

Zu den Möglichkeiten der Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens landtechnischer Arbeitsmittel

Auf dem VIII. Parteitag der SED forderte WILLI STOPH /1/ von der Grundlagenforschung u. a. die Ausarbeitung neuer Methoden zur Erhöhung der Betriebssicherheit und zur Havarievorbereitung von technischen Arbeitsmitteln. Ziel dieser Maßnahmen muß eine wesentliche Senkung der Selbstkosten des Endproduktes sein. Daraus folgt die Notwendigkeit, daß schon in der Entwicklungsphase eines technischen Arbeitsmittels neben der Funktion auch das spätere technisch-ökonomische Verhalten projektiert und in der konstruktiven Gestaltung verankert wird. Der Bereich der Instandhaltung fordert aus dieser Sicht die Vorausbestimmung des zu erwartenden Schädigungsverhaltens und der notwendigen Instandhaltungseignung des Arbeitsmittels, d. h. mit anderen Worten, die Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens.

Man kann mit hoher Wahrscheinlichkeit einschätzen, daß der Maschinenbauer auch in 15 bis 20 Jahren das Verhalten des Werkstoffes, die Belastungsfunktionen und all die anderen Einflüsse auf eine Maschine noch nicht mit einer Vollkommenheit beherrscht, die eine Schadensbildung durch Verschleiß, Korrosion, Ermüdung und zufällige Ursachen ausschließt, ohne die Verfahrenskosten wesentlich zu erhöhen. Vielmehr wird es auch dann noch so sein, daß eine bestimmte „technische Unvollkommenheit“ der Konstruktion durch Instandhaltungsmaßnahmen ausgeglichen werden muß.

1. Grundmodelle zur Instandhaltungsoptimierung

Zur Zeit betragen die Instandhaltungskosten von landtechnischen Arbeitsmitteln über die gesamte normative Nutzungsdauer das 2- bis 4fache des Grundmittelneuwertes. Eine entscheidende Verringerung dieses Aufwandes verlangt unbedingt gezielte Maßnahmen in der konstruktiven Gestaltung der Maschinen.

Solche Maßnahmen sind:

- Erhöhung der Zuverlässigkeit der Einzelteile
- höherer Grad der Gleichmäßigkeit der Abnutzung der Einzelteile in einer Baugruppe
- optimale Abstimmung des Abnutzungsverhaltens der Baugruppen in einer Maschine u. a.

Die Erhöhung der Zuverlässigkeit von Maschinenelementen ist im allgemeinen sehr kostenaufwendig. Die Herstellungskosten steigen sehr oft progressiv mit der erreichbaren Zuverlässigkeit an. Nicht immer wird dieser Mehraufwand in der Herstellung durch Einsparungen im Einsatz und in der Instandhaltung ausgeglichen oder gar übertroffen. Daraus entstand die von unserem hochverehrten, leider zu früh verstorbenen Lehrer Prof. Dr.-Ing. NITSCHKE oft geäußerte Forderung nach einer umfassenden kostenseitigen Optimierung der konstruktiven Gestaltung von landtechnischen Arbeitsmitteln. Eine Maschine sollte konstruktiv so ausgelegt werden, daß die Summe der Aufwendungen für Entwicklung, Herstellung, Einsatz, Instandhaltung und Ersatz, bezogen auf die Leistungseinheit, einem volkswirtschaftlich begründeten Minimum zustrebt.

Eine vollständige Lösung dieser Optimierungsaufgabe umfaßt zwei Problembereiche:

- a) Bestimmung der Anforderungen an das Abnutzungsverhalten der Einzelteile einer Maschine, deren konstruktive Verwirklichung ein kostengünstiges Ausfallverhalten der Maschine als komplexes System gewährleistet.
- b) Bestimmung der optimalen Strategien und Organisationsformen im landtechnischen Instandhaltungswesen.

Diesen Zusammenhang stellt Bild 1 als zwei Teilmodelle dar. Es erhebt sich die Frage, warum eine geschlossene Lösung nicht möglich ist.

