

3.3. Ökonomische Faktoren

3.3.1. Ökonomischer Nutzen der Instandsetzung
von Einzelteilen

In die Ermittlung des ökonomischen Nutzens sind unbedingt alle Auswirkungen der Maßnahme, unabhängig vom Ort des Auftretens, mit einzubeziehen. Der ökonomische Nutzen der Instandsetzung eines bestimmten Teiles sollte nicht nur innerhalb eines Betriebes gesehen werden.

Die Ermittlung des ökonomischen Nutzens erfolgt für die Instandsetzung von Einzelteilen oft durch Vergleich der Instandsetzungskosten mit dem Industriabgabepreis oder dem Endverbraucherpreis des Neuteiles. Unterschiedliche Gewinnspannen und Handelsspannen können dazu führen, daß die volkswirtschaftlich notwendigen Herstellungskosten erheblich unter den Handelspreisen liegen. Ein Kostenvergleich zum Zwecke der Ermittlung des Nutzens der Instandsetzung eines bestimmten Einzelteiles sollte nur auf der Basis

Instandsetzungskosten : Herstellungskosten
oder

Einkaufspreis des Instandsetzungsteiles : IAP bzw. EAP
erfolgen.

Bei der Entscheidung, ob ein bestimmtes Teil instand gesetzt wird oder nicht, kann und sollte nur der volkswirtschaftliche Nutzen Maßstab sein. Die weitverbreitete Meinung, daß die Instandsetzung eines Einzelteiles nur möglich ist, wenn die Kosten der Instandsetzung unter 75% des IAP liegen, ist falsch. Jeder bloße Preis- und Kostenvergleich von Neuteilen zu Instandsetzungsteilen ist unreal, wenn die Qualitätsbedingungen (Verschleißfestigkeit) und die Folgen, die sich im gesamten Instandhaltungswesen ergeben, nicht berücksichtigt werden.

3.3.2. Instandsetzungskosten

Sollen die Grenzen der Instandsetzung von Einzelteilen durch einen Kostenvergleich ermittelt werden, so sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Kostenvergleichbarkeit
- Kosten als Funktion der Stückzahl und des Verfahrens
- Qualität des instand gesetzten Teiles (Verschleißfestigkeit)

* Institut für Landtechnik der Universität Rostock (komm. Direktor: Dr. agr. habil G. MÄTZOLD)

¹ Teil I in H. 9/1968, S. 419

(Schluß von Seite 459)

dingungen der Entwicklung der sozialistischen Landwirtschaft und der sich immer stärker herausbildenden Aufgaben in Verbindung mit der Nahrungsgüterwirtschaft zu betrachten.

Neben den Problemen der Instandsetzung der Erzeugnisse sind von den Erzeugnisgruppen die grundsätzlichen Aufgaben hinsichtlich der Pflege und Wartung sowie der Sicherung der Einsatzfähigkeit der Landtechnik zu lösen, sie sind damit als komplexe Aufgaben zu betrachten. Hier muß eine enge Verflechtung zwischen den erzeugnispezifischen Aufgaben und den territorialen Bedingungen zur Herausbildung optimaler hochproduktiver Produktionseinheiten in der landtechnischen Instandhaltung erfolgen.

Bei Erfüllung der dargelegten Aufgabenstellung werden die Erzeugnisgruppen einen entscheidenden Beitrag zur Weiterentwicklung der sozialistischen Landwirtschaft leisten.

A 7357

- Auswirkungen im gesamten Instandhaltungswesen
- evtl. durch wegfallende Schrotterlöse auftretende Minder-einnahmen.

Die mit der Instandsetzung erreichte Verschleißfestigkeit muß den Instandsetzungskosten proportional sein.

Diese Zusammenhänge hat KASARZEW [5] dargestellt:

$$\frac{K_n}{N_n} \geq \frac{K_1}{N_1} \quad (8)$$

Darin bedeuten:

- K_n Herstellungskosten für das Neuteil
- K_1 Instandsetzungskosten für das Teil in Abhängigkeit von technologischen Verfahren und der Seriengröße
- N_n Mittl. Grenznutzungsdauer des Neuteiles
- N_1 Mittl. Grenznutzungsdauer des instand gesetzten Teiles

Voraussetzung: N_1 und N_n für gleiche Betriebsbedingungen.

Die Gleichung 8 gibt die Problematik teilweise wieder, eine Reihe von Einflußfaktoren blieben unberücksichtigt.

