen unterteilen:

- Sofortmaßnahmen
- Maßnahmen für das folgende Planjahr
- Maßnahmen im Rahmen des Perspektivplans
- Hinweise für die Forschung und Entwicklung.

5. Schlußfolgerungen

Bei der Erarbeitung der Methodik der technologischen Analyse gibt es noch viele ungeklärte Probleme, z. B. die Bewertung und Vergleichbarmachung des Aufwands an vergegenständlicher Arbeit oder die Festlegung eines Gütemaßes für den notwendigen (möglichen) gesellschaftlichen Aufwand je Produktionseinheit. Nach Ansicht des Verfassers sollten die Forschungskapazität und die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf diesem Gebiet verstärkt werden.

Literatur

- [1] Müller, G.; Friedrich, L.: Stabilität und Zuverlässigkeit von Fertigungsprozessen. Berlin: VEB Verlag Technik 1977. A 2505

Grundlagen für die technologische Arbeit in der operativen Instandsetzung von Maschinen der Pflanzenproduktion

Dr.-Ing. U. Scharf, KDT/Dipl.-Agr.-Ing. G. Stegemann, KDT

1. Problemstellung

Instandsetzungsprozesse als Teil des Produktionsprozesses haben Hilfsfunktionen: sie erhalten und sichern die Produktion und haben nur mittelbar Anteil an der Herstellung von Erzeugnissen. Eine solche Einordnung und Wertung läßt jedoch das Wesen der Instandsetzung und ihre volkswirtschaftliche Relevanz

unberücksichtigt. Die Objektvielfalt, der Schädigungszustand sowie die besonderen Forderungen nach Intensität, Stabilität und Qualität unterstreichen die Bedeutung der Instandsetzungsprozesse als anspruchsvolle Aufgabe in der Praxis und in der wissenschaftlichen Bearbeitung. Unter den Bedingungen eines hohen Mechanisierungsgrades in allen Wirt-

schaftsbereichen nehmen die Instandsetzungsprozesse bei steigenden Anforderungen an die Ausnutzung des Arbeitszeitfonds eine zunehmend entscheidende Position ein. In diesem Bereich sind seit Jahren ein erheblicher Zuwachs an Arbeitskräften, der Einsatz vielfältiger Ausrüstungen und Werkstoffe sowie ein Erweitern der eingesetzten wissenschaft-

lichen Potenzen zum Lösen Instandsetzungs- theoretischer Fragen festzustellen.

Instandsetzungsprozesse treten im wesentlichen in zwei Formen in Erscheinung. Maschinen und Baugruppen, die nach einem starren Zyklus oder nach Überprüfung instand gesetzt werden, erfahren eine *geplante vorbeugende Instandsetzung*. Dieser Prozeß vollzieht sich in der Landtechnik der DDR bei einem definierten Instandsetzungsumfang sowie bei begrenztem Sortiment und mittleren Seriengrößen. Hierbei werden technologische Gesetze zuverlässig angewendet.

Der technisch bedingte Ausfall einer Maschine in der Nutzungszeit trägt stochastischen Charakter. Der Schaden ist jeweils von besonderer Art, der Leistungsumfang sehr differenziert, das Sortiment der instand zu setzenden Objekte kann bei Maschinensystemen bereits erheblich umfangreich sein. Auch bei weiterer Bearbeitung und verstärkter Durchsetzung der vorbeugenden Instandhaltung muß nach dem derzeitigen Erkenntnisstand mit derartigen Ausfällen gerechnet werden. So betragen die Zufallsschäden an landtechnischen Arbeitsmitteln in der Pflanzenproduktion je nach Maschinenart zwischen 35 und 60% der Gesamtmaschinen. Daraus leitet sich die Notwendigkeit ab, Schäden durch *operative Instandsetzungsmaßnahmen* zu beseitigen. Die Analyse, Gestaltung, Bemessung und Bewertung des technologischen Prozesses in der operativen Instandsetzung hinsichtlich hoher Effektivität und Qualität sollen im wesentlichen Betrachtungsgegenstand dieses Beitrags sein.