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

Dafür gibt es folgende Gründe:

- Die bisherigen Erfahrungen lehren, daß bei gleichzeitiger Lösung beider Probleme mit allen Querverbindungen zu den anderen landtechnischen Arbeitsmitteln die Modelle zu groß und zu unübersichtlich werden.
- Die Projektierung eines geforderten Ausfallverhaltens trägt, wie später noch erläutert wird, einen stark ausgeprägten Wahrscheinlichkeitscharakter, so daß eine exakte Instandhaltungsoptimierung immer erst gewisse Erfahrungen mit den Serienmaschinen voraussetzt.
- Die beiden Teilmodelle passen sich besser den bestehenden wirtschaftlichen und juristischen Beziehungen zwischen Nutzer und Hersteller an.

Die Projektierung eines geforderten Ausfallverhaltens bezieht sich immer nur auf einen Maschinentyp oder auf ein abgegrenztes Maschinensystem und liegt im Verantwortungsbereich des Herstellers. Dabei sind die aus dem Modell 2 entwickelten Instandhaltungsstrategien und -organisationsformen nur als formalisierte Abhängigkeiten einzubeziehen, so z. B. als optimale Werte für die Beschaffungszeit von Ersatzteilen bei einem Ausfall in Abhängigkeit von der Maschinendichte und der Ausfallhäufigkeit der Teile.

Das Modell 2 berücksichtigt bei der Schaffung eines einheitlichen Systems der Instandhaltung die Querverbindungen zwischen den einzelnen technischen Arbeitsmitteln in der Landwirtschaft. Diese Etappe kann nur vom Nutzer und Instandhalter erfolgreich gelöst werden. Aus dem Modell 1 wird als Optimierungsausgangspunkt das Ausfallverhalten der Maschinen übernommen (Verknüpfung I).

2. Modellanforderungen aus dem Zufallscharakter der Schadensbildung

Der Begriff Ausfallverhalten soll als Sammelbegriff für den zeitlichen Verlauf der Schädigungsprozesse und der Schadensbildung in der Maschine, für die Ausfallhäufigkeit, für die Verteilung der Ausfalldauer, für die Pflöbarkeit, Überprüfbarkeit und Instandsetzbarkeit gelten.

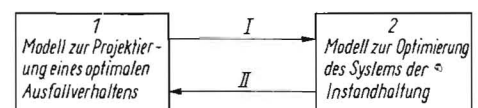
Die genannten Bestandteile des Ausfallverhaltens sind zum großen Teil Zufallsfunktionen von der Nutzungsdauer, so daß eine Vorhersage für eine Einzelmaschine nur mit einer bestimmten statistischen Sicherheit möglich ist. Es ist bekannt, in welcher Breite z. B. die Grenznutzungsdauern von Traktorenmotoren streuen können. Die generelle Vernachlässigung dieses Zufallscharakters des Ausfallverhaltens würde wohl zu wesentlichen Modellvereinfachungen führen, aber für die Kostenoptimierung auch die große Gefahr von Fehlentscheidungen mit sich bringen.

Somit entsteht die Notwendigkeit, die Projektierung des Ausfallverhaltens auf wahrscheinlichkeitstheoretischer Grundlage durchzuführen.

Das allgemein bekannte Verfahren zur Auswahl der Wälzlager nach der Tragzahl verwendet schon Elemente einer wahrscheinlichkeitsbegründeten Berechnung des zukünftigen Verhaltens des Lagers. Die Tragzahl als Bestimmungsgröße des Wälzlagers wird in Abhängigkeit von der geforderten Lebensdauer so festgelegt, daß 90 Prozent aller unter gleichen Bedingungen eingesetzten Wälzlager diese Nutzungsdauer ohne Schaden überstehen. Ein solches Herangehen reicht jedoch für die hier gestellte Aufgabe in vielen Fällen

Bild 1. Grundmodelle der Instandhaltungsoptimierung.

I Kennwerte des Ausfallverhaltens als Optimierungsgrundlagen
II Abstimmungskriterien zu den Instandhaltungsstrategien und -organisationsformen



nicht aus. Allgemein sind folgende Anforderungen an ein Projektierungsverfahren zu stellen:

- Möglichkeit zur Bestimmung eines günstigen Zuverlässigkeitsverhaltens und einer guten Instandhaltungsseignung der Einzelelemente auf der Grundlage einer Kostenminimierung für das gesamte System.
- Möglichkeit der Realisierung eines geforderten Zuverlässigkeitsverhaltens des Einzelelements in der Konstruktion, d. h. der Prognose des zukünftigen Schädigungsverhaltens des Einzelelements in der Praxis.

