

Zur numerischen Ermittlung des Bedarfs an instand gesetzten Baugruppen

F. Loeper / Dipl.-Ing. W. D. Schulz, KDT, VEB WTZ Spezialisierte Landtechnische Instandsetzung, Neuenhagen

1. Aufgabenstellung

Für die landwirtschaftlichen Betriebe, die Kreishetriebe für Landtechnik (KfL) und die Landtechnischen Instandsetzungswerke (LIW) ist die Bedarfsermittlung und damit auch die Bilanzierung problematisch. In [1] [2] [3] [4] werden numerische Methoden dargelegt, die nur unter bestimmten Voraussetzungen anwendbar [1] [2] [4] oder nur mit großem rechnerischen Aufwand realisierbar sind [3] [4].

Nachfolgend wird eine Methode erläutert, die mit verhältnismäßig geringem rechnerischen Aufwand durchführbar und sehr praxisnah ist. Dabei werden die nachstehenden Besonderheiten berücksichtigt:

- Fabrikneue und instand gesetzte Baugruppen haben eine unterschiedliche mittlere Grenznutzungsdauer.
- Durch gezielte qualitätsverbessernde Maßnahmen sowohl beim Hersteller als auch beim Instandsetzer ändern sich die mittlere Grenznutzungsdauer und die Standardabweichung.

Im folgenden soll die von Eichler/Schiroslawski kurz beschriebene und auf Gnedenko zurückgehende Methode zum Ermitteln der zu erwartenden Ausfälle genauer beschrieben und erweitert werden.

Die entscheidende Frage, auf die die Probleme der Erneuerung der Baugruppen hinauslaufen, lautet:

Wieviele Baugruppen, bezogen auf eine Baugruppenart, müssen für einen bestimmten Maschinentyp bis zur Zeit t eingeplant werden, wenn die entsprechende Baugruppe zwischenzeitlich immer wieder ausgewechselt wird?

Diese Angabe liefert die Funktion $H(t)$, die die Anzahl der bis zur Zeit t ausfallenden Baugruppen angibt.

Durch Multiplikation mit der Anzahl der Maschinen (z. B. Traktoren) erhält man die Gesamtzahl der zu ersetzenden Baugruppen.

2. Grundsätzliche Berechnung von $H(t)$

Für $H(t)$ gilt:

$$H(t) = \sum_{n=1}^{\infty} F_n(t) = F_1(t) + F_2(t) + F_3(t) + \dots \quad (1)$$

In der Praxis genügt es, die ersten 3 bis etwa 10 Summanden dieses Ausdrucks zu berechnen, weil die folgenden vernachlässigbar klein werden und das Ergebnis nicht wesentlich beeinflussen.

Wie werden die einzelnen $F_n(t)$ berechnet?

Für die Einzelfunktionen $F_n(t)$ ist der Verteilungstyp der Ausfälle bestimmend.

Im allgemeinen wird als Verteilungstyp die Normalverteilung angenommen, eine Annahme, die durch statistische Untersuchungen für bestimmte Baugruppen abgesichert ist [5] [6] [7].

In diesem Fall erhält man die $F_n(t)$ wie folgt:

$$F_n(t) = \Phi \left(\frac{t - n\mu}{\sigma \sqrt{n}} \right) \quad (2)$$

- t Zeitpunkt, bis zu dem der Baugruppenausfall berechnet werden soll
- μ mittlere Grenznutzungsdauer der Baugruppe
- σ Standardabweichung
- n Laufindex
- $\Phi(\lambda)$ Verteilungsfunktion der normierten Normalverteilung (in Tabellenbüchern angegeben, z. B. auch in [7])

Ein Problem besteht in der Beschaffung der Daten für die mittlere Grenznutzungsdauer μ und die Standardabweichung σ . In Tafel 1 sind als Beispiel einige im Rahmen eines Forschungsberichtes der Ingenieurschule Friesack erarbeitete Daten zusammengestellt.

Für den Fall, daß der Unterschied in der mittleren Grenznutzungsdauer neuer und instand gesetzter Baugruppen mit berücksichtigt werden soll, gilt:

$$F_n(t) = \Phi \left(\frac{t - (\mu + [n-1]f\mu)}{\sqrt{\sigma^2 + (n-1)(V\mu \cdot f)^2}} \right) \quad (3)$$

f „Differenzfaktor“ neuer und instand gesetzter Baugruppen

V Variationskoeffizient, $V = \sigma/\mu$

Weiterhin sei hier die Beziehung für den Fall angegeben, daß beim Instandsetzer eine signifikante Qualitätsveränderung eingetreten oder geplant ist.

$$F_n(t) = \Phi \left(\frac{t - n\mu}{\sqrt{n}\sigma} \right) \quad \text{für } n \leq n_1 \quad \text{und} \quad (4)$$

$$F_n(t) = \Phi \left(\frac{t - (n_1\mu + [n - n_1]k\mu)}{\sqrt{n_1\sigma^2 + (n - n_1)(V\mu k)^2}} \right) \quad \text{für } n > n_1$$

k „Differenzfaktor“ nach alter bzw. neuer Technologie instand gesetzter Baugruppen ($k > 1$, Forderung!)

n_1 ist folgendermaßen definiert:

Die Qualitätsverbesserung wird zum Zeitpunkt $n_1\mu$ eingeführt.

