

großer Bedarf besteht. Für die Aufarbeitung von Innenflächen (Gehäusebohrungen) sind zunächst noch längere Erprobungen erforderlich. Die Überleitung ist für den Zeitraum 1983/84 vorgesehen.

#### Reibschweißen

Die Anwendung des Reibschweißens als Verfahren zum Fügen von angearbeiteten Teilen (Ritzel-Welle, Laufrad-Welle usw.) muß technisch untersucht und zur breiten Überleitung vorbereitet werden.

#### Plastanwendung

Die weitere Entwicklung der Plastanwendung wird gegenwärtig vor allem durch nicht ausreichende mechanische Eigenschaften der Werkstoffe und in vielen Fällen durch zu hohen Energiebedarf begrenzt. Die Entwicklungsarbeiten sind deshalb in erster Linie auf den Einsatz von Polyamiden und kalthärtenden Werkstoffen zu konzentrieren.

#### Aufarbeitung von Verzahnungsteilen

An der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg wird an Verfahren zur Aufarbeitung verschlissener Zahnflanken von Zahn- und Kettenrädern gearbeitet. Als Vorstufe dafür ist die Projektierung und Realisierung einer Aufarbeitungseinheit für Wellen mit Evolventenverzahnung vorgesehen.

#### Kolbeninstandsetzung

Die Instandsetzung von Kolben wird in diesem Jahr im VEB LIW Gerbstedt übergeleitet. Zur Erweiterung dieser Produktion nach den Verfahren Umformen, Schweißen und Bearbeiten werden im VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen zielstrebige Sortimentsuntersuchungen durchgeführt. Der Produktionsumfang soll von

18000 bis 20000 Kolben im Jahr 1981 auf 35000 bis 40000 Kolben im Jahr 1985 gesteigert werden.

#### Galvanische Verfahren

Die in der Einzelteilinstandsetzung angewendeten galvanischen Verfahren sind in den nächsten Jahren durch Mechanisierung und Automatisierung in ihrer Effektivität wesentlich zu verbessern. Der Schwerpunkt liegt dabei in der Anlage des VEB LIW Gerbstedt. Parallel dazu ist durch intensive Sortimentsanalysen unter Einbeziehung der VEB KLI die ständige Auslastung der Anlagen zu gewährleisten. Wichtige Entwicklungsaufgaben sind:

- Stabilisierung des technologischen Prozesses
- Erhöhung der Haft- und Verschleißfestigkeit
- Verringerung der Korrosionsanfälligkeit.

#### Klammern von Gehäusen

Das Klammern (Metalock) stellt eine echte Alternative zu anderen Verfahren dar und ist oft die einzige Möglichkeit der Instandsetzung von Rissen an Gehäuseteilen, wobei bestimmte Urheberrechte zu beachten sind.

Auf der Grundlage der aus der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit mit der ČSSR gewonnenen Erkenntnisse sollen im VEB LIW Anklam Arbeiten zur Sortimentserweiterung aufgenommen werden.

#### Vorlaufuntersuchungen im VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen

Die Vorlaufuntersuchungen im VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen werden auf Gebiete der Schweiß- und Spritztechnik sowie der mechanischen Bearbeitung konzentriert. Dabei

werden bestehende Kooperationsbeziehungen mit Hochschulen und Instituten genutzt und ausgebaut, z. B. für die Gebiete Plasmaspritzen, Elektronenstrahlschweißen, MBL-Schweißen, Vakuumbeschichten, Massivformen usw. Für die mechanische Bearbeitung soll neben der Verbesserung der Standfestigkeit der Schneiden und Erhöhung der Bearbeitungsgeschwindigkeit vor allem der Einsatz variabel anwendbarer Numerik-Maschinen untersucht und vorbereitet werden.