3. Beispiel zur Grenznutzungsdauerbestimmung

Die Problematik der Berechnung eines günstigen Zuverlässigkeitsverhaltens sei an folgendem idealisiertem Beispiel erläutert (Bild 2).

Innerhalb der Weiterentwicklung einer Maschine soll entschieden werden, ob und in welchem Umfang die durchschnittliche Grenznutzungsdauer einer Baugruppe erhöht werden muß. Die Baugruppe habe in der Vorgängermaschine die angegebenen Werte für die Anschaffungskosten K_{AV} , die Kosten für eine Austauschinstanzsetzung K_{JV} und für die durchschnittliche Grenznutzungsdauer t_{dV} gebracht. Die geplante Konstruktionsnutzungsdauer der neuen Maschine ist mit $t_N = 100\ 000$ l DK vorgegeben.

In einem stark vereinfachten Modell ergibt sich die im Bild 2 angegebene Gleichung (1) der mittleren Gesamtkosten für die Baugruppe innerhalb der konstruktiven Nutzungsdauer der Maschine. Dabei sind:

- K mittlere Gesamtkosten der Baugruppe
- K_A Anschaffungskosten der Baugruppe
- K_J Kosten einer Austauschinstanzsetzung einschließlich Verlustkosten
- t_N Konstruktionsnutzungsdauer der Maschine
- t_d durchschnittliche Grenznutzungsdauer der Baugruppe.

Die beiden Kostengrößen K_A und K_J lassen sich näherungsweise als Summe zweier Kostenanteile darstellen — eines Anteils, der durch eine Zuverlässigkeitsveränderung der Baugruppe nicht beeinflußt wird, und eines Anteils, dessen Größe in einer bestimmten Abhängigkeit zur erreichten Zuverlässigkeit steht. In praktischen Fällen können diese Zusammenhänge nicht als stetige mathematische Funktionen der Zuverlässigkeit dargestellt werden. Es verbleibt dann nur die Methode des Variantenvergleichs. Um trotzdem die Problematik der Berechnung eines günstigen Zuverlässigkeitsverhaltens zu zeigen, sollen die im Bild 2 angegebenen Ansätze für K_A und K_J mit unterschiedlichem Grad des Einflusses der durchschnittlichen Grenznutzungsdauer t_d Anwendung finden. Reale Varianten lassen sich gut darin einordnen.

Die Kurven 1 und 2 im Bild 2 zeigen, daß Zuverlässigkeitsveränderungen, wenn sie sich nicht oder nur schwach auf die Herstellungs- und Instandhaltungskosten auswirken, für die vorliegenden Bedingungen im ganzen Bereich t_N sinnvoll sind. Ist der Zuverlässigkeitseinfluß jedoch größer, wie es nicht selten auftritt, dann entstehen wie in den Fällen 3 und 4 ausgeprägte Kostenminima, die sogar unterhalb von t_{dV} liegen können.

Es zeigt sich sehr deutlich, wie wichtig eine richtige Abstimmung des Verhaltens einer Baugruppe auf das Verhalten der Maschine ist.

Zu einer umfassenden Bestimmung des optimalen Verhaltens einer Baugruppe gehören noch weitere Zusammenhänge, auf die hier nicht eingegangen wurde, so z. B. die Abstimmung zu dem Verhalten der anderen Baugruppen der Maschine.

4. Möglichkeiten zur Projektierung einer geforderten Zuverlässigkeit

Als zweite Anforderung an die Projektierungsmethodik steht die Realisierbarkeit eines geforderten Zuverlässigkeitsverhaltens in der Konstruktion eines Einzelelements.