2. Analyse der praktischen und theoretischen Voraussetzungen und Zustände

Die volle Ausnutzung der technischen Möglichkeiten der Maschinen erfordert nach Tscherepanow [1] die ständige Vervollkommnung der Organisationsmethoden und der Technologie der Instandsetzung sowie die Erhöhung des technischen Standes der Instandsetzungseinrichtungen. Das gilt vor allem auch für den Prozeß der operativen Instandsetzung.

2.1. Leistungsanalyse

Die derzeitigen Leistungen im Bereich der operativen Instandsetzung, gemessen am Wert

und am Anteil der lebendigen Arbeit, bezogen auf die Gesamtinstandsetzungsleistung, sind von beträchtlichem Umfang, ohne daß die Effektivität einen vergleichbaren Stand zur planmäßigen Instandsetzung erreicht hat (Tafel 1).

2.2. Qualitätsanalyse

Die Instandsetzungsqualität der Maschinen wird in der Gesamtheit durch planmäßig vorbeugende und operative Instandsetzung bestimmt. Kennwerte für das Maß der erreichten Qualität sind die Verfügbarkeit und die mittlere ausfallfreie Zeit (mtbf). Mätzold und Ludley [3] verweisen in diesem Zusammenhang auf eine Intensivierung der technisch-organisatorischen Maßnahmen zur Verbesserung der Verfügbarkeit, um die planmäßig nutzbare Einsatzzeit maximal zu nutzen. Wird die mittlere ausfallfreie Zeit als Maßstab gewählt, so ist der Orientierungswert für das durch die Instandsetzung zu erreichende Qualitätsergebnis die fabrikneue Maschine unter vergleichbaren Einsatzbedingungen. Nach Untersuchungen an Mähdreschern E 512 liegt die mittlere ausfallfreie Zeit neuer Maschinen um 31% über der von instand gesetzten Maschinen [4].

2.3. Effektivität lebendiger Arbeit

Die durch die eingesetzten Instandsetzungs-kräfte vorhandene Arbeitszeit ist eine wertvolle Ressource im Instandsetzungsprozeß. Die instandsetzungsbedingte Stillstandszeit der Maschinen ist auch unter Beachtung des gegebenen Mechanisierungsniveaus noch unzulässig hoch, sie beträgt in der Landtechnik durchschnittlich 1,5 bis 3 h und hat eine Variationsbreite von 0,5 bis 30 h. Diese Tatsache geht einher mit einer noch unzureichenden Auslastung der Instandsetzungskräfte mit Instandsetzungsarbeiten. Nach Untersuchungen mehrerer Autoren beträgt die effektive Nutzung der verfügbaren Arbeitszeit bei der operativen Instandsetzung in mehreren Wirtschaftsbereichen zwischen 22 und 70% [4, 5, 6, 7, 8].

Die durchschnittliche tägliche Ausnutzung der Arbeitszeit der Instandsetzungskräfte in der operativen Instandsetzung der Landtechnik in quasistationären Instandsetzungseinrichtungen, am Beispiel von Getreide-, Futter- und Kartoffelerntemaschinen angegeben, unter-

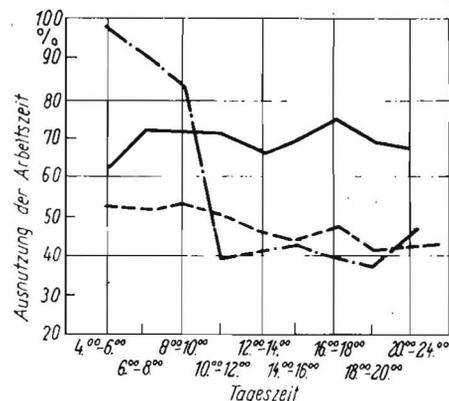


Bild 1. Durchschnittliche Ausnutzung der Arbeitszeit der Instandsetzungskräfte bei der technischen Komplexbetreuung durch Instandsetzungsarbeiten [5, 9];
 - · - · - E 512 (\bar{x} = 56,1%)
 - - - E 280 (\bar{x} = 48,2%)
 — E 665 und Varianten (\bar{x} = 69,2%)

streicht den gegenwärtigen Zustand (Bild 1). Ursachen dafür sind vorwiegend in einer unzureichenden Arbeitsvorbereitung, dem Fehlen der Normung des Arbeitszeitaufwands und einer begründeten Arbeitsteilung sowohl zwischen dem Maschinennutzer und Instandhalter als auch zwischen den unterschiedlichen Instandhaltungseinrichtungen zu sehen. Die Zuordnung der Anzahl der Arbeitskräfte mit technischer Grund- und Zusatzausbildung zu den zu realisierenden Instandsetzungsaufgaben kann nach einer vorliegenden Arbeitscharakteristik erfolgen. In der Praxis der Landtechnik wird diese Zuordnung meist empirisch vorgenommen.

