

Aufarbeiten und Verschleißfestigkeit¹

Dipl.-Ing. F. STEGMANN, KDT*

1. Einleitung

Im Prozeß des Instandsetzens von Einzelteilen ist es notwendig, die Verschleißfestigkeit des aufgetragenen Werkstoffes in das Betrachten der Wirtschaftlichkeit des Auftragens mit einzubeziehen, KARSARZEW [1] gibt dafür die Beziehung

$$\frac{K_i}{N_i} \approx \frac{K_n}{N_n}$$

an.

Darin bedeuten:

K_i Kosten für das instand gesetzte Teil

K_n Kosten für die Herstellung des Neuteiles

N_i Grenznutzungsdauer des instand gesetzten Teiles

N_n Grenznutzungsdauer des Neuteiles.

Damit wird es notwendig, die Angaben über die Verschleißfestigkeit aus den Kenntnissen über die Grenznutzungsdauer zu gewinnen. Nach EICHLER [2] läßt sich die Grenznutzungsdauer des instand gesetzten Einzelteiles, vereinfacht nach der Formel:

$$N_i \geq \frac{K_i}{K_n - S} \cdot N_n,$$

mit den Kosten in Zusammenhang bringen, wobei S der Schrotterlös ist. Betrachtet man das Instandsetzen unter diesem Aspekt, so ergibt sich, daß hinreichende Kenntnisse über die Beziehungen zwischen Instandsetzungsverfahren, ihren technologischen Arbeitswerten, den Betriebsparametern des praktischen Einsatzes, den Einflüssen der Konstruktion und der Verschleißfestigkeit als Maßstab für die Nutzungsdauer [3] [4] [5] fehlen.

Diesen Rückstand gilt es rasch aufzuholen, denn die Klärung dieses Problems bedeutet die Grundlage für die Lösung der Aufgaben, die mit der Schaffung von wissenschaftlich-technischem Vorlauf in Zusammenhang stehen.

2. Aufgaben und Lösungswege

In dem genannten System sind nachstehende Hauptaufgaben zu erkennen, für die folgende Lösungswege zu empfehlen sind:

2.1. Senkung der Kosten für das Auftragen von Werkstoff auf Verschleißteile und für die nachfolgenden Arbeitsgänge

Dazu ist erforderlich, die technischen, technologischen und ökonomischen Meßwerte und Parameter [5] [6] so in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit zu erfassen, daß optimale technologische Bedingungen und somit für das Gesamtsystem optimale Ergebnisse erbracht werden:

Die optimalen technologischen Parameter können dann entsprechend den technologischen Aufgabenstellungen programmiert werden und unter Verwendung von Prozeßrechnern ist es möglich, selbstregelnde Prozeßeinheiten aufzubauen. Voraussetzung dafür sind die Konzentration und Spezialisierung der Einrichtungen für das Instandsetzen von Einzelteilen und das Nutzen von automatischen Verfahren des Dünn-schicht- und Maßauftragens [5] [6] [7].

2.2. Optimieren des Schädigungsverhaltens

Die Kenntnis des Schädigungsverhaltens ist Voraussetzung für die Wahl einer optimalen Instandhaltungsstrategie. Durch ein Erhöhen der Grenznutzungsdauer instand gesetzter

Einzelteile kann ein Verbessern der Wirtschaftlichkeit erzielt werden, da sie einer relativen Kostensenkung gleichzusetzen ist. Bekannt ist auch, daß sich im Verlauf der perspektivischen Entwicklung der Landtechnik die Instandsetzungsperioden durch ausgereifere Konstruktionen erhöhen werden und die Instandsetzung sich diesem Trend anpassen muß. Unbekannt ist häufig die Grenznutzungsdauer aufgetragener Einzelteile. Daraus resultiert die Aufgabe, Untersuchungen über die zu erwartende Grenznutzungsdauer verschiedener Paarungen von Werkstoffen bereits im Stadium des Erprobens zu führen und für die bereits verwendeten Werkstoffpaarungen nachzuholen.

Erst dann kann zusammen mit den unter 2.1. gemachten Ausführungen eine Optimierung für bestimmte technische und technologische Aufgabenstellungen erfolgen.

3. Vergleich verschiedener Werkstoffe bezüglich ihres Verschleißverhaltens

Im folgenden sollen erste Ergebnisse von Verschleißuntersuchungen dargelegt werden, die nach der experimentellen Methode bei den in Tafel 1 zusammengestellten Versuchsbedingungen gewonnen worden sind. Die Versuchsbedingungen resultieren aus dem Studium praktischer Verschleißverhältnisse an landtechnischen Arbeitsmitteln. Um das Wirken von zufälligen Einflüssen einzuengen, wurden die Versuche mit 12facher Wiederholung durchgeführt, die Verschleißbeträge sind entsprechend dem massenmäßigen Verschleiß nach TGL 0-50321 bestimmt.