Das stromlose Vernickeln ist in Abhängigkeit von der noch zu analysierenden perspektivischen Rohstoffbereitstellung weiter zu erschließen und für den Einsatz vorzubereiten. Für die Verfahren der Einzelteilinstandsetzung sind bestehende Ausrüstungen und Rationalisierungsmittel unter Einbeziehung von Mikroelektronik, Robotertechnik usw. zu modernisieren und neu zu entwickeln. Grundsätzlich ist künftig auf eine stärkere Nutzung energieärmerer Verfahren zu orientieren. Dazu wird im Jahr 1981 eine Vergleichsanalyse der bisher angewendeten Verfahren aus energiewirtschaftlicher Sicht angefertigt.

Die praxisreife Überleitung der neuen Verfahren, die breite Nutzung bereits vorhandener Erfahrungen und Ergebnisse und die Schaffung einfacher, aber wirksamer Lösungen für die Einzelteilzirkulation sind die Hauptaufgaben auf dem Gebiet der Einzelteilinstandsetzung bis zum Jahr 1985, die gewährleistet sollen, daß am Ende des Fünfjahrplans in den VEB KfL und LIW Einzelteile im Neuwert von 1,1 Mrd. M instand gesetzt werden, wodurch ein spürbarer Beitrag zur angestrebten Erhöhung der Materialökonomie erreicht werden wird.

A 3045

## Ergebnisse der Instandsetzung von Einzelteilen durch Lichtbogen-Metallspritzen

Ing. G. Kastner, KDT/Dipl.-Ing. K. Kleinpeter, KDT/Dr.-Ing. G. Kaeding, KDT  
VEB Rationalisierung Landtechnische Instandsetzung Neuenhagen, Betriebsteil Charlottenthal

In der landtechnischen Instandsetzung der DDR werden gegenwärtig verstärkte Anstrengungen unternommen, weitere Verfahren für die industriemäßige Einzelteilinstandsetzung nutzbar zu machen und bisher nicht instand gesetzte Einzelteile planmäßig aufzuarbeiten. Die industriemäßige Aufarbeitung von Dieselmotoren-Kurbelwellen der Landtechnik war bisher ungelöst. Da diese Bauteile teuer sind und in größeren Stückzahlen anfallen, stand vor den Beteiligten (wirtschaftsleitendes Organ, Rationalisierungsbetrieb, Instandsetzungsbetrieb, Hersteller) die wichtige Aufgabe, die Instandsetzungsmöglichkeit zunächst für Kurbelwellen der Motoren 6VD 14,5/12-1 SRW (Feldhäcksler E 280, Autodrehkan ADK 125) und 4VD 14,5/12-1 SRW (Traktor ZT 300/303, LKW W 50, Mährescher E 512) mit Hilfe des Lichtbogen-Metallspritzens zu untersuchen und bei positivem Ergebnis in die Praxis überzuleiten.

### 1. Verfahrenstechnische Untersuchungen

Grundlage für die Einführung des Lichtbogen-Metallspritzverfahrens bei der Kurbelwellen-

lenaufarbeitung waren eigene verfahrenstechnische Untersuchungen zur Ergründung der verfahrensspezifischen Besonderheiten. Zunächst war der Einfluß sämtlicher technologischer Meßwerte und Parameter anhand der versuchsweisen Aufarbeitung von Probekörpern zu erfassen und auszuwerten. Darauf aufbauend, erfolgte die spätere praktische Anwendung dieser Verfahrensvariante an ausgewählten Einzelteilen.

Notwendige Haftzugfestigkeitsuntersuchungen wurden an entsprechenden Probekörpern vorgenommen. Aus fünf diesbezüglich untersuchten Spritzdrahtvarianten brachte die Qualität 45Cr Si34 TGL 2753 mit 17 bis 21 N/mm<sup>2</sup> die besten Ergebnisse.

Die metallographischen Untersuchungen (Bild 1) und Härteprüfungen brachten folgende Ergebnisse: Das Gefüge ist relativ fein und verfahrensbedingt mit kleinen Poren durchsetzt. Bei der Verschleißschuttschicht, gepulst mit 110 Mn Cr Ti 8 TGL 7253, besteht das Gefüge zum überwiegenden Teil aus Martensit (helle Phase). Der Rest ist Übergangsgefüge der Perlitstufe (dunkle Phase). Weiter-

hin befinden sich in der Matrix Poren und Oxide. Aus den metallographischen Untersuchungen läßt sich eine relativ gute Haftung mit dem Grundwerkstoff erkennen.

