

Planmäßige Instandhaltung erhöht die Wirtschaftlichkeit

Vor knapp einem Jahr verstarb Prof. Dr.-Ing. KARL NITSCHKE, den man mit Fug und Recht den Nestor des landtechnischen Instandhaltungswesens in der DDR nennen kann. Seine Verdienste in dieser Hinsicht wurden an dieser Stelle bereits gewürdigt. Im vorliegenden Heft veröffentlichen nun einige seiner Schüler (S. 391 bis 415 und S. 419) Ergebnisse ihrer Forschungsarbeiten, die sie ihrem Lehrer gewidmet haben.

Wir glauben, daß wir es dem stets aufs engste mit der Praxis verbunden gewesenen Hochschullehrer Prof. Dr.-Ing. NITSCHKE schuldig sind, hierzu noch eine weitere Vorbemerkung machen zu müssen. Wir sind weit davon entfernt, die Bedeutung der Grundlagenforschung für die weitere Entwicklung des Instandhaltungswesens zu verkennen. Jedoch bedauern wir, in diesem Komplex zum Heftschwerpunkt Instandhaltung, nicht noch mehr fundierte und wissenschaftlich begründete Hinweise für die Lösung aktueller Tagesfragen in der Praxis vermitteln zu können. Es gibt leider noch zu wenig Unterlagen über die Organisation eines kooperativ genutzten Pflegestützpunktes, über Kostenerfassung und -auswertung u. ä.; Meinungen, Erfahrungen und Lösungsvorschläge unserer Leser hierzu würden wir gern veröffentlichen; einschlägige Zuschriften sind deshalb willkommen.

Die Redaktion A 8465

Prof. Dr.-Ing. habil. CHR. EICHLER, Direktor der Sektion Landtechnik an der Universität Rostock

Probleme der Modellierung von Instandhaltungsprozessen¹

1. Notwendigkeit des Modellierens von Instandhaltungsprozessen

Mit der sozialistischen Rationalisierung sowie der weiteren Mechanisierung und Teilautomatisierung entstehen unter anderem eine große Zahl hochproduktiver technischer Arbeitsmittel. Diese sind durch eine zunehmende Kompliziertheit gekennzeichnet. An die Zuverlässigkeit dieser technischen Arbeitsmittel werden wegen der hohen Produktivität und der damit verbundenen großen Verluste bei Ausfällen höchste Anforderungen gestellt. Andererseits ist mit zunehmendem Anwachsen des Kompliziertheitsgrades von technischen Arbeitsmitteln in vielen Fällen ein relatives Absinken der Zuverlässigkeit verbunden.

Das hohe Entwicklungstempo des technischen Fortschritts führt zu einem schnellen Veralten von technischen Arbeitsmitteln. Diese Tatsache veranlaßt den Maschinennutzer zu einer hohen Ausnutzung, um möglichst innerhalb des Veraltungszeitraums die technischen Arbeitsmittel abzuschreiben. Er ist folglich daran interessiert, Ausfälle der technischen Arbeitsmittel weitgehend zu vermeiden. Damit kommt dem Erhalt der Betriebsstauglichkeit technischer Arbeitsmittel besondere Bedeutung zu.

Die Erhaltung technischer Arbeitsmittel ist ein komplexes System von ideologischen, technischen, technologischen und organisatorischen Problemen. /1/ /2/ Diese treten gleichermaßen im Bereich von Konstruktion/Fertigung, Instandhaltung und Betrieb auf. So wird beispielsweise im Bereich der Konstruktion die Grundvoraussetzung für das Schädigungsverhalten von technischen Arbeitsmitteln geschaffen, das aber in den Bereichen Einsatz und Instandhaltung durch verschiedene Maßnahmen, wie richtige Bedienung, Pflege u. a. m., wesentlich beeinflusst werden kann.

Die Komplexität kommt auch in der Verfügbarkeitsproblematik zum Ausdruck. WEBER und RHODE /3/ /4/ weisen nach, daß Minderungen der Verfügbarkeit, vor allem bei Maschinenketten kostenintensive Folgen haben und daß man Verfügbarkeit sowohl „konstruieren“ als auch „organisieren“ kann. Auf den Erhaltungsprozeß, der hier von der Ausarbeitung der agrotechnischen Forderungen bis zur Verschrottung reichend betrachtet werden soll, wirken eine Vielzahl von Einflüssen, die meist stochastischen und teilweise auch einander widersprechenden Charakter haben. So ist ein Vergrößern der Verschleißfestigkeit mit teilweise erheblichen Erhöhungen der Herstellungskosten verbunden /5/ /6/. Die Stochastik in den Einflußfaktoren auf den Verschleiß

bringt es mit sich, daß bei Grenznutzungsdauern landtechnischer Arbeitsmittel mit Variationskoeffizienten von 0,2 bis 0,4 gerechnet werden muß /7/.

Aus einem Grundanliegen der politischen Ökonomie des Sozialismus, die Produktion mit minimalen Selbstkosten durchzuführen, und den angedeuteten Zusammenhängen läßt sich die Zielfunktion für den Betrieb technischer Arbeitsmittel ableiten. Die Summe der auf die Leistungseinheit bezogenen Aufwendungen für Konstruktion/Herstellung, Einsatz und Instandhaltung während der gesamten konstruktiven Nutzungsdauer muß einem Minimum zustreben /8/.

Die zunehmende Verflechtung von Konstruktion, Instandhaltung und Einsatz erfordert eine exakte Untersuchung der Beziehungen zwischen diesen Bereichen, ein Berücksichtigen zumindest der wesentlichen Einflußfaktoren unabhängig von Ort und Zeitpunkt ihres Auftretens, ein wissenschaftliches Durchdringen und bewußtes Ausnutzen objektiver Gesetzmäßigkeiten bei Leitungsentscheidungen im Erhaltungsprozeß.