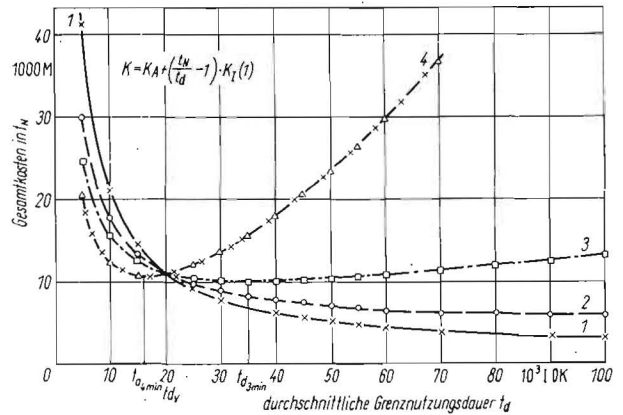


Bild 2. Gesamtkosten (Herstellungskosten K_A und Instandhaltungskosten K_J) einer Baugruppe in der konstruktiven Nutzungsdauer der Maschine t_N bei veränderter durchschnittlicher Grenznutzungsdauer t_d der Baugruppe

- 1 $K_A, K_J = \text{konst.}$; 2 $K_A, K_J = a_{A,I} + b_{A,I} \sqrt{t_d}$;
 - 3 $K_A, K_J = a_{A,I} + b_{A,I} \cdot t_d$; 4 $K_A, K_J = a_{A,I} + b_{A,I} \cdot t_d^2$;
- Angaben zur Vorgänger-Baugruppe: $K_{AV} = 3000$ M, $K_{JV} = 2000$ M, $t_{dV} = 20\ 000$ l DK, konstruktive Nutzungsdauer der Maschine $t_N = 100\ 000$ l DK

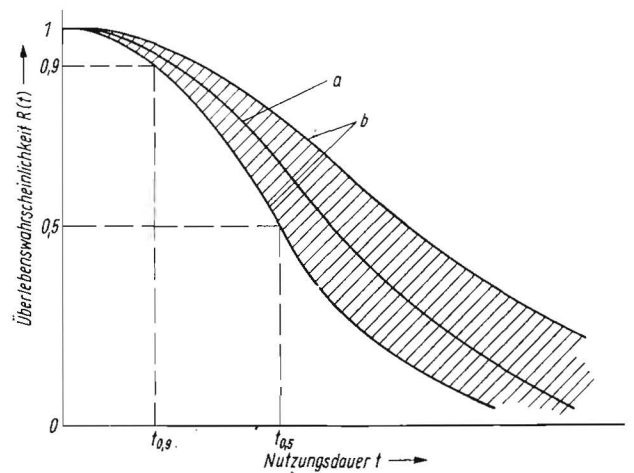


Bild 3. Bereich der möglichen Vorhersage des Zuverlässigkeitsverhaltens einer Baugruppe im Entwicklungsstadium. a) Abgangskurve in der Praxis, b) Vorhersage — Bereich für das Zuverlässigkeitsverhalten

Im Sinne einer wahrscheinlichkeitstheoretischen Projektierung wird darunter die Prognose einer Abgangskurve in der im Bild 3 dargestellten Form verstanden, d. h., es soll eine Aussage über das Verhalten der Gesamtheit der Objekte gemacht werden.

Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit eines Elements können prinzipiell folgende Verfahren Anwendung finden:

- Anwendung einer Überdimensionierung auf Erfahrungsbasis mit anschließender Erprobung
- Anwendung einer theoretisch begründeten Überdimensionierung (Wälzlager)
- Anwendung von Mehrfachanordnungen der Elemente im Belastungsbereich zur Erhöhung der Zuverlässigkeit (heiße Redundanz)
- Anwendung von Störreserven für wichtige Einzelelemente direkt bei der Maschine (kalte Redundanz).

Keines der angeführten Verfahren führt jedoch im gegenwärtigen Entwicklungsstand zu einer definierten Abgangskurve, und es ist auch nicht zu erwarten, daß sie in den nächsten Jahren soweit entwickelt werden. Die wahrscheinlichkeitsbezogene Berechnung der Schädigungsprozesse steht erst am Anfang ihrer Entwicklung.