Der letztgenannte Fall dürfte in erster Linie für die Kapazitätsplanung in den LIW von Interesse sein.

3. Anwendungsbeispiel

Angenommen, im Einzugsgebiet eines KfL seien vor 3 Jahren 50 Traktoren des Typs MTS-50/52 zugeführt worden, und es soll berechnet werden, wieviel Tauschmotore in den nächsten 3 Jahren benötigt werden.

Mit berücksichtigt werden soll die unterschiedliche mittlere Grenznutzungsdauer neuer und instand gesetzter Motore, weswegen in diesem Fall die Formel (3) angewendet wird. Unter Verwendung der in Tafel 1 angegebenen Werte erhält man:

$$\begin{aligned} F_1(48) &= \Phi(0,428) = 0,6657 \\ F_2(48) &= \Phi(-1,11) = 0,1329 \\ F_3(48) &= \Phi(-2,34) = 0,0096 \\ F_4(48) &= \Phi(-3,35) \approx 0 \\ H(48) &= 0,8082 \end{aligned}$$

Das bedeutet, daß in den 4 Jahren nach Zuführung der 50 Traktoren insgesamt $50 \cdot 0,8082 \approx 40$ Austauschmotore benötigt werden.

Analog ergibt sich für die kommenden beiden Jahre

$$\begin{aligned} H(60) &= 1,3085 \\ H(72) &= 1,8081 \end{aligned}$$

Tafel 1. Kennzahlen für den Traktor MTS 50/52 / 8,

	Motor	Getriebe	Vorderachse	▲nlasser
μ	42	42	37	33
σ	14	18	10	14
f	0,57	0,36	0,73	0,60
V	0,33	0,43	0,27	0,42

Daraus können die Ausfallwahrscheinlichkeiten je Jahr berechnet werden:

$$\text{Im 4. Jahr: } H(48) - H(36) = 0,8082 - 0,3657 = 0,4425$$

$$\text{Im 5. Jahr: } H(60) - H(48) = 1,3085 - 0,8082 = 0,5003$$

$$\text{Im 6. Jahr: } H(72) - H(60) = 1,8081 - 1,3085 = 0,4996$$

Durch Multiplikation mit der Zuführungsgröße (50 Stück) ergeben sich jetzt die in den einzelnen Jahren zu erwartenden Motorenwechsel:

$$\text{Im 4. Jahr: rd. 22}$$

$$\text{Im 5. Jahr: rd. 25}$$

$$\text{Im 6. Jahr: rd. 25}$$

Nach Durchrechnung weiterer jährlicher Zuführungen kann man sich eine Übersicht über die insgesamt benötigten Stückzahlen verschaffen.

Die Berechnung kann natürlich auch — falls erforderlich — quartalsweise erfolgen.

4. Zusammenfassung

Es wurde angegeben, wie das stetige Verfahren zur Ermittlung der erforderlichen Instandsetzungsleistungen angewendet werden kann. Dabei lassen sich drei mögliche Varianten unterscheiden unter Annahme normalverteilter Ausfälle:

— Ausgefallene fabrikneue Baugruppen werden durch fabrikneue ersetzt.

— Ausgefallene fabrikneue Baugruppen werden durch instand gesetzte ersetzt

$$(\mu_{\text{neu}} \neq \mu_{\text{inst.}}, \sigma_{\text{neu}} \geq \sigma_{\text{inst.}})$$

— Wie Fall 2, aber ausgefallene instand gesetzte Baugruppen werden durch instand gesetzte Baugruppen mit einer anderen mittleren Grenznutzungsdauer ersetzt

$$(\mu_{\text{inst. 1}} \neq \mu_{\text{inst. 2}} \neq \mu_{\text{neu}};$$

$$\sigma_{\text{inst. 1}} \geq \sigma_{\text{inst. 2}} \geq \sigma_{\text{neu}})$$

Weiterhin wurde die Anwendung des stetigen Verfahrens an einem praktischen Beispiel demonstriert.