Der von den marxistisch-leninistischen Organisationswissenschaften dazu gewiesene Weg ist die Modellierung.

Der damit erreichbare Nutzen ist erheblich, wenn er auch infolge des komplizierten und komplexen Charakters der Problematik nur schwer angegeben werden kann. GALPERIN /9/, BUSMANN-MERTENS /10/, SELIVANOV /11/ und andere geben an, daß durch die Modellierung von Instandhaltungsprozessen, sicherlich ohne dabei die Vorteile des optimierten Schädigungsverhaltens mit zu erfassen, Kosteneinsparungen bis zu 30 % möglich sind.

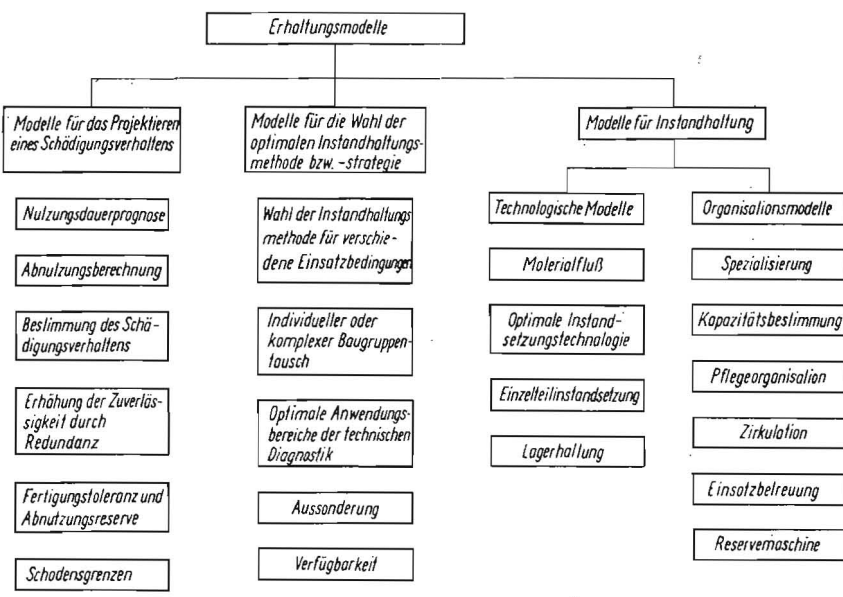
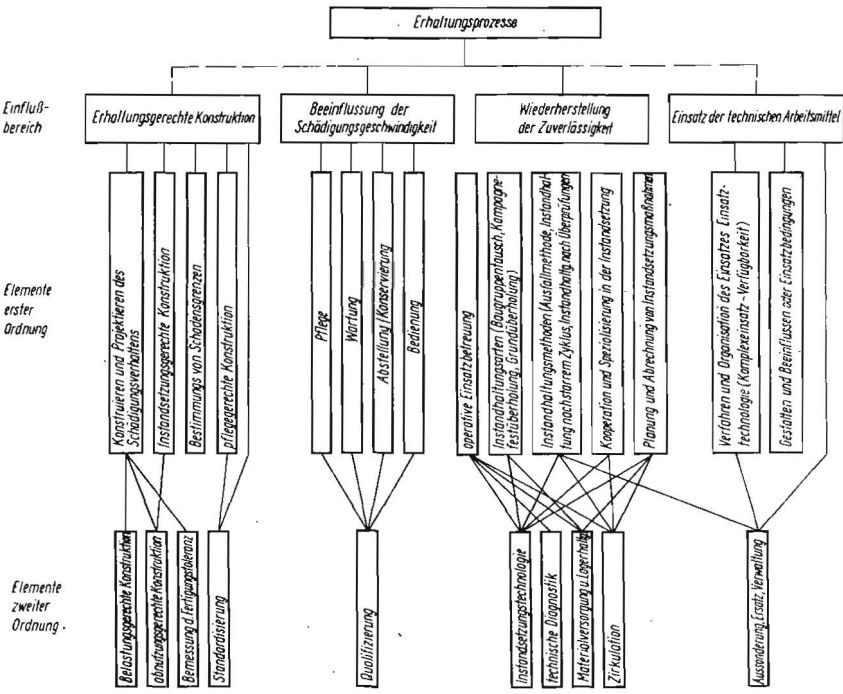
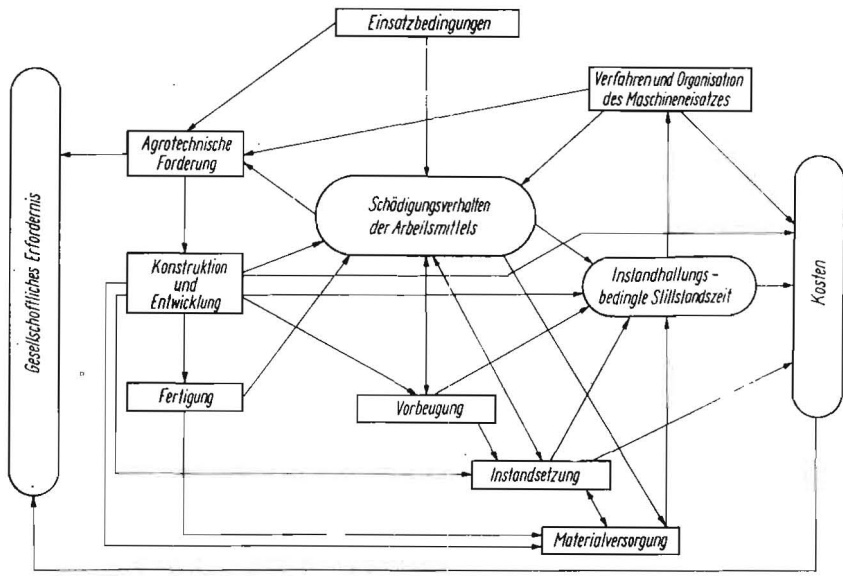
Obwohl bereits heute eine Reihe von sehr wertvollen Arbeiten — zum Beispiel von KREMP /5/ und MODRA /6/ — speziell für landtechnische Arbeitsmittel vorliegen, in der Literatur viele teilweise übertragbare Modelle /12/ /13/ /14/ /15/ /16/ /17/ beschrieben sind und in der Forschung an diesen Fragen gearbeitet wird, erscheint es wegen des komplexen Charakters der Problematik erforderlich, auf diese Fragen einzugehen.