Die Auswertung der zur Spritzschicht angefertigten Spektralanalyse ergab, daß bei den Legierungselementen (außer Kohlenstoff) der eingesetzten Spritzdrähte rd. 20% Abbrand zu verzeichnen sind. Der Abbrand von Kohlenstoff liegt aber erfahrungsgemäß noch etwas höher. Die erreichte Mikrohärtigkeit (HV 0,1) liegt bei rd. 7250 N/mm<sup>2</sup>. Das Ergebnis der Makrohärtemessung wird aufgrund der porösen Struktur verfälscht, so daß dazu keine Werte angegeben werden. Sie können im Extremfall die Hälfte der Mikrohärtewerte betragen.

Zur Prüfung der Verfahrenssicherheit wurden Versuchskurbelwellen entsprechend der erarbeiteten Technologie beschichtet und auf Motorenprüfständen bzw. unter praktischen Einsatzbedingungen getestet. Dabei hat sich herausgestellt, daß das Gefüge des Drahtes 110 Mn Cr Ti 8 gegenüber den Drähten 105 Cr 4 und 45Cr Si 34 den geringsten Verschleiß aufwies. [1, 2, 3]

## 2. Materiell-technische Voraussetzungen

Im eingerichteten Instandsetzungsbetrieb für die Kurbelwellenaufarbeitung werden seit Jahren Dieselmotoren-Kurbelwellen nachgeschliffen, so daß notwendige Erfahrungen zur Kurbelwellenbearbeitung vorhanden sind. Hauptausrüstung ist die in der sonst wie üblich eingerichteten Strahl- und Metallspritzwerkstatt arbeitende programmgesteuerte Lichtbogen-Metallspritzmaschine (Bild 2). Sie besteht aus:

- Steuerschrank und Drehvorrichtung mit mitlaufendem Absaugtrichter
- Spritzpistole K 9/1
- MAG/MIG-Schweißsteuergerät MSH 6 F (umgerüstet auf Doppelrollenantrieb)
- Schweißstromquelle RGS 315/ZIS 415
- Umlaufrühler UK 350.

Die elektro-hydraulische Steuerung der Spritzmaschine realisiert folgende Bewegungsabläufe:

- Längs- und Quervorschub sowie Pendelbewegung der Spritzpistole
- Drehbewegung der Kurbelwelle.

Vom Längs- und Quersupport — auf letzterem befindet sich die Spritzpistole — werden die einzelnen Kurbelwellenzapfen hintereinander angefahren und unter Pendelbewegung der Spritzpistole aufgespritzt. Die Begrenzung der Spritzbreite erfolgt über Endschalter, während die Schichtdicke über die Zeit gesteuert wird. Der Spritzpistolenwechsel zwischen Haftgrund- und Verschleißschutzspritzung sowie die Hubverstellung erfolgen von Hand. [4, 5]

## 3. Instandsetzungstechnologie

Bei der Auftragung durch Metallspritzen müssen prinzipiell folgende Arbeitsgänge ausgeführt werden:

- Vorbereitung zum Metallspritzen
- Metallspritzen
- Nachbehandlung einschließlich mechanischer Fertigbearbeitung.

Diese wichtigsten Arbeitsgänge der Kurbelwellenaufarbeitung durch Lichtbogen-Metallspritzen sind in folgende Teilschritte gegliedert:

- Wäsche, besonders der verdeckten Stellen (z. B. Bohrungen), und Schadensaufnahme einschließlich Risseprüfung
- Vorschleifen der zu spritzenden Zapfen auf Schleifmaschinen mit Korundschleifkörper
- Strahlen mit Hilfe von Normalkorund (NK 100)