Es treten dabei zwei Richtungen auf:

- Unter Beziehung auf die physikalisch-chemischen Vorgänge der Schädigungen

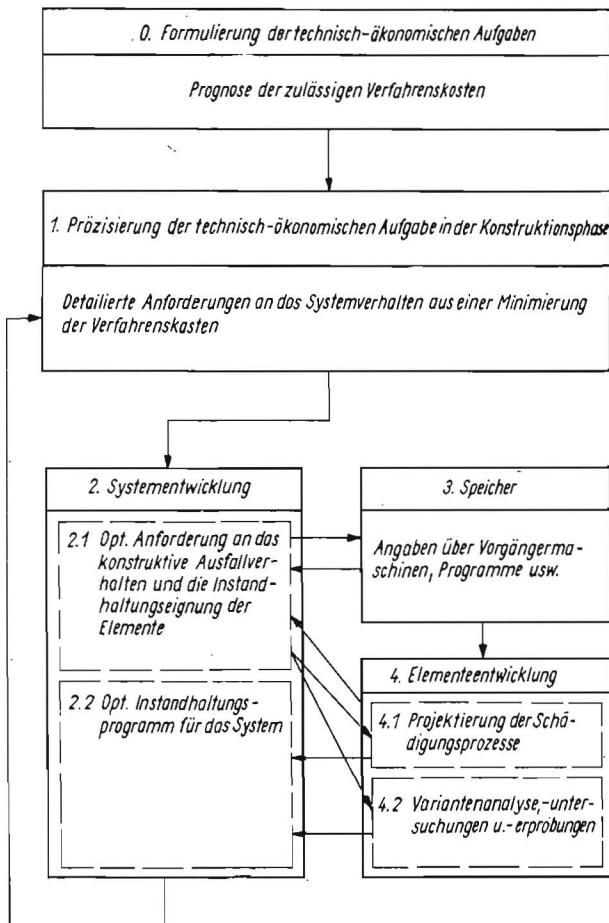


Bild 4. Arbeitsphasen der Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens

b) Statistische Auswertungen realer Konstruktionen unter Zuordnung bekannter Einflußgrößen, wie Nutzungsdauer, Belastung usw.

Die zweite Richtung könnte prinzipiell schon z. Z. zu in der Konstruktionspraxis anwendbaren Lösungen führen, der gegenwärtige Durchdringungsgrad reicht dafür jedoch noch nicht aus. Bei dieser Methode müssen unterschiedliche konstruktive Varianten miteinander verglichen werden. Das führt dazu, daß das Zuverlässigkeitsverhalten nur als ein bestimmter Bereich vorausgesagt werden kann. Im Bild 3 ist ein solcher Bereich schraffiert dargestellt. Die Breite dieses Bereiches und damit die Entscheidung, ob ein solches Berechnungsverfahren überhaupt praktisch verwertbare Ergebnisse bringt, hängt von der Anzahl der Einflußfaktoren ab, die exakt erfassbar sind. Es treten deshalb sowohl im Bereich der Ermüdungsforschung als auch der Verschleißforschung Bestrebungen auf, neben der Nutzungsdauer auch die Belastung u. a. Größen deterministisch zu berücksichtigen. Je weiter diese Richtungen ausgebaut werden, desto schmalere Vorhersagebereiche ergeben sich und desto genauer ist die Vorhersage.

Da auch die Ergebnisse der zahlenmäßig begrenzten Maschinenproben ähnliche Zuverlässigkeitsbereiche darstellen, kann die Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens im gegenwärtigen Moment nur auf solchen Abgangsbereichen und nicht auf Abgangskurven aufbauen.

5. Vorstellungen für ein Stufenprogramm zur Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens

Projektierungsmodelle von realen Maschinen mit ihrer Vielzahl von Einflüssen nehmen einen Umfang an, der ihre Lösbarkeit auf den heutigen Rechenautomaten in Frage stellen kann. Eigene Erfahrungen mit der Modellierung klei-

ner Teilprobleme bestätigen eine solche Grenze in der praktischen Anwendung. Diese Schwierigkeit läßt sich nur dadurch umgehen, daß anstelle eines geschlossenen Modells zur Bestimmung des günstigen Ausfallverhaltens der Einzelelemente ein Stufenprogramm mit Teilloptimierungsschritten Anwendung findet. Damit lösen sich wohl die Probleme aus dem Modellumfang, es entstehen aber neue aus der unbekanntem Beziehung zwischen Teilloptima und gefordertem Gesamtoptimum.