2. Bedingungen an die Modellierung von Instandhaltungsprozessen

An das Modellieren von Instandhaltungsprozessen muß, um eine praktische Anwendbarkeit zu gewährleisten, eine Reihe von Bedingungen gestellt werden. In Anlehnung an SCHLEGEL /18/ seien dafür die wichtigsten Grundsätze genannt:

— Der Hauptprozeß „landwirtschaftliche Produktion“ und die Hilfsprozesse „Konstruktion/Herstellung“ sowie „Instandhaltung“ müssen als dialektische Einheit aufgefaßt wer-

¹ Vortrag anlässlich der wissenschaftlichen Tagung 1971 der Sektion Landtechnik der Universität Rostock



den. Dabei ist von dem Grundsatz auszugehen, daß diese Hilfsprozesse so zu organisieren sind, daß der Hauptprozeß durch die Schädigung nicht mehr als unvermeidbar behindert wird.

- Der Schädigungsvorgang ist der Ausgangsprozess, auf den das Betrachten von Erhaltungsvorgängen aufbauen muß (Bild 1). Die Instandhaltung ist gewissermaßen die Antwortreaktion auf die Schädigung.
- Die Instandhaltung ist eine Teilform der Reproduktion. Die Modelle müssen also die Vorbeugungs- und Ersatzprozesse einschließen.
- Das für die Erhaltung von technischen Arbeitsmitteln zu schaffende Modellsystem muß sich sowohl in das System der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft als auch in die Einheitssysteme Maschinenbau und Bau eingliedern.
- Die Modelle müssen in starkem Maße mit Primärdaten auskommen, die unter den Bedingungen des praktischen landwirtschaftlichen Betriebes ermittelbar sind. Dies ist wegen des stochastischen Charakters der Schädigung und wegen der deshalb für die Primärdatenermittlung erforderlichen großen Stichproben notwendig.

3. Das System der Erhaltungsmodelle
Die Elemente des Erhaltungsprozesses können in drei Gruppen zusammengefaßt werden (Bild 2):

- Konstruktion/Projektierung und Herstellung des Schädigungsverhaltens
- Beeinflussung der Abnutzungsgeschwindigkeit
- Wiederherstellung der Betriebstauglichkeit (vorbeugend und operativ).

IHLE /2/ zeigt die Beziehungen zwischen diesen Elementen. Wegen der Vielfalt und der Kompliziertheit der in den Modellen darzustellenden Beziehungen zwischen diesen Elementen und aus einer Reihe noch zu besprechender Gründe ist es gegenwärtig nicht zweckmäßig, das Gesamtproblem der Erhaltung in einem Modell darzustellen.

Wegen der Vielfalt der Wirkungen würde dieses Modell sehr kompliziert und mit verfügbaren Rechnern nicht beherrschbar werden. Ein Teil der dann erforderlichen Primärdaten ist heute praktisch nicht beschaffbar. Da es in den nächsten 20 bis 25 Jahren nicht möglich sein wird, den Schädigungsvorgang mit hinreichender Genauigkeit vorauszuberechnen, bleiben für das Projektieren eines optimalen Ausfallverhaltens nur adaptive Verfahren.

Bild 1. Verflechtung von Konstruktion, Einsatz und Instandhaltung

Bild 2. Elemente des Erhaltungsprozesses

Bild 3. Erhaltungsmodelle

Letzteres führt jedoch zu langen Entwicklungszeiten. Es ist deshalb zur Zeit zweckmäßiger, ein aus Teilmodellen bestehendes System zu schaffen (Bild 3). Entsprechend dem jeweiligen Stand der Erkenntnis hinsichtlich Lösbarkeit der Modellierungsaufgabe, volkswirtschaftlicher Notwendigkeit, ökonomischem Nutzen des Modells und verfügbarer Kapazität zur Bearbeitung des Problems kann mit dem Lösen und praktischen Anwenden von Teilmodellen begonnen werden.

Damit ist das Gesetz der Ökonomie der Zeit maximal nutzbar, indem gleichzeitig der Praxis anwendbare Teilmodelle zur Verfügung gestellt werden und kontinuierlich an der Lösung des Gesamtpblems gearbeitet wird. Dieser Weg wird zur Zeit in der Instandhaltungsforschung beschrieben, indem Teilmodelle, wie Verfahren zum Festlegen von Schadensgrenzen, Untersuchungen über den optimalen Aufwand für die technische Diagnostik u. a. m., geschaffen und gleichzeitig die Arbeiten am Gesamtmodell fortgesetzt werden. Eine wichtige Voraussetzung für die Entscheidung über die zu bearbeitenden Teilmodelle ist eine Analyse des Erhaltungprozesses /2/. Ein systematisches Untersuchen der möglichen Instandhaltungsmethoden ist hierbei von Vorteil /6/ /19/. Bild 4 zeigt eine Übersicht über Instandhaltungsmodelle, die in Anlehnung an BUSMANN-MERTENS /10/ für landtechnische Arbeitsmittel abgeleitet wurde. Dieser Gliederung liegen folgende Gesichtspunkte zugrunde:

- Sicherheit gegen Maschinenausfälle
- Kenntnis des Schädigungszustands
- zeitlicher Abstand der Instandhaltungsmaßnahmen
- technische, wirtschaftliche und stochastische Abhängigkeit der Elemente untereinander
- Zahl der definierten Maschinenzustände.

