

# Forderungen der Instandhaltung an die Standardisierung der landtechnischen Ausrüstung von Anlagen der industriemäßigen Tierproduktion

Dr.-Ing. W. Schiroslawski, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

## 1. Problematik

Die durch die Standardisierung möglichen Vorteile für die Instandhaltung weisen viele Analogien zum Bereich der Herstellung auf. Die Standardisierung schafft auch für die Instandhaltung Voraussetzungen zur

- Erhöhung der Arbeitsproduktivität und der Instandhaltungskapazität
- Senkung der Kosten und des Zeitaufwands für die Instandhaltung
- Konzentration und Spezialisierung der Instandsetzung
- besseren Ausnutzung des Transport- und Lagerraums
- Verbesserung der Qualität instand gesetzter Erzeugnisse u. a. m.

Das Prinzip der Austauschbarkeit erlangt für die Instandhaltung besondere Bedeutung, weil dieses Prinzip erst die derzeitigen modernen Methoden der Instandhaltung voll zur Wirkung kommen läßt. Die konsequente Durchsetzung der Standardisierung in Anlagen der industriemäßigen Tierproduktion führt zur Verringerung der Anzahl verschiedenartiger Elemente der Anlage und einer relativen Vergrößerung der Anzahl gleichartiger Elemente. Damit

- verringert sich die Zahl der Ersatzteilpositionen
- wird die Instandhaltungs- und Ersatzteilplanung erleichtert
- können Instandhaltungstermine präziser bestimmt werden
- können durch Spezialisierung produktivere Technologien eingesetzt werden u. a. m.

Letztlich trägt die Standardisierung über diese Faktoren zur Senkung der Instandhaltungskosten bei. Im folgenden werden für die einzelnen Bereiche Forderungen aus der Sicht der Instandhaltung formuliert.

## 2. Zielfunktion bei der Standardisierung

Bei der Lösung von Standardisierungsaufgaben ist von der Zielfunktion des Maschinenverhaltens auszugehen. Die Aufwendungen für die Herstellung, die Instandhaltung und den Betrieb, bezogen auf die Arbeitsmenge in der Nutzungsdauer, müssen einem Minimum zustreben [1]. Standardisierungslösungen zugunsten der Instandhaltung dürfen sich nicht soweit kostenerhöhend auf den Bereich der Herstellung und des Betriebs auswirken, daß die Gesamtkosten dadurch steigen. Beispielsweise ist bei der Standardisierung von E-Motoren nicht nur die Auslastung der Motoren zu prüfen, sondern man muß auch die Mehraufwendungen für eine Blindstromkompensation und evtl. an Elektroenergie berücksichtigen. In der Mehrzahl der Fälle bringt die Standardisierung dem Bereich Herstellung und Instandhaltung gleichermaßen Nutzen und führt somit zur Senkung der Gesamtkosten.

## 3. Beziehungen zwischen Planungsparametern und Standardisierung

Das Schädigungsverhalten ist für die Lösung von Instandhaltungsfragen eine der wichtigsten Grundlagen [1]. Die Genauigkeit der Parameter des Schädigungsverhaltens hängt in starkem Maße von der Anzahl der vorhandenen Maschinen ab. Der Fehler  $f$  im Bestimmen der mittleren Grenznutzungsdauer wird in Abhängigkeit vom Variationskoeffizienten  $V$  und der untersuchbaren Stichprobengröße  $n$  bei einer statistischen Sicherheit von rd. 95% aus

$$f = \frac{2V}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

bestimmt [2]. Die untersuchbare Stichprobengröße hängt in erster

Linie von der produzierten Stückzahl von unter vergleichbaren Bedingungen genutzten Maschinen ab. Zum Beispiel beträgt der Fehler bei einem Variationskoeffizienten von 0,3 und einer untersuchbaren Stichprobengröße von  $n = 10$  rd. 20%. Um diesen Fehler auf 10% zu verringern, ist der Maschinenbestand bzw. die Anzahl gleicher Baugruppen auf das Vierfache zu erhöhen. Eine wissenschaftlich begründete Ersatzteilplanung erfolgt über die Erneuerungsfunktion, in die die mittlere Grenznutzungsdauer  $tq$  direkt eingeht. Näherungsweise gilt nach [3]

$$H(t) = t/tq + 0,5 V^2 - 0,5 \quad (2)$$

Der Fehler der Ersatzteilplanung liegt also in der gleichen Größenordnung wie der Fehler der mittleren Grenznutzungsdauer. Die Erhöhung des Bestands an gleichartigen Baugruppen bzw. Maschinen durch konsequente Durchsetzung der Standardisierung wirkt sich also insgesamt auf die Ersatzteilplanung wesentlich aus.