Die Ergebnisse sind in Bild 1 dargestellt. Aufgetragen sind die Verschleißbeträge der in Tafel 1 genannten 4 Werkstoffe jeweils bei einer spezifischen Lagerbelastung von 4 und 8 kp/cm², sowie Mittelwerte und Streuungsbereiche der Verschleißbeträge der entsprechenden Lagerschalen. Zur Vervollständigung des Vergleichs sind die Mittelwerte der Härten für die einzelnen Werkstoffe angegeben.

Der Vergleich zeigt, daß das CO₂-Auftragsschweißen mit dem Werkstoff 10 Mn Si 6 gegenüber dem in der Landtechnik

Tafel 1. Verschleißprüfparameter bei den eigenen Versuchen im Jahr 1969

Art des Prüfstands	Gleitlagerprüfstand – Eigenbau –
Anzahl der Meßstellen (Prüfkörper)	12
Gleitgeschwindigkeit	1 m/s
Spezifische Lagerbelastung	4 und 8 kp/cm ²
Gleitweg	50 000 m
Durchmesser des Grundkörpers	78,5 mm
Lagereinbauspiel (kalt)	0,150 mm
Oberflächenrauhtiefe	0,002 ... 0,004 mm (geschliff.)
Grundkörperwerkstoff	St 50 als Vergleichswerkstoff 50 Mn Cr Ti 4 – metallgespritzt Chrom – galvanisch aufgetragen 10 Mn Si 6 – CO ₂ -geschweißt
Zwischenstoff	Maschinenfeul MR TGL 17746 mit 1,8% Seesand (mittlere Korngröße 0,070 mm)
Gegenkörperwerkstoff	G Cu Pb 25
Anzahl der Wiederholungen je Einzelmeßwert	12
Meßschiebe für	Lagertemperatur, Reibmoment, Drehzahl- und Gleitwegkontrolle

* Sektion Landtechnik der Universität Rostock (Direktor: Prof. Dr.-Ing. habil. CHR. EICHLER)

¹ Gekürzte Fassung eines Vortrages auf der 4. Wissenschaftlich-technischen Tagung „Rationalisierung der Instandhaltung in der sozialistischen Landwirtschaft“ des SKL und des FV „Land- und Forsttechnik“ 1er KDT am 10. und 11. Dez. 1969 in Leipzig

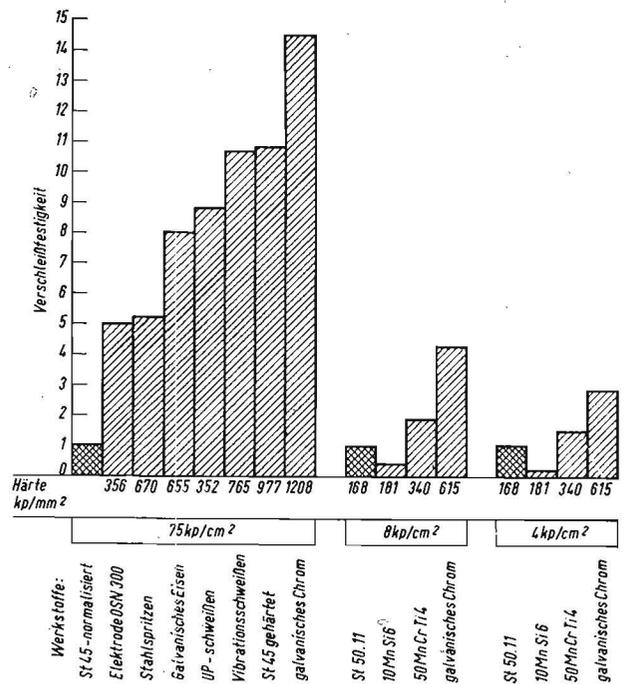
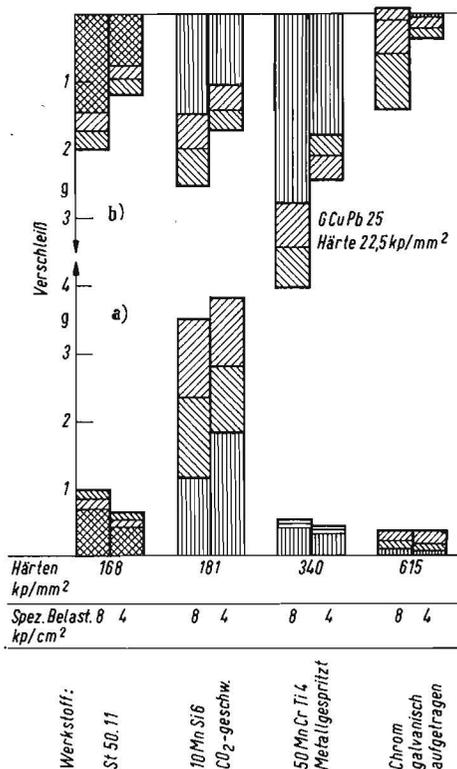