Es wird vorgeschlagen, das Modellierungsproblem der Erhaltung schrittweise zu lösen. Dabei werden, ausgehend von der durch IHLE /2/ eingeführten Gliederung des Gesamtsystems, Teilprobleme bearbeitet und eine Gliederung in

- Modelle zum Projektieren eines optimalen Schädigungsverhaltens mit gleichzeitigem Erarbeiten der optimalen Instandhaltungsmethode
- Modelle für das Bestimmen der optimalen Instandhaltungsmethode bei vorgegebenem Schädigungsverhalten

empfohlen. Wenn die zweitgenannte Modellgruppe auch prinzipiell aus der ersteren abgeleitet werden kann, so hat diese Teilung doch ihre Berechtigung.

Die Modelle der ersten Gruppe können praktisch erst für Maschinen der zweiten oder dritten Maschinengeneration zur Anwendung kommen.

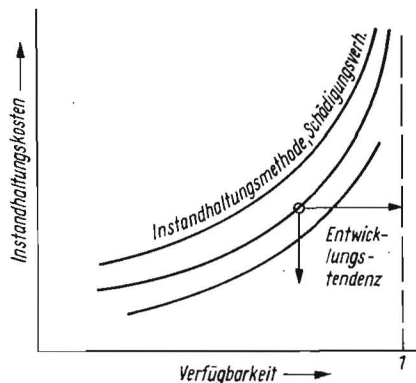
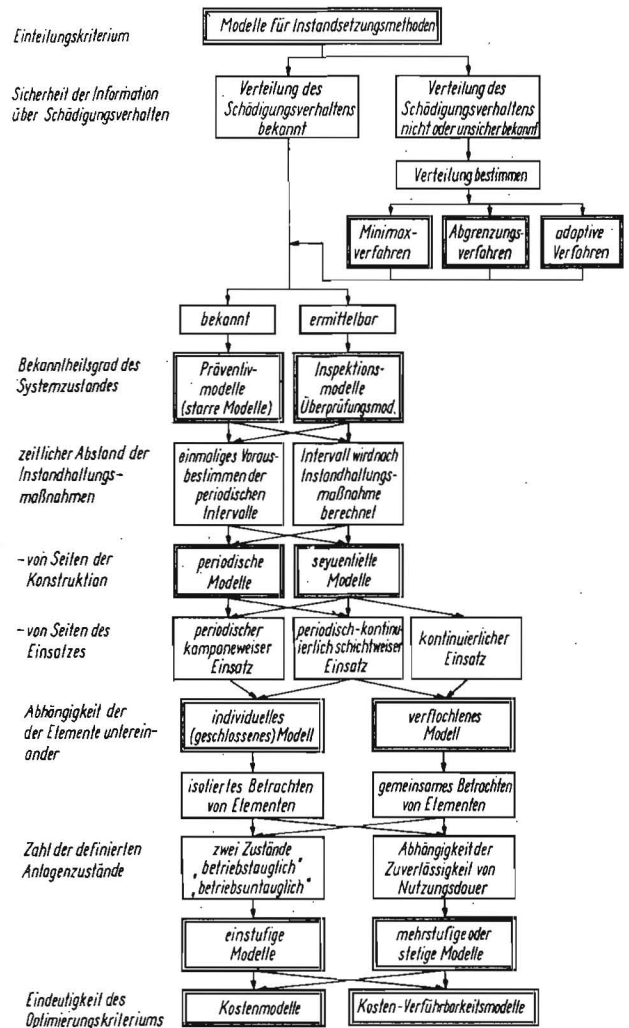
Bereits jetzt wird aber die Frage nach der optimalen Instandhaltungsmethode für vorhandene oder in Zukunft zuzuführende Maschinen mit Recht gestellt, deshalb ist die Gruppe zwei ebenso zu bearbeiten.

Die Aufgliederung des Gesamtmodells in Teilmodelle ist außerdem zweckmäßig, da eine Vielzahl von Voruntersuchungen notwendig ist, um das Gesamtmodell wirksam bearbeiten zu können. Hier sei nur an die Frage der Ver-

fügbare erinnert. Es ist sehr wichtig zu wissen, wie die Verfügbarkeit die Wirtschaftlichkeit von Maschinenketten beeinflusst und welche Primär- und Sekundärverluste im landwirtschaftlichen Betrieb eintreten, wenn die Verfügbarkeit um einen bestimmten Betrag absinkt.

4. Optimierungskriterien

Zielfunktionen zum Modellieren von Instandhaltungsprozessen müssen sich auf die Zielfunktion des Maschinenverhal-



5 Bild 4 Modelle für Instandhaltungsmethoden in Anlehnung an MERTENS

Bild 5 Abhängigkeit der Instandhaltungskosten von der Verfügbarkeit (Schema)

Bild 6 Optimierungskriterien

Wert	Gebrauchswert		
	Maximum	Minimum Garantie	Optimum Ergebnis
Minimum	unmöglich	unmöglich	möglich
Optimum (Ergebnis)	möglich	möglich	möglich
maximal zulässige (Garantie)	unmöglich	unmöglich	möglich

Optimierungskriterium		Instandhaltungsmethode
Kosten	Verfügbarkeit	
Optimum	Maximum	Ausfallmethode
Optimum	Minimum	Instandhaltung nach starrem Zyklus mit Gewährleistung einer bestimmten Zuverlässigkeit
		Instandhaltung nach Überprüfungen mit Gewährleistung einer bestimmten Zuverlässigkeit
		Instandhaltung nach laufenden Überprüfungen
Minimum	Optimum	Instandhaltung nach starrem Zyklus mit ökonomisch festgelegter Nutzungsdauer
Optimum	Optimum	Instandhaltung nach Überprüfungen mit periodisch-komplettbedingten festgelegten Überprüfungsintervallen

Bild 7. Anwendungsbereiche von Optimierungskriterien

tens reduzieren lassen. Auch wenn Teilsysteme modelliert werden, muß das maximale Erfüllen aller Forderungen des Gesamtsystems angestrebt werden.