Die Anzahl gleicher Baugruppen in einer Anlage beeinflusst auch die Ersatzteilhaltung in der Anlage. Man kann zunächst annehmen, daß der Gesamtbaugruppenbestand zum Bestimmen der mittleren Grenznutzungsdauer  $tq$  hinreichend groß ist (z. B. 500). Die mittlere Grenznutzungsdauer der in einer Anlage installierten Baugruppe  $tq_{Anl.}$  streut dann nach der Gesetzmäßigkeit

$$tq - \frac{2s}{\sqrt{n}} \leq tq_{Anl.} \leq tq + \frac{2s}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

wenn eine statistische Sicherheit von etwa 95% vorausgesetzt wird [2]. Es wirkt also beim Schluß von der Gesamtheit auf einen Teil der Gesamtheit die gleiche Gesetzmäßigkeit wie beim Schluß von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit. Diese Gesetzmäßigkeit hat zur Folge, daß der Sicherheitsbestand an Ersatzteilen bzw. Baugruppen größer angelegt werden muß als der mittlere Bedarf. Eine Erhöhung der Anzahl gleicher Baugruppen in der Anlage durch Standardisierung führt somit zur Senkung des Sicherheitsbestands.

## 4. Beziehungen zwischen Maschinenbestand und Instandhaltung

### 4.1. Präzisieren des Instandsetzungstermins

Die geringe Anzahl von Maschinen bzw. Baugruppen macht es unmöglich, über Optimierungsrechnungen den Instandsetzungstermin exakt festzulegen. Aus diesem Grund wurden Methoden zum näherungsweisen Bestimmen der Instandhaltungsmethoden und zum Präzisieren des Instandsetzungstermins erarbeitet [4][5]. Hierzu ist ein Mindestbestand von 7 Baugruppen erforderlich. Wenn man den Schädigungszustand mit Hilfe der Technischen Diagnostik nicht ermitteln kann, ist eine Instandhaltungsplanung bei einem Baugruppenbestand  $< 7$  nicht oder nur mit großen Fehlern möglich.

### 4.2. Technologie der Instandsetzung

Eine große Zahl gleichartiger Baugruppen ermöglicht eine Spezialisierung in der Instandsetzung und die Anwendung hochproduktiver Instandsetzungsverfahren. Bei größeren Stückzahlen ist es möglich, die Einzelteilinstandsetzung aufzubauen und damit die Instandsetzungskosten und den Materialverbrauch zu senken. Die Aufwendungen für instand gesetzte Baugruppen machen durchschnittlich nur 1/3 bis 1/5 der Kosten für fabrikneue aus. Die erforderliche jährliche Stückzahl für eine effektive Instandsetzung liegt in der Größenordnung von 1000 [1]. Wird ein

Anfallfaktor von 0,3 unterstellt, so ist für die Realisierung dieser Stückzahl ein Baugruppenbestand eines Typs oder sehr ähnlicher Typen von 3000 erforderlich.

## 5. Forderungen an die Standardisierung

### 5.1. Maschinen und Anlagen

Gegenwärtig ist der Unterschied der mittleren Grenznutzungsdauer zwischen der maschinentechnischen Ausrüstung und der Bauhülle beträchtlich groß. Es ist also erforderlich, die technische Ausrüstung innerhalb der Grenznutzungsdauer der Anlage mehrmals auszutauschen. Die Intervalle dürften 8 bis 12 Jahre betragen, womit ein 3- bis 4maliger Austausch verbunden wäre. Infolge des technischen Fortschritts ist zu erwarten, daß die ursprünglich installierte Maschine nicht mehr produziert wird. Damit ist die Forderung verbunden, daß die Einbaumaße, Anschlußmaße usw. bei Neuentwicklungen erhalten bleiben müssen. Dazu sind entsprechende Standardmaße zu schaffen.