Bild 2. Relative Verschleißfestigkeiten von Werkstoffen nach SCHADRITSCHEW (75 kp/cm²) und STEGMANN (4 und 8 kp/cm²)

Bild 1. Verschleißbeträge von Grundkörper a) und Gegenkörper b) bei den in Tafel 1 genannten Prüfbedingungen

weit verbreiteten Werkstoff St 50 oder ähnlichen, einen sehr hohen Verschleißbetrag aufweist. Ferner wird deutlich, daß das Metallspritzen auf der Basis 50 Mn Cr Ti 4 aufgrund seiner Härte (340 HB) und seines günstigen Mikrogefüges einen Verschleißbetrag aufweist, der die Hälfte des Betrages für den Werkstoff St 50 und nur 1/7 des Verschleißbetrages des Werkstoffes 10 Mn Si 6 ausmacht. Erwartungsgemäß ist der Verschleißbetrag des galvanisch aufgetragenen Chroms als sehr gut zu bewerten.

Die Ursachen für die geringe Verschleißfestigkeit des CO₂-geschweißten 10 Mn Si 6 sind zunächst in der außerordentlich geringen Härte zu suchen. Eine weitere Ursache liegt darin, daß es sich bei dem aufgetragenen Werkstoff um einen Verbindungsschweißdraht handelt, der beim spiralförmigen Aufschiessen Grobkornbildung und in starkem Maße Anlaßerscheinungen zeigt. Damit erklärt sich auch, daß der feinkörnige Werkstoff St 50 bei geringerer Härte eine bessere Verschleißfestigkeit zeigt. Während bei den Grundkörpern eine klare Antwort bezüglich Auswahl der Werkstoffe gegeben werden kann, verläuft der Verschleiß der Lager-schalen nicht analog. Hier erweist sich der Einfluß des metallgespritzten Werkstoffes als etwas ungünstiger. Das poröse Gefüge bietet Verunreinigungen an der Oberfläche Halt, so daß die Lagerschale stärker als durch die anderen Werkstoffe verschlissen wird. Sonst folgt der Lagerschalenverschleiß in seiner Größe der Tendenz der Verschleißbeträge der Grundkörper. Für ein Übertragen dieser Versuchsergebnisse sind nähere Betrachtungen der Versuchsbedingungen erforderlich. Wie aus Tafel 1 hervorgeht, wurde mit einem verschleißfördernden Medium gearbeitet. Das war notwendig, um die Dauer solcher Versuche auf ein ökonomisches Maß zu reduzieren. Der Nachteil besteht darin, daß ein Übertragungsfaktor für die Bedingungen der Praxis gefunden werden muß. Die Schmiermittel landtechnischer Arbeitsmittel enthalten während des Verschleißvorganges ebenfalls Verunreinigungen. (Mittlerer Verschmutzungsgrad 3,7 Prozent und mittlere Korngröße 0,003 bis 0,015 mm). Der Vergleich der Verunreinigungsgrade, der Korngrößenzusammensetzung und der Art der Verunreinigungen in der Praxis und auf dem Verschleißprüfstand sowie deren Einflüsse auf

den Verschleiß führt zu dem benötigten Übertragungsfaktor. An der Lösung dieses Problems wird z. Z. gearbeitet. Für vergleichende Betrachtungen des Verschleißverhaltens von Werkstoffen, bei denen die Übertragungsfaktoren fehlen, empfiehlt es sich, die Relativwerte der einzelnen Serien mit voneinander abweichenden Versuchsbedingungen zu vergleichen. Nach diesem Grundsatz wurde auch bei dem nachstehenden Vergleich gehandelt.