- Abdecken der benachbarten Stellen (Wangen, Bohrungen)
- Haftgrundspritzen mit dem Draht 45 Cr Si 34 ( $\varnothing 1,6$  mm)
- Verschleißschutzspritzen mit dem Draht 110 Mn Cr Ti 8 ( $\varnothing 1,6$  mm)
- Abdeckung entfernen und Kurbelwellen verputzen
- gespritzte Zapfen auf Kurbelwellenschleifmaschine mit Siliziumkarbid-Schleifkörper fertigschleifen
- Instandsetzung der übrigen Stellen (Gewinde, Stirnfläche des Schwungrads)
- Nachverputzen, Auswuchten, Spülen der Schmierölbohrungen und Nachwäsche
- Endkontrolle, Kennzeichnung, Konservierung und Verpackung.

Beim Lichtbogen-Metallspritzen sowie bei der Vor- und Nachbehandlung kommt es darauf an, daß die technologische Disziplin streng eingehalten wird, da die aufgespritzte Schicht sonst nicht die erforderliche Haftzugfestigkeit erreicht. Deshalb werden gemäß der Arbeits- und Kontrollanweisung besonders folgende Kennwerte kontrolliert:

- Anfassen der Schmieröltaschen vor und nach der Aufarbeitung
- vorgeschliffener Radius mit tangentialem Einlauf in den zylindrischen Teil des Zapfens, weil die Form einen großen Einfluß auf die Gestaltfestigkeit der Kurbelwelle hat
- gründliches Verputzen und Reinigen der Kurbelwellen, besonders der Schmierölbohrungen (sich lösende Spritzer verursachen unter Betriebsbedingungen „Lagerfresser“!)
- Einhaltung der technologischen Meßwerte beim Strahlen, Spritzen und Schleifen, z. B. raue Oberfläche beim Strahlen, feinkörnige Spritzschicht beim Metallspritzen, abgerundete Kanten der Öltaschen zum zylindrischen Teil nach dem Schleifen
- reichliches Konservieren der gespritzten und geschliffenen Zapfen mit dem jeweiligen Motorenöl sowie bei der Montage der Kurbelwellen (Vollsaugen des Gefüges mit Öl zur Verbesserung der Notlaufeigenschaften).

Zur Kurbelwellenaufarbeitung durch Metallspritzen ist qualifiziertes Personal einzusetzen. Der Metallspritzer hat die geforderte MSP 2-Prüfung und der Schweißingenieur des Betriebes die MSP 5-Prüfung abzulegen. Die üb-

rigen an der Kurbelwellenaufarbeitung beteiligten und in den Einbaubetrieben beschäftigten Werkstätten müssen über die Besonderheiten informiert werden.

## 4. Verfahrenssicherheit

### 4.1. Prüfstand- und Einsatzprüfung

Zum Nachweis der Betriebstauglichkeit und der Verfahrenssicherheit gespritzter Kurbelwellen von 4 VD- und 6 VD-Motoren wurde eine umfangreiche Prüfstand- und Einsatzprüfung durchgeführt (Tafeln 1 und 2).

Der bisher erreichte Stand der Prüfstandprüfung in Betriebsstunden ist in Tafel 1 dargestellt. Die Versuchsmotoren V 63 und V 64 mit 6 VD-Kurbelwellen werden zur schrittweisen Ermittlung der Mindestschichtdicke nach dem Prüfstandlauf im Nennmaßbereich der aufgespritzten Zapfen in der Reparaturstufe R3 bis zum Erreichen der mittleren Grenznutzungsdauer weitergefahren.

Bei einem 4 VD-Motor (Versuchsmotor V 147) wurde nach Erreichung von 2500 h die Kurbelwelle auf die Reparaturstufe R3 heruntergeschliffen und bei den Pleuelzapfen einseitig durchgeschliffen (bisher 2200 h absolviert). Dieser Versuch hat sich als notwendig erwiesen, weil durch die dünnen Schichten (z. B. Reparaturstufe R3: 0,125 mm) und den Schleifversatz in der Praxis ein Durchschleifen möglich ist. Hier wirkt sich der für das Haftgrundspritzen gewählte Draht 45 Cr Si 34 günstig auf das Verschleißverhalten aus.