Das der Modellierung zugrunde zu legende Optimierungskriterium muß drei Grundbedingungen erfüllen /18/:

- Eindeutigkeit
- Anstreben eines Extremwertes
- Gleichzeitiges Berücksichtigen der Wert- und Gebrauchswertseite.

Es ist günstig, als einziges Kriterium für die Optimierung die Kosten zu wählen. Damit werden die Modelle wesentlich vereinfacht /5/ /6/. Das setzt jedoch voraus, daß sich auch die Gebrauchswertseite kostenmäßig darstellen läßt.

Bei landtechnischen Arbeitsmitteln kann, ausgehend von KÜHLER /20/, WEBER /3/ u. a., der Gebrauchswert in der Verfügbarkeit dargestellt werden, wenn dabei die Betriebs-tauglichkeit nach TGL 80-22278 als Fähigkeit, die Funktion innerhalb der Grenzen zulässiger Abweichungen auszuführen, betrachtet wird.

Das Komplement der Verfügbarkeit, die Nichtverfügbarkeit ist ein Maß für die infolge funktioneller und instandhaltungstechnischer Stillstandszeiten eingetretenen Verluste. Der Wert einer Einheit Nichtverfügbarkeit ist entsprechend der Maschinenkettenlänge, der Maschinenkettenbreite, der Arbeitsart u. a. m. sehr unterschiedlich. Er läßt sich wegen der Vielfalt landwirtschaftlicher Einflüsse stochastischen Charakters zur Zeit nicht genau bestimmen. Deshalb ist es in vielen Fällen nicht möglich, die Gebrauchswertseite in den Kosten auszudrücken. Notwendig sind Untersuchungen darüber, welche wertmäßigen Ausfälle je Einheit Nichtverfügbarkeit in Abhängigkeit von den landwirtschaftlich-technologischen Bedingungen entstehen. Ferner sei darauf hingewiesen, daß

Schädigungsart	Verteilungsfunktion
Verschleiß	Normalverteilung
	Weibullverteilung
Korrosion	Normalverteilung
Ermüdung	Log.-Normalverteilung
	Weibullverteilung
reine Zufallausfälle (Bedienungsfehler Überlastung u.a.m.)	Exponentialverteilung
Frühausfälle	Log.-Normalverteilung
Mischschädigung	Normalverteilung
	Weibullverteilung
	Exponentialverteilung

auch zwischen Instandhaltungskosten und Verfügbarkeit z. Z. leider nicht quantifizierbare Beziehungen bestehen (Bild 5). Bei der praktischen Modellierung von Instandhaltungsprozessen muß deshalb solange mit den beiden Optimierungskriterien „Kosten“ und „Verfügbarkeit“ gearbeitet werden, bis sich die Verfügbarkeit bewerten läßt.

Entsprechend den dialektischen Beziehungen zwischen Haupt- und Hilfsprozessen gelten verschiedene Kombinationen von Kosten und Verfügbarkeit (Bild 6). Zugrunde liegen dabei die in /1/ unterschiedenen Instandhaltungsmethoden und die Tatsache, daß bestimmte Instandhaltungsmethoden bei Minimierung des einen Optimierungskriteriums ein bestimmtes Ergebnis für das andere Optimierungskriterium bedingen. So ermöglicht die Instandhaltungsmethode nach starrem Zyklus bei ökonomisch festgelegter Nutzungsdauer zwar das Minimum der Instandhaltungskosten, ergibt aber einen bestimmten Wert für die Zuverlässigkeit, die für gleiche Einsatzbedingungen und gleiche Maschinenelemente der Verfügbarkeit proportional gesetzt werden kann.

Die Technologie der landwirtschaftlichen Produktion schreibt u. U. bestimmte Kombinationen solcher Kriterien vor.

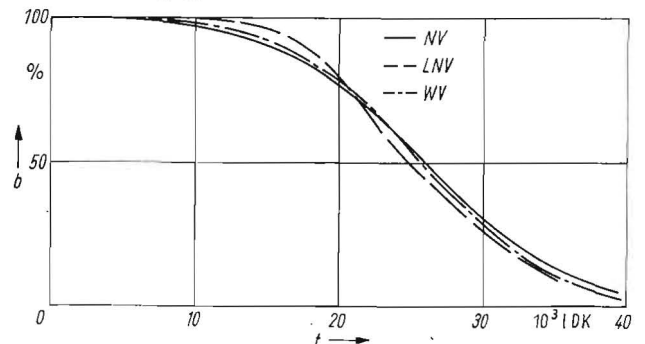
Bei der Belüftungsanlage in einer Tierintensivhaltung ist man geneigt, die Kombination maximale Verfügbarkeit — optimale Kosten vorzuziehen. Unter optimalen Kosten seien die Kosten verstanden, die sich mit der maximalen Verfügbarkeit ergeben. Dann stehen nur bestimmte Instandhaltungsmethoden zur Wahl, so daß das Optimierungsproblem vereinfacht wird. Bild 7 gibt einen Überblick über die den Instandhaltungsmethoden zuzuordnenden Optimierungskriterien, ohne den Einfluß des Schädigungsverhaltens und andere Einflüsse zu berücksichtigen.