Das gleiche Prinzip gilt bei Veränderungen an einer Maschine. Je geringer die Verschiedenheit der Elemente der technischen Ausrüstung ist, um so vorteilhafter läßt sich die planmäßig vorbeugende Instandhaltung realisieren. Es kommt aus der Sicht der Instandhaltung auf ein Minimum der Instand zu setzenden bzw. auszutauschenden Typen der Baugruppen oder Maschinen der technischen Ausrüstung an, unabhängig von der Größe der Anlage. Die Tatsache, daß das Fütterungssystem einer Milchviehanlage und einer Rindermastanlage aus den gleichen Elementen besteht, ist von großem Wert. Daß die Anzahl der Förderer, die Anzahl der Hochsilos oder auch die Länge der Gurtbandförderer unterschiedlich ist, wirkt sich auf die Instandhaltung nicht aus. Ausgangspunkt der Standardisierung ist also nicht das Festlegen einer bestimmten Anlagengröße, sondern das Vereinheitlichen der Elemente eines Mechanisierungssystems auch bei unterschiedlicher Anlagengröße bzw. unterschiedlichem Anlagentyp. Beispielsweise müssen in Anlagen der Rinderhaltung und der Schweinehaltung die gleichen Maschinentypen im System Entmischung zum Einsatz kommen.

Bei Vergleich der unterschiedlichen Mechanisierungssysteme, wie Fütterung, Lüftung, Gülle usw., ist festzustellen, daß bestimmte Baugruppen, wie z. B. Standardmotoren, Getriebemotoren oder Getriebe, gleichen Typs in verschiedenen Mechanisierungssystemen vorkommen. Die Standardisierung darf nicht beim Mechanisierungssystem stehenbleiben, sondern muß über dessen Grenzen hinausgehen. Sicherlich ergeben sich durch die verschiedenen Hersteller und Verantwortlichkeiten Schwierigkeiten in der Abstimmung. Die Vorteile für die Instandhaltung durch die Senkung der Typenvielfalt sind jedoch beträchtlich.

### 5.2. Gurtbandförderer

Die zu standardisierenden Elemente am Gurtbandförderer sind

- Gurtbandbreite
- Gurtgeschwindigkeit
- Elektrogurttrommel und Umlenktrommel
- Tragrollen.

Die Länge des Förderers, die Gerüsthöhe oder der Aufstellwinkel sind aus der Sicht der Instandhaltung unwesentlich, da die Rahmenkonstruktion als Dauerteil ausgelegt ist und die erforderliche Gurtbandlänge durch Kleben von Bandstücken erreicht wird.

Die Verschiedenheit der E-Gurttrommeln beträgt, bezogen auf den Gesamtbestand, nur rd. 30% im Fütterungssystem Rind, jedoch werden in einer Großanlage bis zu neun verschiedene Typen eingebaut. Dazu werden 5 verschiedene Fördergurte bei 4 verschiedenen Bandbreiten verwendet. Damit ist auch die Verschiedenheit der Tragrollentypen bestimmt.

Da bei den E-Gurttrommeln nur 4 verschiedene Leistungsstufen zum Einsatz gelangen, liegen die Reserven in der Bandbreite und -geschwindigkeit. Die Bandbreiten lassen sich auf wenigstens 2 reduzieren. Damit verringert sich auch die Typenzahl an E-Gurttrommeln und Tragrollen. Des weiteren vermindern sich die Anzahl der Ersatzteilpositionen, der wertmäßige Ersatzteilbestand sowie die Störreserve erheblich.

### 5.3. Elektromotoren

In Großanlagen werden 15 bis 20 verschiedene Leistungsgrößen von Elektromotoren verwendet. Werden die verschiedenen Bauformen berücksichtigt, so steigt die Anzahl der Varianten auf das Doppelte. Die Typenvielfalt in einer Leistungsgröße geht bis zu 5. Werden mehrere Großanlagen in die Betrachtung einbezogen, so liegt die Verschiedenheit bei 72 Typen [6]. Bei Einbeziehung der Alltypen sind gegenwärtig im Bereich des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft 1400 verschiedene E-Motoren eingesetzt.