Im Bild 4 ist ein solches Stufenprogramm den Arbeitsphasen der Leistungsprozesse im System der technischen Produktionsvorbereitung zugeordnet, denn die Projektierung eines optimalen Ausfallverhaltens wird in Zukunft ein Teilgebiet dieses Systems darstellen müssen.

Die ersten Maßnahmen zur Projektierung eines optimalen Ausfallverhaltens des Entwicklungsobjektes müssen schon in der Phase der Formulierung der technisch-ökonomischen Aufgabe der Entwicklung liegen. Die zu diesem Zeitpunkt notwendige Prognose der zulässigen Verfahrenskosten kann nur exakt begründet werden, wenn sie auf einem allgemeinen Verflechtungsmodell für die Einflüsse von Konstruktion, Herstellung, Betrieb und Instandhaltung aufbaut.

Als Besonderheit auf dieser Arbeitsstufe tritt der Umstand auf, daß kaum Vorstellungen über die konstruktive Gestaltung der Maschine vorhanden sind. Eine Kostenoptimierung darf sich also nur auf allgemeine Beziehungen zwischen den genannten Bereichen stützen. Die Erarbeitung eines solchen Verflechtungsmodells erachten wir als ein Problem von vorrangiger Wichtigkeit, denn es legt die Grundrichtungen für alle weiteren Leistungsprozesse fest, nicht nur für die Konstruktionsarbeiten, sondern auch für die technische Vorbereitung der Herstellung und des Maschineneinsatzes.

An der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik der Technischen Universität Dresden wurde von MODRA [2] ein Optimierungsmodell für Instandhaltungsprogramme erarbeitet, das mit einigen Erweiterungen als Grundlage für den Teil Instandhaltung eines solchen Verflechtungsmodells dienen kann.

Innerhalb der Präzisierung der technisch-ökonomischen Aufgabe in der Konstruktionsphase müssen die detaillierten Anforderungen an das Ausfallverhalten des Systems, d. h. der Maschine als Ganzes, erarbeitet werden. Mit anderen Worten: Es ist notwendig, die Zielfunktion für die Systementwicklung auf dem Gebiet der Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens zu formulieren.

Diese Zielfunktion enthält Forderungen an

- den Herstellungs- und Instandhaltungsaufwand
- die zulässige Ausfallhäufigkeit und die zulässige Ausfalldauer
- die mindestnotwendige Verfügbarkeit der Maschine in der agrarisch-technisch zur Verfügung stehenden Zeit
- den zulässigen Umfang unplanmäßiger Ausfälle
- die konstruktive Nutzungsdauer der Maschine
- und an bevorzugte Instandhaltungsstrategien (Grundüberholungen oder Teilinstandsetzungen).

Die Erarbeitung der Zielfunktion des Systems muß ebenfalls wie die vorherige Arbeitsetappe auf einer Minimierung der Verfahrenskosten innerhalb der konstruktiven Nutzungsdauer der Maschine aufbauen. Deshalb bleibt auch die prinzipielle Struktur des Verflechtungsmodells zur Prognose der zulässigen Verfahrenskosten für die betrachtete Arbeitsetappe erhalten. Das Modell muß jedoch feiner strukturiert sein, damit das Rechenprogramm neben den optimalen Kostenkennziffern auch obengenannte Unterparameter ausweisen kann.

Das Verflechtungsmodell der Präzisierungsstufe besitzt neben der erstmaligen Formulierung der Systemanforderungen eine zweite Aufgabe. Im Laufe der Projektierung des Ausfallverhaltens der Elemente sind bewußte und unbewußte Abweichungen von den geforderten Werten in vielen Fällen nicht zu vermeiden. Solche Abweichungen wirken sich natürlich auf die Zielfunktion aus. Mit Hilfe des Verflechtungsmodells muß deshalb periodisch die Planmäßigkeit des Entwicklungsverlaufs überwacht werden.