5. Schädigungsprozeß als Grundprozeß der Instandhaltung

Das Schädigungsverhalten beeinflusst wesentlich den Maschinenbetrieb. In Erhaltungsmodelle geht das Schädigungsverhalten als wesentliche Eingangsgröße ein. Es ist bekannt, daß der Schädigungsprozeß als stochastischer Prozeß zu betrachten ist. Angaben über das Schädigungsverhalten tragen demnach Wahrscheinlichkeitscharakter. Um Angaben über das Schädigungsverhalten in Modellen verarbeiten zu können, müssen diese in mathematischen Funktionen dargestellt werden. Bild 8 gibt einen Überblick über die in der Literatur /21/ /22/ /23/ /24/ /25/ empfohlenen Anwendungsbereiche für Verteilungsfunktionen. An der Sektion Landtechnik der Universität Rostock wurden praktisch vorliegende empirische Verteilungen des Schädigungsverhaltens von Baugruppen landtechnischer Arbeitsmittel hinsichtlich der anwendbaren mathematischen Funktionen untersucht /26/. Dabei ergab sich, daß praktisch untersuchbare Stichproben in den meisten Fällen keine Unterscheidung zulassen. Statistische Tests, wie der Fisher-Test oder der Kolmogorow-Smirnow-Test, versagen. Bild 9 zeigt ein Beispiel für die Abweichungen der Normalverteilung (NV), der Log-

Bild 8. Geltungsbereiche von Verteilungstypen für das Schädigungsverhalten

Bild 9. Abgangskurve eines Dieselmotors, dargestellt in verschiedenen Verteilungstypen



Normal-Verteilung (LNV) und der Weibull-Verteilung (WV), dargestellt als Zuverlässigkeitsfunktion. Das auf die Mehrzahl der Verteilungen übertragbare Beispiel zeigt, daß die Abweichungen relativ klein sind. Berücksichtigt man, daß Primärdatenerfassungen im praktischen Maschinenbetrieb ohnehin mit relativ großen Fehlern behaftet sind, so können die in Bild 9 dargestellten Abweichungen als vernachlässigbar klein angesehen werden. Daraus ergibt sich der Schluß, daß für Mischschädigung sowohl die Normalverteilung als auch die Weibullverteilung anwendbar ist. Man kann die Funktion verwenden, die sich in das jeweils vorliegende Modell am praktischsten einfügen läßt.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß die Normalverteilung, die bekanntlich im Bereich von $-\infty < t < +\infty$ gilt, zum Beschreiben des Schädigungsverhaltens verwendet werden kann. Untersuchungen ergaben, daß der Fehler kleiner als 0,1 % ist.

Das Bestimmen des Schädigungsverhaltens ist mit großem Aufwand verbunden. Neu erschlossene Verfahren /27/ ermöglichen, aus relativ kurzzeitigen Untersuchungen durch mathematische Extrapolation hinreichend genaue Werte zu ermitteln.

6. Verlauf der Instandhaltungskosten über der Nutzungsdauer

Bei Modellierungsproblemen sind die Instandhaltungskosten als Funktion der Nutzungsdauer zu berücksichtigen. Oft wird in der Praxis sehr vereinfachend eine Nutzungsdauerunabhängigkeit der Instandhaltungskosten angenommen.

Untersuchungen von THURM /28/, LISTNER /29/, SELIVANOV /11/ u. a. weisen jedoch eine Nutzungsdauerabhängigkeit der Instandhaltungskosten nach. Dafür gilt die Beziehung

$$\frac{K_i}{t} = a + b t^{n-1}$$

Darin sind

K_i Instandhaltungskosten

a, b, n konstruktions-, instandhaltungs- und nutzungsabhängige Konstante ($1,3 < n < 1,8$)

t Nutzungsdauer

Es kann angenommen werden, daß landtechnische Arbeitsmittel mit hohem Anteil an Abnutzungsteilen ein ähnliches Kostenverhalten zeigen.

7. Primärdaten als Grundvoraussetzung für das Arbeiten mit Modellen

Zur Zeit ist bereits erkennbar, daß sich über die Modellierung wesentliche Probleme des Erhaltungsprozesses lösen lassen. Es gibt bereits eine große Zahl praktisch brauchbarer Ansätze für mathematisch-analytische Lösungen für die verschiedensten Fragen.

In der Literatur /9/ /11/ /14/ /15/ /16/ werden Modelle angegeben, von denen zumindest einige bei entsprechender Anpassung in der Landtechnik der DDR praktische Anwendung finden können. Das Hauptemmnis in der praktischen Anwendung der Modellierung liegt im Fehlen von Primärdaten, die für die Modelle geeignet sind, und in der noch unzureichenden Kenntnis über bestimmte Einflußfaktoren besonders hinsichtlich des Schädigungsverhaltens und des Maschineneinsatzes.

Unbedingt notwendig erscheinen zentrale Maßnahmen, um die erforderlichen Primärdaten systematisch zu sammeln und eventuell in der bereits mehrfach vorgeschlagenen Datenbank zu speichern. Zumindest sind Maßnahmen einzuleiten, um eine Reihe von Primärdaten im Bedarfsfall direkt aus der Statistik der landwirtschaftlichen Betriebe, der Instandsetzungsbetriebe usw. entnehmen zu können.

8. Entwicklungstendenzen und Ausblick

Es kann eingeschätzt werden, daß die Probleme des Instandhaltungsaufwands mit herkömmlichen Mitteln nicht zu bewältigen sind. Ein Umschwung in eine neue Qualität erfordert die zielstrebige praktische Anwendung der Modellierung.

Um eine schnelle Praxiswirksamkeit zu erreichen, sind folgende Aufgaben zu lösen:

- Schaffen eines hinreichenden Vorlaufs an Kenntnissen und Fähigkeiten beim praktischen Instandhalter durch zielgerichtete Weiterbildung auf den Gebieten mathematische Statistik, Zuverlässigkeitstheorie, Operationsforschung u. a. m.
- Klären bestimmter Grundlagen durch die Forschung, wie beispielsweise die Bewertung der Nichtverfügbarkeit, Eigenschaften von Instandhaltungsmethoden u. a. m.
- Aufbau eines Systems zur Erfassung und Speicherung von Primärdaten.
- Systematisches Erarbeiten von Erhaltungsmodellen, ausgehend von der Zielfunktion für das Maschinenverhalten und den in der jeweiligen Entwicklungsepoche bestehenden wichtigsten gesellschaftlichen Erfordernissen. Dabei müssen die Modelle auf die Gesamtzielfunktion ausgerichtet, aber gleichzeitig für Teilprobleme in der Praxis sofort anwendbar sein.
- Ausbau der kooperativen Zusammenarbeit auf diesem Gebiet, insbesondere mit der UdSSR.