Von Seiten der Instandhaltung ist für Anlagen der Tierproduktion insbesondere bei der Baugruppe Elektromotor eine unbedingte Standardisierung zu fordern. Darunter ist zu verstehen, daß aus dem standardisierten Sortiment der Hersteller eine eingeschränkte Auswahl erfolgen muß. Eine Beschränkung auf 15 Leistungsgrößen und 25 verschiedene Typen insgesamt dürfte im Bereich des Möglichen liegen. Mit diesem Umfang wäre eine Verringerung der Positionen auf 30% möglich. Nach Eichler [1] kann für eine Ersatzteilposition im Bereich der Ersatzteilzirkulation mit Kosten von rd. 500 Mark gerechnet werden. Es sind also durch eine derartige Standardisierungsmaßnahme 25 000 Mark an Zirkulationskosten je Ersatzteillager einsparbar.

## 6. Zusammenfassung

Zusammenfassend sind aus der Sicht der Instandhaltung an die Standardisierung folgende Forderungen zu stellen:

- Die Standardisierung muß innerhalb der Mechanisierungsabschnitte beginnen. Eine Standardisierung der Anlagengröße ist nicht erforderlich, wenn die maschinentechnische Ausrüstung gleich ist.
- Innerhalb der Mechanisierungsabschnitte sind standardisierte Bauelemente zu verwenden, wobei die Verschiedenheit in einem Mechanisierungsabschnitt auf ein Minimum zu reduzieren ist. Darüber hinaus ist die Verschiedenheit über alle Mechanisierungsabschnitte zu verringern. Dazu ist es u. a. erforderlich, eine Einheitsreihe von Elektromotoren zu schaffen und die in Anlagen anzuwendenden Gurtbandbreiten zu vereinheitlichen.
- Anlagen unterschiedlicher Größe sind mit einheitlicher maschinentechnischer Ausrüstung baukastenmäßig zu versehen.
- Die Anschlußmaße von Maschine zu Maschine und von Maschine zur Bauhülle sind zu stabilisieren, um eine volle Austauschbarkeit kompletter Maschinen zu gewährleisten, insbesondere bei Neuentwicklungen und Modernisierungen.
- Für den Raum zur Demontage und Montage im Falle der Instandsetzung sind Standardgrößen zu erarbeiten, ebenfalls für stationäre und quasistationäre Hebezeuge.
- In Verbindung mit Torgrößen sind die räumlichen Abmessungen von Maschinen als nicht überschreitbare Maße zu standardisieren, um den Austausch von Maschinen in Verbindung mit der Bauhülle zu gewährleisten.
- Im Standard „Instandhaltungsgerechte Konstruktion“ sind Vorgabewerte für mittlere Grenznutzungsdauer und Prinzipien der instandhaltungsgerechten Projektierung aufzunehmen.

## Literatur

- [1] Eichler, C.: Grundlagen am Beispiel landtechnischer Arbeitsmittel. Berlin: VEB Verlag Technik 1973.
- [2] Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden. Berlin: Springer-Verlag 1969.
- [3] Gnedenko, B. W.; Beljajew, J. K.; Solowjew, A. P.: Mathematische Methoden der Zuverlässigkeitstheorie. Berlin: Akademie-Verlag 1968.
- [4] Eichler, C.: Näherungsweise Bestimmen der Instandsetzungstermine für die Instandsetzung nach starrem Zyklus, insbesondere für Anlagen der Tierproduktion. agrartechnik 24 (1974) H. 2, S. 73—75.
- [5] Eichler, C.; Schiroslawski, W.; Karpowsky, H.: Zum näherungsweise Bestimmen der optimalen Instandhaltungsmethoden am Beispiel von Anlagen der industriemäßigen Tierproduktion. agrartechnik 23 (1973) H. 9, S. 396—399.
- [6] Völzke, W.: Instandsetzung der Elektromotoren für die sozialistische Landwirtschaft. agrartechnik 25 (1975) H. 10, S. 484—486.

A 1161