Der bei der Instandsetzung des Einzelteiles vorerst ausfallende Schrotterlös S ist mit einzubeziehen:

$$K_1 \leq \frac{N_1}{N_n} (K_n - S) \quad (9)$$

Wird die Verschleißfestigkeit und damit die Grenznutzungsdauer des instand gesetzten Teiles kleiner als die des Neuteiles, so sind im Verlaufe des Instandhaltungsprozesses bei Verwendung instand gesetzter Teile zusätzliche Montagen erforderlich, um die Teile auszutauschen. Umgekehrt wird bei Vergrößerung der Verschleißfestigkeit des instand gesetzten Teiles gegenüber dem Neuteil eine bestimmte Zahl von Montagen eingespart. Der Aufwand für diese Montagen muß unter Einbeziehung evtl. Verluste für zusätzlich erforderliche bzw. eingesparte instandhaltungsbedingte Stillstandszeiten in den Nachweis des ökonomischen Nutzens einbezogen werden:

$$\text{für } N_1 > N_n: (K_n - S) \frac{N_1}{N_n} + (MA + IZ) \left(\frac{N_1}{N_n} - 1 \right) \geq K_1 \quad (10)$$

$$\text{für } N_1 < N_n: (K_n - S) \frac{N_1}{N_n} - (MA + IZ) \left(\frac{N_n}{N_1} - 1 \right) \geq K_1 \quad (11)$$

Darin bedeuten:

MA Aufwand für einmalige Montage (Auswechseln des Einzelteiles) einschließlich Aufwand für evtl. zusätzlich erforderliche neue Paarungsteile

IZ Produktionsausfall für die durch einmalige Montage erforderliche instandhaltungsbedingte Stillstandszeit

Die wichtigste Schlußfolgerung hieraus ist, daß Aussagen über die Rentabilität der Instandsetzung von Einzelteilen nur möglich sind, wenn man die Verschleißfestigkeit mit beurteilt und wenn die Betrachtungen den gesamten Instandhaltungsprozeß umfassen.

3.3.3. Lebendige Arbeit für Instandsetzung

Für die Produktion innerhalb eines Instandsetzungsbetriebes ist auch entscheidend, ob der Betrieb mit der Instandsetzung von Einzelteilen oder mit anderen Arbeiten je

Stunde lebendiger Arbeit mehr betrieblichen Nutzen in Form von Gewinn erzielen kann.

$$\text{Es gilt: } \frac{P_n - K_1}{L_1} \geq \frac{G}{L} \quad (12)$$

Hierin sind:

- P_n Einkaufspreis des neuen Ersatzteiles
- G Plangewinn des Betriebes im Planjahr
- L im Planjahr eingesetzte Menge an lebendiger Arbeit im Gesamtbetrieb
- L_1 Lebendige Arbeit zur Instandsetzung des Einzelteiles.

Das Ergebnis dieser Rechnung sollte jedoch mit den Ermittlungen unter 3.3.2 verglichen und bei der Entscheidung über die Aufnahme eines Teiles in das Instandsetzungsprogramm zweitrangig behandelt werden, denn volkswirtschaftlicher Nutzen geht über betrieblichen Nutzen.

3.3.4. Materialvorräte

Auch die im Betrieb vorhandenen Materialvorräte an Neuteilen müssen bei der Entscheidung über evtl. Instandsetzung eines Einzelteiles in folgendem Fall mit herangezogen werden:

Wenn das für die Instandsetzung vorgesehene Ersatzteil in größeren Mengen als Neuteil im Lager liegt und nicht durch Verkauf an andere Betriebe abgegeben werden kann, müssen die Einsparungen bei Verwendung der instand gesetzten Teile größer als die zur Finanzierung des Lagerbestandes erforderlichen Aufwendungen sein. Falls die nach Aufnahme der Instandsetzung des Teiles nicht mehr benötigten Neuersatzteile nicht anderseitig abgesetzt oder verbraucht werden können und der Nutzen der Instandsetzung kleiner ist als der Aufwand für die Finanzierung des Lagerbestandes, sollte die Instandsetzung erst aufgenommen werden, wenn die Lagerbestände an Neuteilen aufgebraucht sind.