Literatur

- /1/ EICHLER, CH.: Grundlagen der Instandhaltung — dargestellt am Beispiel landtechnischer Arbeitsmittel, Berlin: VEB Verlag Technik 1970
- /2/ IHLE, G.: Zur Systematik der Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens landtechnischer Arbeitsmittel. Vortrag anläßlich der Absolventenweiterbildungstagung der Sektion KLF der TU Dresden am 16. Febr. 1971 (unveröffentlicht)
- /3/ WEBER, H.: Beitrag zur technologischen Untersuchung leistungsbestimmender Faktoren von Maschinen in der Pflanzenproduktion. Dissertation Universität Rostock 1971
- /4/ WEBER, H. / M. RHODE: Theoretische Untersuchungen über die Verfügbarkeit an landtechnischen Arbeitsmitteln. Teilbericht zum Forschungsauftrag „Mathematische Modellierung in der Instandhaltung“ vom 30. April 1971 der Sektion Landtechnik der Universität Rostock (unveröffentlicht)
- /5/ KREMP, J.: Untersuchungen über die Auswirkungen konstruktiver Gestaltung von Maschinenelementen auf die Instandhaltung. Dissertation TU Dresden 1970
- /6/ MODRA, S.: Beitrag zur Optimierung von Instandhaltungsprogrammen landtechnischer Arbeitsmittel. Dissertation TU Dresden 1971
- /7/ WOHLLEBE, H.: Neue Ergebnisse über Grenznutzungsdauer und Schadenursachen an Motoren. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 12, S. 509
- /8/ EICHLER, CH.: Instandhaltung und Mathematik. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 2, S. 79
- /9/ GALPERIN, A. C.: Opredelenije optimalnoi dolgowetschnostch maschin (Methoden zur Optimierung der Nutzungsdauer von Maschinen) Moskwa: Kolos 1970
- /10/ BUSMANN-MERTENS: Operations Research und Datenverarbeitung in der Instandhaltungsplanung. Stuttgart: C. E. Poeschel Verlag 1969
- /11/ SELIVANOV, A. I.: Teoritscheskie osnovi remonta maschin (Theoretische Grundlagen der Instandhaltung von Maschinen). Moskwa: Gosniti 1971
- /12/ SELIVANOV, A. I.: Osnoti teorii starenija maschin (Theorie der Maschinenalterung). Moskwa: Maschgis 1968
- /13/ KONKIN, J. A.: Isnosz i amortisazija tehniki w selskom chosjajstwe (Verschleiß und Amortisation der Technik in der Landwirtschaft). Moskwa: Kolos 1968
- /14/ KOZNIIEWSKA, J. A.: Die Erneuerungstheorie. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1969
- /15/ BEICHEL, F.: Zuverlässigkeit und Erneuerung. Berlin: VEB Verlag Technik 1970
- /16/ COX, D.: Erneuerungstheorie. München—Wien: Oldenbourg Verlag 1966
- /17/ WOLFF, M.: Optimale Instandhaltungspolitiken in einfachen Systemen. Berlin—Heidelberg—New York: Springer Verlag 1970
- /18/ SCHLEGEL, G.: Zu einigen Fragen der Modellierung betrieblicher Instandhaltungsprozesse im Industriezweig Braunkohle. Neue Bergbautechnik 1, (1971) H. 3, S. 177

1. Wechselbeziehung von Technik und Ökonomie

Die Vergangenheit der Technik in der kapitalistischen Gesellschaftsordnung ist gekennzeichnet durch eine bewußte Trennung der Ingenieurwissenschaften von der Ökonomie. Diese Trennung begann bereits in der Ausbildungsphase des Ingenieurs und setzte sich in der Praxis der kapitalistischen Wirtschaft fort. MAIR-ROTSCHILD [1/ z. B. kennzeichnet diesen Zustand bereits im Jahre 1906 wie folgt: „Das Ingenieurwesen ist in wirtschaftlicher Hinsicht charakteristisch durch die hier zumeist durchgeführte Trennung der ökonomischen von den technischen Elementen. Der Ingenieur ist in der Regel nicht industrieller Unternehmer, sondern bloß technischer Meister, welcher die technische Herstellung und Einrichtung der Unternehmung zu leiten hat.“ Obwohl in der neueren Zeit die kapitalistische Betriebswirtschaft spezielle Methoden der technisch-ökonomischen Bewertung von Erzeugnissen (z. B. die Wertanalyse) entwickelte, um den Extraprofit zu realisieren, beweist besonders die Herausbildung und Herausstellung des Managertums, daß die Trennung von Ingenieurwissenschaft und Ökonomie sich in der kapitalistischen Gesellschaftsordnung verschärft. In den monopolkapitalistischen Staaten wird der technische und wirtschaftliche Fortschritt, in bewußter Leugnung der Leistungen der Arbeiterklasse, der technischen Intelligenz u. a. Schichten, vor allem dem Managertum zugesprochen.

Demgegenüber entwickelte die sozialistische Gesellschaftsordnung sowohl theoretisch als auch praktisch die Einheit von Politik, Technik und Ökonomie, mit dem Ziel, einen maximalen Nutzen für den einzelnen und die Gesellschaft zu erzielen. Im ökonomischen Wettbewerb mit der kapitalistischen Wirtschaftsweise sind die Vorzüge der sozialistischen Gesellschaftsordnung bewußt und allseitig zu nutzen und zur Wirkung zu bringen.