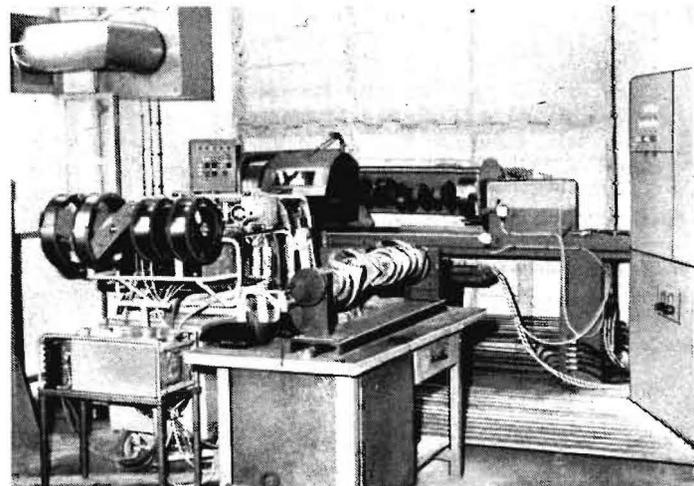
Von den bisher rd. 3400 gespritzten Kurbelwellen befinden sich u. a. die in Tafel 2 aufgeführten unter Kontrolle. Eventuelle Reklamationen der übrigen Kurbelwellen, die auf das Spritzen zurückzuführen sind, werden in den Instandsetzungswerken registriert und dem Aufarbeitungsbetrieb gemeldet. Während der bisherigen Versuchsdurchführung sind Schädigungen (z. B. Abplatzen der Schicht) oder Unzulänglichkeiten, die unmittelbar auf das Aufarbeitungsverfahren zurückzuführen sind, nicht aufgetreten.

Die bisher an Kurbelwellen von 4 Motoren 6 VD (Feldhäcksler E 280, davon 2 Kurbelwellen mit Reparaturstufen R 1 bis R 5) ermittelten Abnutzungswerte betragen nach einer Nutzungsdauer von 2100 bis 3000 h 0,02 bis 0,08 mm. Damit ergibt sich ein Gesamtlagerspiel von 0,145 bis 0,205 mm. Das zulässige Betriebsgrenzspiel von 0,220 bis 0,300 mm wurde damit nach der mittleren Grenznut-

Bild 1. Mikrouaufnahme der Spritzschicht; Haftgrundschrift hell, darüber Verschleißschutzschicht



Bild 2. Teilautomatische Lichtbogen-Metallspritzmaschine; im Vordergrund Arbeitsplatz für das Abdecken benachbarter Stellen



Tafel 1. Bisher erreichte Laufzeiten auf Motorenprüfständen (Stand Dezember 1980)

Motortyp	Versuchsmotor	Laufzeit h	Maßstufe	Erprobungsbetrieb <sup>1)</sup>
6 VD 14,5	V 63	502	Nennmaß	Charlottenthal
	V 64	2 500		Charlottenthal
	V 65	2 100		Charlottenthal
	V 66	553		Charlottenthal
	V 06-03	862		Schönebeck
	V 63	3 000	Reparaturstufe R3	Charlottenthal
	V 64	2 500		
4 VD 14,5	V-00-523/79	500	Nennmaß	Nordhausen
	V 147	2 200	R3	Charlottenthal
	V 146	780	R3	Charlottenthal

1) Erprobungsbetriebe: VEB Rationalisierung Neuenhagen, Betriebsteil Charlottenthal, VEB Dieselmotorenwerk Schönebeck, VEB IFA-Motorenwerke Nordhausen

Tafel 2. Bisher erreichte Laufzeiten bei der Einsatzerprobung (Stand Dezember 1980)

Anzahl der Kurbelwellen	Motortyp	Einsatzfahrzeug	Laufzeit	Maßstufe
5	6 VD 14,5	Feldhäcksler E 280	606 ... 1 275 h	Nennmaß
5	6 VD 14,5	Autodrehkran ADK 125	12 ... 4 020 h	Nennmaß
5	4 VD 14,5	Traktor ZT 300	685 ... 2 350 h	Nennmaß
7	4 VD 14,5	LKW W 50	27 110 ... 66 946 km	Nennmaß

zungsdauer von 2 500 h noch nicht erreicht. Ein „Nachschleifen“ der aufgearbeiteten Kurbelwellen ist nach den bisher vorliegenden Erkenntnissen ohne Risiko bis zur Reparaturstufe R3 möglich [6].