Nach Scharf und Stegemann [5] ist bei etwa 90% der in der Komplexbetreuung eingesetzten Instandsetzungskräfte eine für diese Aufgabe notwendige technische Grundausbildung und bei etwa 37% eine Spezialausbildung realisiert. Eine Bemessung von Besetzungsnormativen für Instandsetzungskollektive auf der Grundlage der Arbeitscharakteristik (Schaden, Zugänglichkeit, Masse, Fertigungsmittel) ist derzeit in der Landtechnik noch nicht in Anwendung.

2.4. Einsatz von Fertigungsmitteln

Der Einsatz von Fertigungsmitteln in der operativen Instandsetzung ist ein wesentliches Element zum Verbessern der Instandsetzungsqualität, zum Senken des Arbeitszeitaufwands, zur Verminderung des Ersatzteilbedarfs und zum Verbessern der Arbeitsbedingungen. Nach Kund [10] ist allein durch den zweckmäßigen Einsatz von Werkzeugen eine Verminderung der Instandsetzungszeit um 10 bis 15% möglich. In anderen Untersuchungen bei der Getreideerntetechnik wird auf einen erheblichen Widerspruch zwischen dem technologisch begründeten Bedarf und den tatsächlich eingesetzten Fertigungsmitteln in der operativen Instandsetzung hingewiesen (Tafel 2).

2.5. Ort der Instandsetzung und Ausrüstung

Von entscheidendem Einfluß auf das Ergebnis einer operativen Instandsetzungsmaßnahme ist die Art und Ausstattung der Instandsetzungseinrichtung. Anwendung finden mobile, quasistationäre und stationäre Einrichtungen. Entscheidungen über den Ort der Schadensbeseitigung werden empirisch getroffen. Ökonomische Modelle und Grenzwerte für die Entscheidung sind in der Landtechnik nicht in

Tafel 1. Leistungen und Effektivität in der operativen Instandsetzung [2]

Leistung/Effektivität	operative Instandsetzung	planmäßig vorbeugende Instandsetzung
Anteil an der Gesamtinstandsetzungsleistung (wertmäßig)	% 34	66
Anteil der lebendigen Arbeit an der Gesamtinstandsetzungsleistung	% 53	47
Anteil der eingesetzten VbE an der planmäßig vorbeugenden Instandsetzung	% 111,2	100
Anteil der Warenproduktion an der planmäßig vorbeugenden Instandsetzung	% 46,2	100

Tafel 2. Einsatz von Fertigungsmitteln in der operativen Instandsetzung der Getreideerntetechnik [11]

Zielstellung für den Einsatz von Fertigungsmitteln	technologisch begründeter Bedarf für die operative Instandsetzung St.	in der operativen Instandsetzung eingesetzte Fertigungsmittel St.
Effektivitätssteigerung	23	10
Qualitätssicherung	13	7
verbesserte Arbeitsbedingungen	3	1

... häufig werden für die Schadensbeseitigung mobile bzw. quasistationäre Instandsetzungseinrichtungen eingesetzt. Sie existieren in mehreren Varianten und dienen allgemein dem Zweck der Stationierung der Ausrüstung, der Instandsetzung, der Lagerung von Einzelteilen und Baugruppen sowie dem Aufenthalt der Instandsetzungskräfte. Die Eignung für die Gesamtheit der Maßnahmen in der operativen Instandsetzung ist noch nicht zufriedenstellend. Nach Untersuchungen an mobilen und quasistationären Instandsetzungseinrichtungen ergibt sich folgende Eignung für die operative Instandsetzung [5]:

— gut geeignet	16 %
— geeignet	29 %
— ungeeignet	55 %

Der momentane wesentliche Mangel besteht darin, daß die Instandsetzungsmaßnahmen bei jeder Wittersituation ohne Witterungsschutz auszuführen sowie die Ausstattung mit Grund- und Zusatzausrüstungen nicht ausreichend sind.