Bild 2 zeigt Ergebnisse der Untersuchungen von SCHADRITSCHEW [3] verglichen mit eigenen Versuchen. Die Ergebnisse von SCHADRITSCHEW wurden unter folgenden Versuchsbedingungen auf der AMSLER-Prüfmaschine erzielt: [8]

Gleitgeschwindigkeit 0,47 m/s
 Spezif. Lagerbelastung 75 kp/cm²
 Zwischenstoff Turbinenöl 3,5° E₅₀
 Gegenwerkstoff Grauguß

Setzt man den Verschleißbetrag von normalisiertem St 45 gleich 1 und bezieht die anderen Verschleißbeträge darauf, so ergibt sich der gezeigte Zusammenhang. Die in diesem Vergleich angeführten Werkstoffe besitzen eine Verschleißfestigkeit, die 5- bis 10mal höher ist als die von St 45. Die Ursachen sind in erster Linie in den hohen Härten zu suchen. Demgegenüber ergaben die eigenen Untersuchungen, bezogen auf den Vergleichswerkstoff St 50, wesentlich geringere Verschleißfestigkeiten. Selbst bei Berücksichtigen der Unterschiede in den Versuchsbedingungen läßt sich aus diesem Vergleich die Dringlichkeit sofortiger Maßnahmen, die das Erhöhen der Härte zur Folge haben, sehr gut erkennen. In der Sowjetunion hat man dies erkannt und ist bemüht, sehr hohe Verschleißfestigkeiten bei dem Instandsetzen von Einzelteilen durch den Einsatz von Spezialwerkstoffen mit extrem hohen Härten und kleinen Rauhtiefen zu erreichen.

Zusammenfassung

Die hier dargelegten Erscheinungen bieten bei weiteren kritischen Betrachtungen eine Reihe Ansatzpunkte, für die rationellere Instandsetzung von Einzelteilen, auch wenn der Aufwand für höhere Werkstoffgüten ansteigt.

Unter Berücksichtigung der obigen Zusammenhänge ist eine objektive Möglichkeit gegeben, den volkswirtschaftlichen Nutzen zu erhöhen. Durch eine wissenschaftlich fundierte Werkstoffauswahl für das Auftragen auf Verschleißteile ist also ein Qualitätssprung erreichbar.

Im einzelnen sind dann folgende Aufgaben zu lösen:

- a) Systematisches Bestimmen der Verschleißfestigkeit aufgetragener Werkstoffe in Kurzzeitversuchen
- b) Systematisches Erfassen der Abhängigkeiten der verschiedenen Meßwerte und Parameter der Aufarbeitsverfahren und deren mathematische Aufbereitung für EDV
- c) Sofortiges Ersetzen von Werkstoffen niedriger Verschleißfestigkeit durch solche mit höherer Verschleißfestigkeit
- d) Im Interesse hoher Grenznutzungsdauern sind die Rauhiefen aufgearbeiteter Einzelteile zu verringern (Schleifen für Gleitlager)
- e) Systematisches Bestimmen der Kosten für das Auftragen je cm^3 Werkstoff für verschiedene Verfahren bei hohen Verschleißfestigkeiten
- f) Schaffung von automatisierten oder teilautomatisierten Aufarbeitsbetrieben mit höchster Qualität und Produktivität

- g) Anwendung von Prozeßrechnern, die es gestatten, von der Schadensaufnahme (d. h. Bestimmen des Materialverlustes gegenüber Nennmaß) bis zum selbsttätigen Einstellen der Auftragsparameter und der Gütekontrolle automatische Produktionsabschnitte einzurichten.

Literatur

- [1] KARSARZEW, W. T.: Instandsetzung von Maschinen (Remont Maschin). Selchosizdat Moskau 1961
- [2] EICHLER, CHR.: Technisch-ökonomische Grenzen der Einzelteilinstandsetzung. Deutsche Agrartechnik 18 (1968) Teil I, H. 9, S. 419, Teil II, H. 10, S. 461
- [3] SCHADRITSCHEW, W. A.: Die Instandsetzung von Automobilen. Verlag Maschinenbau Moskau-Leningrad 1963
- [4] STEGMANN, F.: Über die Anwendungsbereiche für Aufarbeitsverfahren. Deutsche Agrartechnik 18 (1968) H. 10, S. 464 und 465
- [5] STEGMANN, F.: Verfahren zur Aufarbeitung von Verschleißteilen und die Grenzen ihrer Anwendung. Forschungsbericht des Instituts für Landtechnik der Universität Rostock (unveröff.)
- [6] EICHLER, CHR.: Ausarbeitung rationeller Instandsetzungsverfahren unter Berücksichtigung der Grenzen der Instandsetzung und Automatisierung bestimmter Leistungen; Teil IV Technisch-ökonomische Grenzen der Instandsetzung von Einzelteilen. Forschungsbericht des Instituts für Landtechnik der Universität Rostock 1968 (unveröff.)
- [7] SCHADRITSCHEW, W. A.: Die Vergleichverschleißfestigkeit und das Einlaufverhalten von Metallüberzügen, die für die Wiederherstellung von Maschinenteilen anwendbar sind. Westnik mashinostrojenija (1960) H. 9 A 7897