Die Auswertung der Verschleißergebnisse bei den Kurbelwellen der Motoren 4 VD ist noch nicht abgeschlossen. Man kann aber jetzt schon einschätzen, daß die Werte denen der Kurbelwellen der Motoren 6 VD ähnlich sind.

#### 4.2. Nachweis der Gestaltfestigkeit

Durch die Instandsetzung wird die Nutzungsdauer gebrauchter Einzelteile wesentlich verlängert. Die Ergebnisse der Prüfung von Kurbelwellen bei 6 VD-Motoren auf Dauerwechselfestigkeit betragen bei

— Torsionsbelastung

$G_z = 79,0 \text{ MPa}$

— Biegebelastung

$G_z = 24,5 \text{ MPa}$

und weichen kaum von Werten neuer Kurbelwellen ab. Die Untersuchungen bei anderen Kurbelwellentypen sind noch nicht abgeschlossen [7].

#### 5. Zusammenfassung zur Kurbelwellen-instandsetzung

Zur Vorbereitung der industriemäßigen Instandsetzung der Kurbelwellen von 4 VD- und 6 VD-Motoren wurden zur Ermittlung der Verfahrenssicherheit umfangreiche verfahrenstechnische Untersuchungen durchgeführt. Ermittelt wurde, daß 6 VD-Motoren mit gespritzten Kurbelwellen die gleiche mittlere Grenznutzungsdauer von 2 500 h erreichen wie Motoren mit nachgeschliffenen Kurbelwellen. Die noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen beim Motor 4 VD lassen den Schluß zu, daß

die Verhältnisse gegenüber dem Motor 6 VD ähnlich sind.

Wesentlicher Bestandteil der Metallspritzwerkstatt ist der Einsatz des Prototyps einer teilautomatischen Lichtbogen-Metallspritzmaschine mit Programmsteuerung. Die Praxisüberleitung erfolgte in einem Betrieb mit praktischen Erfahrungen bei der Kurbelwellenbearbeitung. Die strenge Einhaltung der technologischen Disziplin garantiert eine qualitätsgerechte Kurbelwellenaufarbeitung. Ein nutzungsdauerbezogener Kostenvergleich zwischen neuen und aufgearbeiteten Kurbelwellen bestätigt die Ökonomie der Einzelteilinstandsetzung.

Auf der Basis der erreichten Ergebnisse bei der Aufarbeitung von Haupt- und Pleuellagerzapfen der Kurbelwellen von 4 VD- und 6 VD-Motoren wurde eine Sortimentserweiterung durchgeführt. Sie bezieht sich gegenwärtig auf die Kurbelwellen der Motoren JaMZ-238-NB sowie D-50.

Der aufgetretene Verschleiß an den aufgearbeiteten Lagerzapfen ist von der Größe her etwa analog dem der bereits betrachteten Kurbelwellen der Motoren 4 VD und 6 VD. Somit kann das erreichte Ergebnis als positiv eingeschätzt werden. Die Arbeiten zur Sortimentserweiterung werden fortgesetzt.