Die dargelegten Untersuchungen charakterisieren die operative Instandsetzung als eine Instandsetzungsform, die einer wissenschaftlichen Bearbeitung zugänglich gemacht werden muß und einer gezielten Förderung in der Praxis bedarf.

3. Systematisierung der Aufgabe

Die technologische Vorbereitung als Summe aller Maßnahmen der Gestaltung des Instandsetzungsprozesses, der technologischen Planung und der technologischen Projektierung ist für die operative Instandsetzung der Landtechnik in relevanten Teilen durchzuführen. Gesetzmäßigkeiten des Prozesses stehen nicht zur Verfügung und werden demgemäß nicht nutzbar. Untersuchungsgegenstände sind deshalb:

- Schadenscharakteristik und optimaler Aufwand zur Schadensbeseitigung
- Schadenscharakteristik und günstigste Organisationsform zur Schadensbeseitigung
- Schaffen von Normativen für Zeitaufwand, Arbeitskräfteeinsatz und Fertigungsmittelbesatz
- Anwendung von Rahmentechnologien zur technologischen Planung und operativen Leitung des Instandsetzungsprozesses.

Die operative Instandsetzung als Maßnahme der kurzfristigen Wiederherstellung der Betriebstauglichkeit von im Einsatz befindlichen technischen Arbeitsmitteln [12] hat zwei wesentliche Forderungen zu erfüllen:

- Beseitigung des individuellen oder komplexen Schadens mit den geeigneten Arbeitskräften und Arbeitsmitteln, ohne eine vorbeugende Funktion zu erfüllen
- Behebung des Schadens unmittelbar nach Eintritt ohne organisatorisch bedingte Wartezeit.

Damit ist die operative Instandsetzung eindeutig von anderen Instandsetzungsformen, wie Teilinstandsetzung oder Kampagnefestinstandsetzung, abgegrenzt. Die operative Instandsetzung ist nicht planmäßig im Sinne vorbegeplannter vorbeugender Maßnahmen, sie erfordert jedoch Anspruch auf Planbarkeit ihrer Leistungen. Die Aufgabe ist unter folgenden Restriktionen zu lösen:

- Die betrachtete Maschinenkette ist inhomogen.
- Es existiert eine endliche Anzahl ähnlicher Elemente und Elementekombinationen mit einer endlichen Anzahl von Schadenszuständen.
- Die Anzahl der eingesetzten Instandsetzungskräfte ist begrenzt, ihre Qualifikation ist eindeutig definiert.
- Der Schaden ist ohne organisatorisch bedingte Wartezeit zu beheben.
- Fertigungsmittel und Ausrüstungen entsprechen den Standards der industriellen Produktion.
- Für das Schaffen technologischer Unterlagen gelten Prioritäten.
- Die Instandsetzungen werden durch mobile, quasistationäre und stationäre Einrichtungen realisiert.

Die Behandlung dieser Thematik wird in einem der nächsten Hefte der „agrartechnik“ fortgesetzt.

Literatur

- [1] Tscherepanow, S. S.: Vervollkommnung des Systems der Instandhaltung und Instandsetzung von Maschinen unter den Bedingungen der technischen Umrüstung in der UdSSR. agrartechnik 26 (1976) H. 6, S. 256—258.
- [2] Konzeption zur Entwicklung des einheitlichen Instandhaltungswesens der Land-, Forst- und