Möglichkeiten der Teilautomatisierung beim SG (CO_2)-Auftragsschweißen¹

Automatisches CO_2 -Auftragsschweißen

Die 12. Tagung des ZK der SED wies zwei Wege für die weitere Entwicklung unserer Volkswirtschaft:

1. Systemautomatisierung in den wichtigsten, strukturbestimmenden Betrieben,
2. komplexe sozialistische Rationalisierung unter Einsatz von Automaten in allen Betrieben.

Der Bereich der VVB Instandsetzung gehört nicht zu der erstgenannten Kategorie, für ihn ist deshalb der 2. Weg bestimmend für die Entwicklung der nächsten Jahre.

Das umfangreiche Sortiment an instand zu setzenden rotationssymmetrischen Einzelteilen sowie die relativ niedrige Stückzahl der anfallenden Einzelteile in den LIW bedingen, daß der technischen und materiellen Verwirklichung der durchgehenden Automatisierung eine weitere Spezialisierung vorausgehen muß. Das Schwergewicht liegt vorerst auf der Automatisierung einzelner, spezieller Prozesse, die z. Z. den größten Nutzeffekt erwarten läßt.

Diese automatischen Teilprozesse bilden dann die Grundlage zu weiterer Automatisierung. Sie sind jetzt notwendig, um die komplexe sozialistische Rationalisierung in den LIW zu verwirklichen.

Ein Beispiel soll zeigen, wie ein solches Ziel angestrebt werden kann.

Das SG (CO_2)-Verfahren ist für die Auftragsschweißung in allen LIW gegenwärtig das meistangewendete Verfahren. Die vorhandenen Geräte und Anlagen gestatten es jedoch nicht, die Technologie, speziell bei der Einzelteilinstandsetzung,

Ing.-H. FRANK*

kostengünstig zu verändern (Bild 1). Der Einsatz dieser Geräte ist noch mit einem hohen Aufwand an manueller Arbeit verbunden. Zum anderen sind es technische Unvollkommenheiten, z. B. Vorschubbereichsgrößen u. ä., die einer neuen Technologie im Wege stehen, die sogar zum Zurückgreifen auf das Handschweißen zwingen. So betrachtet, ist es unbedingt erforderlich, daß Anlagen gebaut werden, die

- a) die technischen Unzulänglichkeiten beseitigen und
- b) durch Anwendung der BMSR-Technik die Merkmale von teilautomatischen und automatischen Anlagen besitzen und die manuelle Arbeit weitgehend beseitigen.

In den verschiedenen Varianten wird das CO_2 -Verfahren zum Auftragen verschlissener Maschinenteile angewendet.

Die Schweißgeräteindustrie hat in den letzten Jahren nichts unversucht gelassen, vervollkommnete Geräte und auch automatisierte Geräte anzubieten, zum Beispiel die MSK-Serie von Finsterwalde.

Für uns gilt es, diese Geräte im Systemeinsatz so anzuordnen, daß ihre Automatisierbarkeit voll ausgenutzt wird. Vom ZIS Halle wurden im Katalog „Entwicklungen 1968“ Geräte im Baukastensystem angeboten, die jedoch die speziellen Probleme bei der Instandsetzung und besonders der Einzelteilinstandsetzung nicht lösen. Die LIW waren also gezwungen, sich selbst zu helfen. In unserem Betrieb (Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal) wurde im Jahre 1968 ein Forschungsthema über die Keilwelleninstandsetzung bearbeitet. Nach Abschluß der Untersuchungen stellten wir fest, daß die Instandsetzung von Keilwellen möglich ist. Es stellte sich aber auch heraus, daß die Instandsetzung mit den vorhandenen Möglichkeiten in den LIW bei weitem nicht das Optimum des Erreichbaren liefert. Hier konnte nur die Automatisierung weiterhelfen. Im PVB wurden deshalb sofort nach Abschluß des Forschungsthemas „Keilwelleninstandsetzung“ die Arbeiten am Projekt „Teilautomatisches Auftrags-

* Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal

¹ Aus einem Vortrag auf der 4. Wissenschaftlich-technischen Tagung „Rationalisierung der Instandhaltung in der sozialistischen Landwirtschaft“ des SKL und des FV „Land- und Forsttechnik“ der KDT am 10. und 11. Dez. 1969 in Leipzig