Für den Ingenieur in Forschung und Entwicklung leitet sich daraus unmittelbar die Aufgabe ab, die Entscheidungen

* VEB Kombinat Fortschritt – Landmaschinen – Neustadt in Sachsen

so zu treffen, daß eine optimale Ökonomie im volkswirtschaftlichen Maßstab erzielt wird (von der Herstellung der Maschine oder Anlage, über Betrieb und Instandhaltung bis zur Verschrottung). Diese Forderung stellt eine neue, mit der sozialistischen Gesellschaftsordnung entstehende Qualität des wissenschaftlich-technischen Denkens dar, die die ökonomische Durchdringung der Ingenieurarbeit zwingend auf die Tagesordnung setzt.

Die inhaltliche Wahrnehmung der sozialistischen Eigentümerfunktion der Werktätigen macht es auch in der Vorbereitungsphase der Erzeugnisse erforderlich, die wissenschaftlich-technische Arbeit unmittelbar mit der Ökonomie zu verbinden. PÜSCHEL [2/ stellt deshalb fest, „daß jede wissenschaftlich-technische Aufgabe, jedes Forschungs- und Entwicklungsziel grundsätzlich aus den ökonomischen Erfordernissen der künftigen Produktion abgeleitet werden müssen“.

Es ist notwendig, „daß die wissenschaftlich-technische Arbeit darauf gerichtet sein muß, ökonomische Resultate hervorzubringen, die ökonomische Effektivität der gesellschaftlichen Arbeit zu erhöhen“.

Für bestimmte Detailaufgaben bietet sich dem Konstrukteur meistens eine Vielzahl technischer Lösungen an. Die optimale Variante läßt sich dabei oft nur nach ökonomischen Kriterien ermitteln. Der Entwicklungsingenieur muß jedoch bei der Erarbeitung technischer Konzeptionen für Erzeugnisse grundsätzlich ökonomische Parameter zur Entscheidungsfindung heranziehen.

Untersuchungen in der metallverarbeitenden Industrie der DDR weisen aus [3/, „daß durch

— Forschung, Entwicklung, Konstruktion und Technologie etwa 90 % und

— in der Produktion etwa 10 % der Höhe der Selbstkosten bestimmt werden“.

Damit kommt der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit die entscheidende Bedeutung für das ökonomische Ergebnis eines neuen Erzeugnisses zu. Die Durchdringung der gesamten Ingenieurarbeit mit ökonomischen Kriterien im volkswirtschaftlichen Maßstab ist eine wichtige Voraussetzung, um die Vorzüge der sozialistischen Gesellschaftsordnung in der Volkswirtschaft voll zu nutzen.

2. Die Kriterien anwenderseitig orientierter Maschinensysteme

Die praktische Durchsetzung des Primats der Ökonomie in der Technik führt zu der Konsequenz, nicht Erzeugnisse an sich zu entwickeln, zu produzieren und zu verkaufen, sondern dem Anwender Maschinensysteme mit abgestimmten technisch-technologischen Parametern anzubieten.

Der VEB Kombinat Fortschritt Neustadt (Sachsen) arbeitet bereits seit Jahren an der Erfüllung der von Partei und Regierung gestellten Aufgabe, für die sozialistische Landwirtschaft komplette Maschinensysteme zu entwickeln. Das Kombinat konzentrierte die gesamte Tätigkeit auf die zwei ihm übertragene Maschinensysteme der Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft:

— Maschinensystem Getreideproduktion und -verarbeitung
— Maschinensystem Halmfutterproduktion und -verarbeitung.

Die erfolgte Konzipierung von Maschinensystemen in anderen Industriezweigen, z. B. Werkzeugmaschinen, Bau-, Baustoff- und Keramikmaschinen, Luft- und Kälteanlagen, TAKRAF, NAGEMA u. a. beweisen die Richtigkeit und Notwendigkeit der Entwicklung von technologischen Systemlösungen, die auf den Anwender orientiert sind.

(Schluß von Seite 395)

- [19/ EICHLER, CH.: Zur Darstellung von Instandhaltungsmethoden in der Abgangskurve. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 3, S. 130
[20/ KÖHLER, L.: Zu den Grundlagen der Zuverlässigkeit. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 4, S. 176
[21/ KUGEL, R.: Streuung der Lebensdauer von Maschinen. Westnik Maschinostrojenije (1959) H. 5, S. 9
[22/ ENTRICK, N. L.: Einfache statistische Verfahren der Zuverlässigkeitssicherung – Technische Zuverlässigkeit in Einzeldarstellungen. Oldenbourg Verlag (1966) Heft 7
[23/ IRESON, W. G.: Reliability Handbook. New York: McGraw Hill 1966
[24/ GUMBEL, E. I.: Technische Anwendungen der statistischen Theorie der Grenzwerte. Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik 30 (1964) H. 2, S. 33
[25/ SCHIROSLAWSKI, W.: Anwenden von Verteilungsfunktionen zum Beschreiben des Schädigungsverhaltens landtechnischer Arbeitsmittel. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 11, S. 506
[26/ LAU, C.: Möglichkeiten zum Vorausbestimmen der für Baugruppen zu erwartenden mittleren Grenznutzungsdauer mit der Abgangskurve. Diplom-Arbeit, Sektion Landtechnik Universität Rostock 1970 (unveröffentlicht)
[27/ SCHIROSLAWSKI, W.: Methode zum Vorausbestimmen der zu erwartenden Grenznutzungsdauer aus Kurzzeituntersuchungen. Teilbericht zum Forschungsauftrag „Mathematische Modellierung in der Instandhaltung“ der Sektion Landtechnik Rostock vom 15. Febr. 1971 (unveröffentlicht)
[28/ THURM, R.: Der Einfluß der Nutzungsdauer und der Ausnutzung auf die Kosten beim Einsatz von Schleppern und Landmaschinen. Habilitationsschrift Universität Leipzig 1966
[29/ LISTNER, G.: Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Instandhaltungskosten bei Schleppern und Erntemaschinen. Deutsche Agrartechnik 13 (1963) H. 4, S. 168

A 8441