#### 6. Aufarbeitung rotationssymmetrischer Einzelteile und Fortsetzung der Arbeiten zum Lichtbogen-Metallspritzen

Die Verfahrensvariante Lichtbogen-Metallspritzverfahren wurde ebenfalls bei der Aufarbeitung von rotationssymmetrischen Einzelteilen untersucht. Einbezogen waren insgesamt 65 Positionen, deren Schwerpunkt Kolbenstangen von Hydraulikzylindern bildeten. Die Bearbeitung aller Positionen konnte mit positivem

Ergebnis abgeschlossen werden. Die über die Einsatzerprobung erfaßten und kontrollierten Einzelteile laufen bisher ohne Beanstandungen. Zum Beispiel haben die Kolbenstangen der Traktoren ZT300 und MTS-50 mit dem Stand Dezember 1980 maximal 600 bzw. 640 h absolviert.

Bei den anderen Positionen handelt es sich beispielsweise um Getriebewellen von Traktoren, Achsschenkel u.ä. Für alle Positionen wurde eine Aufarbeitungstechnologie erarbeitet. Dabei konnte für den Komplex der Kolbenstangen eine Rahmentechnologie erstellt werden. Bei den Kolbenstangen konnte des weiteren eine Auftragung mit korrosionsträgem Material realisiert werden. Damit wurde die diesbezügliche Forderung des Finalproduzenten erfüllt. Die Aufarbeitung des übrigen Sortiments erfolgt mit dem Spritzdraht 110MnCrTi8 analog der Kurbelwellenaufarbeitung bzw. unter Einsatz der Pseudolegierung 10MnSi6/S-CuSn6. Die Pseudolegierung ist gut geeignet für das Spritzen von Bohrungen bzw. dort, wo die mechanische Fertigbearbeitung durch Drehen realisiert werden muß, z. B. aufgrund fehlender Innenrundscheifkapazität.

Die praktische Überleitung dieses Sortiments ist für das Jahr 1981 vorgesehen. Dazu wurde eine entsprechende Spritzmaschine mit Strahl-anlage konstruiert und gefertigt.

Insgesamt wird eingeschätzt, daß das Lichtbogen-Metallspritzen für die Einzelteilinstandsetzung eine große Perspektive hat, ökonomisch anwendbar ist und vielfältig in der landtechnischen Instandsetzung eingeführt wird. [8, 9]

#### Literatur

- Autorenkollektiv: Schweißtechnische Richtlinien Metall- und Keramikspritzen. Berlin: VEB Verlag Technik 1976.
- Kretzschmar, E.: Metall-, Keramik- und Plast-spritzen. Berlin: VEB Verlag Technik 1970.
- Kleinpeter, K.; Kastner, G.: Verfahrenstechnische Untersuchungen zum Lichtbogenmetallspritzen. VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen, BT Charlottenthal, Zwischenbericht 1978 (unveröffentlicht).
- Sperllich, D.; Morawetz, H.: Lichtbogenmetallspritzanlage für Kurbelwellen 6VD14,5. VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen, BT Charlottenthal, Konstruktionsbericht 1978 (unveröffentlicht).
- Kastner, G.; Sperllich, D.: Errichtung einer Strahl- und Lichtbogenmetallspritzwerkstatt zur Aufarbeitung der Kurbelwellen 6VD14,5. VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen, BT Charlottenthal, Projekt 1978 (unveröffentlicht).
- Göhner, G.: Untersuchung der Betriebstauglichkeit lichtbogengespritzter Kurbelwellen, Kurbelwellen mit Reparaturstufe, Motor 6VD14,5/12-1 (E280). VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen, BT Charlottenthal, Erprobungsbericht 1980 (unveröffentlicht).
- Prüfbericht einer im Lichtbogenmetallspritzverfahren regenerierten 6VD14,5/12 SRW-Kurbelwelle. VEB Dieselmotorenwerk Schönebeck, Versuchsbericht 1978 (unveröffentlicht).
- Kleinpeter, K.: Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Instandsetzung der Halbachse MTS-50 mittels Lichtbogenmetallspritzen. VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen, BT Charlottenthal, Abschlußbericht 1978 (unveröffentlicht).
- Kleinpeter, K.: Verfahrenstechnische Untersuchungen zum Lichtbogenmetallspritzen mit Abschluß Überleitungssortiment LIW Gardelegen. VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen, BT Charlottenthal, Zwischenbericht 1979 (unveröffentlicht).

A 3052