Dieser Zusammenhang läßt sich für den Zeitraum eines Jahres wie folgt darstellen:

$$E = P_n - K_1$$

$$E \cdot c \cdot N \geq \frac{(L - b \cdot N) P_n \cdot r}{100} \quad (13)$$

Hierin bedeuten:

- E Einsparungen für Instandsetzung des Einzelteiles im Verhältnis zum Einbau eines Neuteiles
- N Jahresproduktion an instand zu setzenden Maschinen
- L Lagerbestand
- r Zinssatz für Finanzierung des Lagerbestandes
- b Neuteil-EVN für die Instandsetzung einer Maschine
- c Instandsetzungsteil-EVN für die Instandsetzung einer Maschine

Ist die Beziehung 13 nicht erfüllt, so kann man noch nicht anfangen, gleichzeitig instand gesetzte Teile und Neuteile zu verwenden, da die Lagerbestände an Neuteilen zu groß sind. Es wird damit der Grenztermin interessant, von dem an mit der Instandsetzung und dementsprechend mit der gleichzeitigen Verwendung von Neu- und Instandsetzungsteilen begonnen werden kann. Der Grenztermin läßt sich ermitteln, indem die Ungleichung 13 als Gleichung aufgefaßt $N = N_g$ gesetzt und nach N_g aufgelöst wird. N_g ist dann die Stückzahl, die noch instand gesetzt werden muß, um keine nachteiligen Folgen zu haben.

$$N_g = \frac{L \cdot P_n \cdot r}{E \cdot c \cdot 100 + r \cdot b \cdot P_n} \quad (14)$$

3.4. Organisatorische Faktoren

3.4.1. Ersatzteilversorgung

Die mangelhafte Versorgung mit bestimmten Ersatzteilen war ursprünglich der Anlaß zur Instandsetzung dieser Einzelteile. Auch heute noch kann die Ersatzteilversorgung

für die Instandsetzung von Einzelteilen in einer Reihe von Fällen bestimmend sein, weil beim Fehlen bestimmter Ersatzteile der dadurch entstehende volkswirtschaftliche Schaden in die Bestimmung der Grenzen der Instandsetzung von Einzelteilen einbezogen werden muß. Diese volkswirtschaftlichen Schäden sind im allgemeinen so groß, daß die Instandsetzung, auch wenn die vorgenannten Bedingungen nicht eingehalten werden, in jedem Falle wirtschaftlich ist. Es sollte in diesen Fällen aber unbedingt geprüft werden, ob die Bedingungen der Funktion und der Festigkeit eingehalten sind. Kommt es zu erheblichen Minderungen der Verschleißfestigkeit, der Dauerfestigkeit u. a. m., so sollte dem Kunden wegen qualitätsgeminderter Instandsetzung entsprechender Preisnachlaß gewährt werden. Keinesfalls darf man zulassen, daß diese in Notfällen spontan instand gesetzten Einzelteile ohne genaue Überprüfung aller Grundfaktoren in der Serie verbleiben, da sonst die Gefahr einer dauernden Qualitätsminderung besteht.

4. Beziehungen zwischen dem Betriebsgeschehen eines Instandsetzungsbetriebes und der Instandsetzung von Einzelteilen

Die Instandsetzung von Einzelteilen bestimmt auch Gebiete des allgemeinen Betriebsgeschehens in Instandsetzungsbetrieben. Sie beeinflusst den technologischen Ablauf; es bestehen Beziehungen zu der Art der Preisgestaltung für Instandsetzungsleistungen an Maschinen, Beziehungen zur Rentabilität des Betriebes, der Ersatzteilversorgung u. a. m.

Es übersteigt den Rahmen vorliegender Arbeit, diese Beziehungen intensiv zu behandeln. Anhand eines Beispiels soll jedoch auf eines dieser Probleme hingewiesen werden.