- Nahrungsgüterwirtschaft. Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR 1977 (unveröffentlicht).
- [3] Mätzold, G.; Ludley, H.: Zum Problem der technisch bedingten Störzeiten beim Maschineneinsatz in der Pflanzenproduktion. agrartechnik 27 (1977) H. 2, S. 53—55.
- [4] Scharf, U.: Beitrag zur Optimierung der operativen Instandsetzung von Maschinenketten in der Landtechnik. Universität Rostock, Dissertation 1975.
- [5] Scharf, U.; Stegemann, G.: Vergleichende Untersuchungen zur Technologie der operativen Instandsetzung ausgewählter landtechnischer Arbeitsmittel. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Studie 1977.
- [6] Mund, H.: Untersuchungen über den Anfall an Instandsetzarbeiten in Betriebswerkstätten sozialistischer Landwirtschaftsbetriebe. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1976.
- [7] Wamser, H.; Bawey, H.: Grundzüge der technologischen Arbeitsvorbereitung für laufende Reparaturen. Neue Bergbautechnik I (1971) H. 3, S. 206—208.
- [8] Lentschke, H.: Einige Entwicklungstendenzen in der Instandhaltung unter dem Aspekt der wissenschaftlich-technischen Revolution. Neue Bergbautechnik I (1971) H. 3, S. 183—187.
- [9] Stegemann, G.: Technologische Durchdringung der operativen Instandsetzungen von kampagneweise eingesetzten Maschinen der Pflanzenproduktion. Kurzreferat zum Kolloquium des Wissenschaftsbereichs Landtechnische Instandhaltung der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, 1978.
- [10] Kund, J.: Optimierung des Arbeitskräfteeinsatzes in der Instandhaltung. Leipzig: VEB Dt. Verlag für Grundstoffindustrie 1971.
- [11] Hellfritsch, E.; Cahnbley, W.: Die Anwendung moderner technischer Ausrüstungen bei der instandhaltungstechnischen Komplexbetreuung von Maschinen der Pflanzenproduktion durch operative Dienste. Vortrag zu den VI. FDJ-Studententagen der IH Berlin-Wartenberg, 1976.
- [12] TGL 22278/01 Terminologie der landtechnischen Instandhaltung: Grundbegriffe. Ausg. 9, 74.

A 2497

Zur Restnutzungsdauerprognose an Motoren 4 VD 14,5/12-1 SRW

Dipl.-Ing. W. Tilgner, KDT

1. Problemstellung

Das Problem der Restnutzungsdauerprognose ergibt sich aus der Forderung, an landtechnischen Arbeitsmitteln planmäßig Überprüfungen durchzuführen [1, 2], die eine sichere Aussage über die bei Baugruppen und Elementen im nachfolgenden Nutzungsdauerintervall (Zeit bis zur nächsten geplanten Überprüfung oder eine Kampagne) noch vorhandene Abnutzungsreserve einschließen.

Aus dem Vergleich des Diagnosebefunds mit einer definierten Schädigungsgrenze können eine Prognose über die zum Diagnosezeitpunkt vorhandene Restnutzungsdauer abgeleitet werden. Neben der Diagnosebefund bewertet werden. Neben dem Bestimmen des Schädigungs-

zustands der betrachteten Baugruppen und Elemente landtechnischer Arbeitsmittel — von besonderer Bedeutung sind hier die Verbrennungsmotoren — durch diagnostische Maßnahmen sind die Kenntnis des Abnutzungsverhaltens und einer definierten Schädigungsgrenze wesentliche Voraussetzungen [3]. Nach Erfüllung dieser Voraussetzungen ist durch Extrapolation eine Prognose des zukünftigen Abnutzungsverlaufs möglich (Bild 1). Aus der Differenz zwischen extrapoliertem Ausfallzeitpunkt und Überprüfungstermin kann die Restnutzungsdauer T_R errechnet werden. Im nachfolgenden Beitrag wird über Untersuchungen zum Abnutzungsverhalten von Motoren 4VD 14,5/12-1 SRW informiert und

eine praktikable grafische Prognosemethode vorgestellt. Diese Prognosemethode wird gegenwärtig in VEB Kreisbetrieb für Landtechnik erprobt. Die Veröffentlichung von Ergebnissen dieser Erprobung ist in weiteren Beiträgen dieser Zeitschrift vorgesehen. Durch die Anwendung der Instandhaltungsmethode nach Überprüfungen — die Restnutzungsdauerprognose ist eine notwendige Voraussetzung dafür — werden Material und Energie eingespart bzw. sinnvoll angewendet.

2. Erfassung des Abnutzungsverhaltens

Obwohl bereits seit dem Jahr 1960 in den VEB Kreisbetrieb für Landtechnik Prüfgruppen bestehen und in Maschinen der Pflanzenproduk-