Literatur

- /1/ Eichler, Chr./W. Schiroslawski: Zur Planung des Bedarfs an instand gesetzten Baugruppen. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 9, S. 408—412.
- /2/ Gnedenko, B. W. u. a.: Mathematische Methoden der Zuverlässigkeitstheorie. Berlin: Akademie-Verlag 1968.
- /3/ Churchmann, G. W./R. L. Ackoff/E. L. Arnoff: Operations Research — Eine Einführung in die Unternehmensforschung. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1968.
- /4/ Eichler, Chr.: Grundlagen der Instandhaltung am Beispiel landtechnischer Arbeitsmittel. Berlin: VEB Verlag Technik 1973.
- /5/ Schiroslawski, W.: Anwenden von Verteilungsfunktionen zum Beschreiben des Schädigungsverhaltens landtechnischer Arbeitsmittel. Dt. Agrartechnik 20 (1970) H. 11, S. 506—510.
- /6/ Schiroslawski, W.: Methoden zum Bestimmen der mittleren Grenznutzungsdauer aus Kurzzeituntersuchungen. Forschungsbericht VVB Landtechnische Instandsetzung, VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal (unveröffentlicht).
- /7/ Storm: Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik und statistische Qualitätskontrolle. Leipzig: Fachbuchverlag 1972.
- /8/ Bormann, K.-D.: Forschungsbericht der Ingenieurschule für Landtechnik Friesack (unveröffentlicht). A 9728

Das galvanische Auftragen von Eisen und seine Anwendungsmöglichkeiten für die landtechnische Instandsetzung¹

Dipl.-Ing. M. Gegner

VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal, Betrieb des VEB WTZ Spezialisierte Landtechnische Instandsetzung, Neuenhagen

Die Aufgabe unserer VVB als ein wichtiger Bereich im Komplex der Instandsetzung der energetischen Basis der Genossenschaften bzw. der Kooperativen Abteilungen Pflanzenproduktion besteht darin, die Traktoren mit möglichst geringen Kosten und Aufwand an lebendiger Arbeit instand zu setzen.

Ein wesentlicher Faktor für Kosten und Qualität der Instandsetzungsleistungen ist die Aufarbeitung von Einzelteilen. In den sozialistischen Ländern, insbesondere in der Sowjetunion, sind in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen worden, um das Sortiment der Aufarbeitungsteile zu erweitern, die Verfahrenskosten zu senken und die Qualität der Aufarbeitung zu verbessern.

Bei dieser Weiterentwicklung hat sich das galvanische Auftragen von Eisen als ein Verfahren herausgestellt, das für eine große Palette von Einzelteilen den umfangreichen Anforderungen der Praxis gerecht wird.

1. Galvanische Verfahren

Beim galvanischen Auftragen von Eisen wird ähnlich dem Verchromen in einer Elektrolysezelle durch den Stromfluß eine gesteuerte Abscheidung von Metall erreicht. Dazu befinden sich in einem Bad (Bild 1) voneinander isoliert die Katoden und Anoden. Als Katode werden in das Bad die mit Eisen aufzutragenden Teile eingehängt und an den Minuspol einer Gleichstromquelle angeschlossen. Durch das Kraftfeld, das zwischen Anode und Katode wirkt, wandern die disso-

zierten, d. h., die gelösten und elektrisch geladenen Eisenionen, zur Katode. Da das verschlissene Einzelteil diese Katode darstellt, wandern sie zu den Verschleißstellen des Einzelteils. Beim Auftreffen auf das Teil werden die Eisenionen entladen und bilden eine Metallschicht. Die nicht verschlissenen Flächen werden isoliert. Das dem Eisenelektrolyt ent-

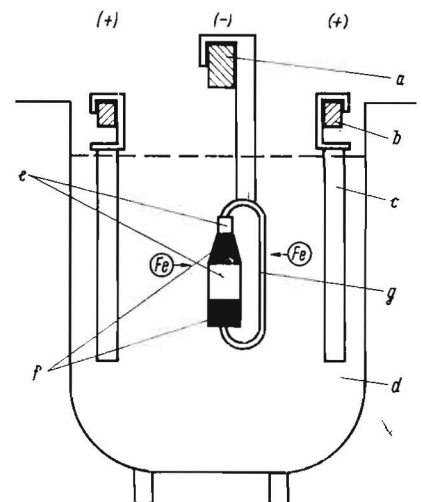


Bild 1. Grundsätzlicher Aufbau eines Elektrolysebades.
a Katodenschiene, b Anodenschiene, c Eisenanode, d Elektrolyt, e aufzutragende Flächen, f isolierte Flächen des Verschleißteils, g isoliertes Gestell

¹ Überarbeitete Fassung eines Referats zur 5. Wissenschaftlich-technischen Tagung „Landtechnisches Instandhaltungswesen“ der Wissenschaftlichen Sektion „Erhaltung landtechnischer Arbeitsmittel“ der KDT am 4. und 5. Dezember 1974 in Neubrandenburg