Betrachtet man als Beispiel einen Instandsetzungsgegenstand, der jährlich in großen Stückzahlen (1000 Stück) in einem Betrieb zum Festpreis von 500 M/St. instand gesetzt wird. In diesem Gegenstand befindet sich eine komplizierte Welle aus hochwertigem Importwerkstoff. Diese Welle sei mit verschiedenen Keilprofilen, einer Verzahnung und einem Simmerringsitz versehen. Die mittlere Grenznutzungsdauer des Simmerringsitzes soll der Nutzungsdauer zwischen zwei Grundüberholungen entsprechen. Die übrigen Verschleißstellen haben eine Grenznutzungsdauer von zwei Grundüberholungsperioden. Die Herstellungskosten des Neuteiles betragen 80 M/Stück. Die Nutzungsdauer zwischen zwei Grundüberholungen soll 2 Jahre betragen. Der Simmerringsitz ist zu Kosten von 10 M/St. und einer Grenznutzungsdauer von 2 Jahren einmal instandsetzbar. Im Extremfall ist denkbar, daß bei allen 1000 Instandsetzungsgegenständen die Welle instandsetzbar ist. Damit wird gegenüber der Verwendung von Neuteilen eine Einsparung von 70 M/St. erzielt. Nach Ablauf von 2 Jahren kommen die 1000 Instandsetzungsgegenstände wiederum zur Instandsetzung. Da das Teil aber nur einmal instandsetzbar ist, müssen nun 1000 St. Neuteile eingebaut werden. Die Folgen sind:

70 000 M Kostenerhöhung, und mit großer Wahrscheinlichkeit sind keine Neuteile vorhanden. Da der Instandsetzungsbetrieb dem Handelsbetrieb vor 2 Jahren keine Neuteile abkaufte, hat dieser wegen der Planmethodik nach Umsatzkennziffern keine Neuteile geplant, und die herstellende Industrie hat keine gefertigt.

Man hat sich also mit dieser Handlungsweise sowohl die Ökonomie wie auch die Ersatzteilversorgung schwierig gestaltet. Welche Auswege gibt es nun?

Von der Instandsetzung der Einzelteile völlig abzugehen, wäre falsch. Es gibt zwei Möglichkeiten: Möglichkeit 1 ist, daß von vornherein nur 50% instand gesetzte Teile eingebaut werden, womit gesichert wird, daß zur zweiten Grundüberholung instandsetzbare Teile mit den Instandsetzungsgegenständen angeliefert werden. Man verzichtet aber damit auf einen Teil des erreichbaren volkswirtschaftlichen Nutzens. Die 2. Möglichkeit des Einbaues von 1000 instand gesetzten

Teilen sichert den vollen Nutzen, erfordert aber, daß der Zeitpunkt der Kostenerhöhung und des Mehrverbrauchs an Neuteilen festgestellt wird. Das genannte Problem ist in der Praxis infolge der Streuung im Abnutzungsverhalten, in den Einsatzleistungen der Instandsetzungsgegenstände u. a. m. weit komplizierter als dargestellt. Man muß über mathematische Methoden die Ausfallwahrscheinlichkeit der einzelnen Teile bestimmen und kann damit die Zahl der in jeder Instandsetzungsperiode auszutauschenden Einzelteile sowie den Termin der Kostenkonstanz ermitteln.

Es kann dabei von der Ersatztheorie [11] ausgegangen werden, indem die Zahl der in jedem beliebigen Nutzungsdauerintervall auszutauschenden Einzelteile bestimmt wird. Die Zahl der in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer zu ersetzenden Einzelteile ergibt sich aus der Abgangskurve nach der Gleichung

$$f(t) = \sum_{i=0}^{i=t} f(i) p(t-i) \quad (15)$$

Dabei ist $f(i)$ die das Abnutzungsverhalten kennzeichnende Abgangskurve für das zu untersuchende Teil und $p(t-i)$ der Verlauf der Ausfallwahrscheinlichkeit, dargestellt in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer t . Die Beziehung (15) läßt sich für praktische Fälle mit Hilfe der Monte Carlo-Methode [11] relativ einfach ermitteln und gibt die Streuung des Ersatzteilverbrauchs über der Zeit infolge der Streuung des Abnutzungsverhaltens an. Bild 3 zeigt an einem Prinzipbeispiel, daß bis zu einer bestimmten Nutzungsdauer t_g der Ersatzteilverbrauch erheblichen Schwankungen unterworfen ist, daß er aber oberhalb dieser Nutzungsdauer t_g nahezu konstant wird. Überträgt man diese Gesetzmäßigkeit auf den Einsatz instand gesetzter Teile im Instandsetzungsprozeß von Arbeitsmitteln, so ist festzustellen, daß bis zu der Nutzungsdauer t_g der Anteil an Neu- bzw. Instandsetzungsteilen besonderen Bedingungen unterliegt und demzufolge beachtet werden muß. Zahlenmäßige Untersuchungen ergaben, daß bei Landmaschinen t_g in der Größenordnung von 4 bis 5 Jahren nach Durchführung der ersten Instandsetzungen liegen wird.