Die Anforderungen an das Ausfallverhalten des Systems sind das Forderungsprogramm für die *Systementwicklung*. Sie umfaßt für das Gebiet der Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens die Erarbeitung

- der optimalen Anforderungen an das konstruktive Ausfallverhalten und die Instandhaltungseignung der Elemente aus der Einhaltung der Zielfunktion für das System
- und eines optimalen Instandhaltungsprogramms für die Maschine.

Die Systementwicklung geht von den Systemanforderungen aus, erarbeitet die zugehörigen Anforderungen an die Elemente, übergibt diese an die Konstrukteure, übernimmt die Elemente von dort wieder mit den realen Eigenschaften und schafft daraus ein optimales Instandhaltungsprogramm für das System. Einige Probleme der Bestimmung eines günstigen Ausfallverhaltens der Einzelemente behandelt KÖHLER /4/ im gleichen Heft.

Auf der Grundlage der Anforderungen an das konstruktive Ausfallverhalten der Elemente muß sich die Elementenauswahl aus dem Speicher oder eine zielgerichtete Elemententwicklung anschließen. Die Möglichkeiten einer *Elementeauswahl* hinsichtlich ihres Ausfallverhaltens sind z. Z. noch sehr begrenzt. Denkbar ist sie jedoch für weitverbreitete, standardisierte Elemente und Baugruppen, wie z. B. die Wälzlager. Ausgehend von einer Normbelastung und den Anforderungen an das Abnutzungsverhalten, das nicht nur durch die Mindestgrenznutzungsdauer dargestellt zu werden braucht, könnte direkt die Auswahl des Standardteils erfolgen.

Als kompliziertestes Gebiet erweist sich z. Z. noch eine zielgerichtete *Elementeentwicklung* hinsichtlich eines geforderten Ausfallverhaltens. Diese Problematik wurde schon an früherer Stelle analysiert.

Die Hauptmethode auf dem Gebiet der Elemententwicklung wird auch in den kommenden Jahren in einer Dimensionierung der Elemente auf Erfahrungsbasis bestehen. Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung dieser Methode ist jedoch, daß diese Erfahrungen mit den Vorgängermaschinen und vergleichbaren Maschinen systematisch gesammelt werden und dem Konstrukteur in geordneter Form zur Verfügung stehen.

Die Methode der Elemententwicklung auf Erfahrungsbasis führt zu teilweise umfangreichen Variantenanalysen, *Varianteuntersuchungen und -erprobungen*. Es ist verständlich, daß damit nur in seltenen Fällen eine genaue Übereinstimmung mit den optimalen Anforderungen aus der Kostenoptimierung erreicht werden kann. Bei der Aufstellung eines *optimalen Instandhaltungsprogramms* für das System muß diesem Umstand Rechnung getragen werden. Das Modell zur Erarbeitung eines solchen Programms besitzt deshalb zwei Aufgaben:

- a) Auswahl der günstigsten Elementvarianten mit dem Ziel der geringsten Abweichungen von den Anforderungen an ein optimales Systemverhalten
- b) Ausarbeitung der Pflege-, Überprüfungs- und Instandsetzungsvorschriften.

Mit diesem Schritt schließt das Stufenprogramm zur Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens landtechnischer Arbeitsmittel ab.

Zusammenfassend zum Stufenprogramm zur Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens schätzen wir auf der Grundlage unserer bisherigen Erfahrungen ein, daß mit Ausnahme der Elemententwicklung für alle Arbeitsstufen allgemeingültige Rechenprogramme erstellt werden können.