5. Zusammenfassung

Auf die Grenzen der Instandsetzung von Einzelteilen wirken eine Vielzahl von Faktoren ein. Die besprochenen Grenzfaktoren der Instandsetzung von Einzelteilen müssen ihrem Charakter nach in 2 Gruppen gegliedert werden:

- Grenzfaktoren erster Ordnung:**
Sie bestimmen unbedingt die Instandsetzbarkeit des Einzelteiles und müssen absolut erfüllt werden. Diese Faktoren sind z. B.: Funktion, Festigkeit, Austauschbarkeit (bei Aufarbeitung).
- Faktoren zweiter Ordnung:**
Sie bestimmen, unter welchen Bedingungen die Instandsetzung von Einzelteilen technisch und wirtschaftlich möglich ist und wie hoch der volkswirtschaftliche Nutzen ist. Diese Faktoren sind: Dauerfestigkeit, Instandhaltungstechnik, Anzahl der Instandsetzungsmöglichkeiten, Ver-

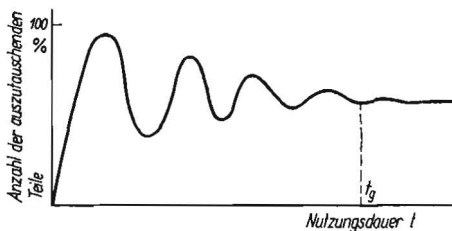


Bild 3. Schwankungen im Ersatzteilverbrauch im Verlauf der Nutzungsdauer

schleißfestigkeit in Verbindung mit den Kosten (Formel), Einsatz der lebendigen Arbeit, Materialvorräte.

Die Faktoren wurden in der Reihenfolge genannt, in der sie im jeweiligen Fall untersucht werden müssen. Erst wenn alle Faktoren ein positives Ergebnis zeigen, bringt die Aufnahme des Teiles in das Instandsetzungsprogramm maximalen volkswirtschaftlichen Nutzen.

Literatur

- ARNHOFF / ACKOFF / CHURCHMAN: Operations Research. VEB Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1964
- EICHER, CH.: Technisch ökonomische Grenzen der Instandsetzung von Einzelteilen. Vortrag zum KDT-Kolloquium am 24. Febr. 1967 am Institut für Landtechnik der Universität Rostock (unveröffentlicht)
- HAWLITSCHKE, I.: Methoden zum Bewerten der technisch-ökonomischen Zweckmäßigkeit einer Aufbereitung beschädigter Einzelteile. Zemedelska Technika, Prag (1966) H. 1, S. 17 bis 25
- KUBEIN, I. / O. BRANDT: Zur Regenerierung beschädigter Maschinenteile. Der Maschinenbau, Berlin (1967) H. 5, S. 210 bis 214
- HIRSCH, P.: Untersuchungen über die technischen und ökonomischen Grenzen der Aufarbeitung von Verschleißteilen. Großer Beleg am Institut für Landtechnik der Universität Rostock 1966 (unveröffentlicht) A 7131/11

Einen Tip für den Verminkalender

unserer Leser im Ausland, der deutschen Bundesrepublik und Westberlin:

Bitte denken Sie rechtzeitig an die Erneuerung Ihres Abonnements. Bei einer Unterbrechung können wir Ihnen den lückenlosen Nachbezug der einzelnen Hefte nicht garantieren. Ihre Redaktion A 7286

ORANO

**Mühlensleine
in allen Größen**

**Mit
weichem Herzstück
Vorschrotbahn
Feinmahlbahn und
halbweicher Luftfurche**

Deshalb der Schrotstein von höchster Leistung

Folgende Referenzen geben Auskunft über Vorteile und Wirtschaftlichkeit

- LPG „Wismul“, 20 Neubrandenburg
- Schulz, Friedrich, Mühle, 22 Greifswald
- LPG Mischfutterbetrieb „Krainke“, 2841 Koorßen ü/Neuhaus/Elbe
- Oekler, Alfred, Mühle, 6601 Lunzig-Mühle, 6601 Greiz
- LPG „Karl Bichel“, 2862 Goldberg/Mecklenburg

Ich übernehme das Belegen Ihrer Schälmäntel u. Schläger, ferner das Schärfen Ihrer Mühlsteine und liefere Picken und Kraushämmerl

ORANO - MÜHLENBAU (13)
Norbert Zwingmann, Mühlenbaumeister
5821 Thamsbrück/Thür.