6. Zum Zusammenhang zwischen Herstellungskosten und Zuverlässigkeit

In den bisherigen Darlegungen wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß der Zusammenhang zwischen Herstellungskosten und erreichbarer Zuverlässigkeit der Systemelemente bekannt ist. Dem ist aber in vielen Fällen nicht so. Analytische Beziehungen zwischen Herstellungskosten und Zuverlässigkeit stehen in den nächsten Jahren, vielleicht auch

Jahrzehnten, nicht zur Verfügung. Um trotzdem die Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens praktisch realisieren zu können, wird folgender Weg vorgeschlagen:

Jede landtechnische Neuentwicklung baut auf vorhandenen Technologien und Mechanisierungsmitteln auf, auch wenn in der geplanten Leistung andere Maßstäbe angelegt und andere Wirkprinzipien angewendet werden. Es existiert also ein bekanntes System, auf das sich alle Betrachtungen zum neuen System beziehen können. Dieses bekannte System soll im weiteren als Bezugsmaschine bezeichnet werden. Als Bezugsmaschine kann sowohl die direkte Vorgängermaschine als auch eine simulierte Maschine auftreten. Letztere besteht dann aus solchen Elementen existierender Maschinen, die in der Gesamtheit die geplante Funktion der neuen Maschinen ausführen. Für die Bezugsmaschine und ihre Elemente besteht die Möglichkeit, die Aufwendungen für die Herstellung, den Betrieb und die Instandhaltung sowie die Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitskennwerte zu erfassen.

Weiterhin ist die prinzipielle Entwicklungstendenz der Verfahrenskosten auch bei völligen Neuentwicklungen durch Prognosen und Perspektivpläne vorgegeben. Das kann nicht anders sein, denn das zulässige Niveau der Selbstkosten eines Verfahrens wird sehr stark durch allgemeine Entwicklungsgesetze in der Gesellschaft bestimmt.

Unter diesen beiden Voraussetzungen ist es möglich, nicht die realen Herstellungskosten in die Optimierungsrechnung einzubeziehen, sondern Limitwerte, d. h. die zulässigen Herstellungsaufwände, die bei einer bestimmten Veränderung der Zuverlässigkeit der Elemente eingehalten werden müssen. Diese Limitwerte für den Herstellungsaufwand ergeben sich aus den maximalen Einsparungen an Instandhaltungsaufwand und an Verlustkosten infolge technischer Störungen bei einer Veränderung der Zuverlässigkeit der Systemelemente der Bezugsmaschine (vergl. auch KÖHLER /4/).

7. Schlußfolgerungen

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die erläuterte Systematik zur Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens landtechnischer Arbeitsmittel, sobald sie forschungsseitig gelöst ist, die Möglichkeit schafft, mit Beginn der Einführung einer neuen Maschine in die Praxis im Rahmen der möglichen Sicherheit eine wissenschaftlich begründete Vorhersage über das zukünftige Verhalten im Einsatz zu machen.

Entwicklung und Einführung dieses Verfahrens in die Praxis sind ein langwieriger Prozeß. Die Grundlagenforschung auf dem Gebiet der landtechnischen Instandhaltung muß deshalb Teilprobleme des instandhaltungsgerechten Konstruierens in Erweiterung und Präzisierung des Standards „Instandhaltungsgerechte Konstruktion“ /3/ zwischenzeitlich für die Praxis zugänglich machen.

Gemeint sind hierbei Konstruktionsrichtlinien, die auf der Grundlage von Modellbetrachtungen erarbeitet werden, z. B. zur Bestimmung des zulässigen Montage-Demontage-Aufwands, des zulässigen Überprüfungsaufwands u. a. Damit ist auch ein langsames Hineinwachsen der Konstrukteure in die Probleme der Projektierung eines günstigen Ausfallverhaltens gesichert.

Literatur

- /1/ STOPH, W.: Bericht zur Direktive des VIII. Parteitag des SED zum Fünfjahresplan 1971 bis 1975. ND v. 19. Juni 1971
- /2/ MODRA, S.: Beitrag zur Optimierung von Instandhaltungsprogrammen landtechnischer Arbeitsmittel (unveröffentlicht). Dissertation TU Dresden 1971
vergl. auch
MODRA, S.: „Zur Optimierung von Instandhaltungsprogrammen landtechnischer Arbeitsmittel“. Deutsche Agrartechnik (1971) H. 9, S. 408
- /3/ TGL 20 987 Landtechnische Arbeitsmittel, instandhaltungsgerechte Konstruktion
- /4/ KÖHLER, L.: Zur optimalen Abstimmung des Maschinenverhaltens auf die Instandsetzungsstrategie landtechnischer Arbeitsmittel. Deutsche Agrartechnik (1971) H. 9, S. 405