

Tafel 1. Physikalische und chemische Kennwerte verschiedener Pulverzusatzwerkstoffe

Sorte	chemische Zusammensetzung		Härte		Schmelztemperatur °C
		%	HRC		
K 20	Ni	≈ 95	≈ 20	≈ 1070	
K 30	Ni	93	30	1050	
	Cr	2			
	BSi	5			
K 40	Ni	90	40	1070	
	BCrSi	10			
K 50	Ni	80	50	1010	
	BCrSiFe	20			
K 55	Ni	65	55	1030	
	CrSi	25			
	BWMo	10			
K 60	Ni	70	60	1100	
	Cr	15			
	CBSiW	15			

### Klebtechnik

Aus der herstellerseitigen Einführung von geklebten Reibbelägen für Bremsbacken (Traktor Zetor UR I, Mährescher E 512) und Kupplungsplatten (Traktoren Zetor UR I, UR II) ergibt sich, daß auch die Aufarbeitung dieser Teile durch Kleben erfolgen muß. Verhältnismäßig schnell wurde die Aufarbeitung der Bremsbacken mit geklebten Reibbelägen in der STS Brno eingeführt. Dabei wurde auch berücksichtigt, daß die Reste des alten Reibbelags mechanisiert entfernt werden müssen. Die Aufarbeitung der Kupplungsplatten mit geklebten Belägen war eine schwierigere Aufgabe. Probleme entstanden bei der Beseitigung der Reste des geklebten Belags vom 2 mm dicken Stahlblech.

Wegen des hohen Neupreises der Kupplungsplatten wäre es nicht ökonomisch gewesen, die alten Kupplungsplatten zu verschrotten, denn die Naben sind bei 60% der Kupplungen ohne Schädigungen bzw. erst wenig verschlissen. Im Rahmen der technischen Entwicklung wurde ein Verfahren zur Beseitigung der Reste des alten Reibbelags entwickelt. Danach konnte eine Aufarbeitungstechnologie für Kupplungsplatten mit geklebtem Belag erarbeitet werden, die seit dem Jahr 1979 in der STS Nitra angewendet und gegenwärtig erweitert wird. Im Rahmen der Vorbereitung

einer komplexen Technologie wurden folgende Spezialausrüstungen entwickelt und hergestellt:

- Schleif-Drehmaschine zur Entfernung alter Reste des Reibbelags BSS-400 L
- kleine Vulkanisieröfen EVUP 3,3 N
- mechanisierte Klebstoffauftragmaschine--70-0006.

Die Technologie des Klebens der Reibbeläge, in die noch weitere Ausrüstungen eingeordnet sind, umfaßt folgende Arbeitsgänge:

- Eingangskontrolle von Nabe, Buchse und Anlagflächen
- Beseitigung der Reste des alten Reibbelags bis auf das reine Metall
- Prüfung der Platte auf Umwucht und ggf. Auswuchten
- Entfetten
- Spritzen der Platte bzw. der Bremsbacke mit Korrosionsschutzfarbe
- Auftragen des Klebstoffs auf den Belag
- Antrocknen des Klebstoffs
- Fixieren des montierten Teils mit dem Reibbelag in einer Spannvorrichtung, die den Anpreßdruck aufbringt
- Vulkanisieren im Vulkanisierofen
- Ausgangskontrolle.

Die Aufarbeitung von Bremsbacken und Kupplungsplatten durch Kleben der Reibbeläge stellt einen großen ökonomischen Gewinn auf dem Gebiet der Einzelteilinstandsetzung dar. Dabei wird gleichzeitig eine hohe Qualität erreicht.

### Verfahren „Metallock“

Zahlreiche Gehäuseteile bestehen aus Grauguß (Motorblock, Wechselgetriebegehäuse), die während des Einsatzes bei mechanischen oder thermischen Überbelastungen reißen können. Häufig reißen diese Teile auch durch die Einwirkung angehäufert bleibender Spannungen aus der Neuproduktion.

Die Instandsetzung der genannten Teile wird häufig durch Schweißen vorgenommen, was wiederum Spannungen hervorrufen kann. Dadurch entstehen nach dem Schweißen oder auch während des Einsatzes der Teile Risse, weil die Festigkeit an der Schweißstelle geringer ist. Das Metallurgische Kombinat Třinec erwarb für die ČSSR eine Lizenz zur Instandsetzung gerissener Einzelteile und Maschinenteile nach dem Verfahren „Metallock“. Dieses Instandsetzungsverfahren ist auch für gußeiserne Gehäuseteile und damit für die

landtechnische Instandsetzung geeignet. Die Technologie wurde als Sublizenz übernommen und wird seit dem Jahr 1979 mit Erfolg angewendet.

Das Prinzip des Verfahrens „Metallock“ besteht in der mechanischen Verbindung der beschädigten Teile über die gesamte Länge des Risses mit Hilfe geeigneter Verbindungselemente. Das Verbindungselement — eine Metallklammer — wird in 5 Größen hergestellt. Die ausgewählte Größe richtet sich nach der Wanddicke des Teils. Die Klammern „Metallock“ sind aus einem speziellen Stahl von hoher Festigkeit (900 N/mm<sup>2</sup>) und Plastizität. Sie dienen als Stützelemente, die die Zugkräfte übertragen, die in der Wand entstehen. Zum Abdichten des Risses verwendet man Stifte „Metalace“.

Diese werden mit gegenseitiger Überlappung nach Vorbohren in den Riß eingesetzt. Zur Instandsetzung der Risse kann das Verfahren „Metallock“ bis zu einer Wanddicke von 4 mm benutzt werden.

### Zusammenfassung

Aus den angeführten Beispielen progressiver neuer Aufarbeitungstechnologien der landtechnischen Instandsetzung in der ČSSR geht hervor, daß in einer Zeit der steigenden Rohstoff- und Energiepreise der Material- und Energieverbrauch mit Hilfe der Aufarbeitung verringert werden muß. Der volkswirtschaftliche Nutzen ergibt sich aus der Einsparung an Energie und Rohstoffen, und die Erhöhung der Effektivität der Instandsetzung wird dadurch bestätigt, daß die Kosten aufgearbeiteter Teile in der ČSSR 32% der Neuteilkosten betragen.

Der Aufarbeitungsumfang in den spezialisierten Zentren beträgt gegenwärtig etwa 15% des Gesamtumfangs der Aufarbeitung in den Betrieben der Vereinigung STS/OPS.

Die Aufarbeitung ist ein Beitrag zur Senkung des Verbrauchs an neuen Ersatzteilen, vor allem in STS. Der Einsatz an instand gesetzten Teilen in der ČSSR beträgt in diesen Instandsetzungsbetrieben durchschnittlich 9% des Gesamtverbrauchs an Ersatzteilen. Es sind Methoden zu finden, die eine Erweiterung der Nutzung von aufgearbeiteten Teilen für eine größere Anzahl von Bedarfsträgern, also auch der Landwirtschaftsbetriebe, ermöglichen.

A 3096

## Galvanische Eisenauftragung auf Außen- und Innenflächen

E. Forkel, Charlottenthal/R. Müller, Gerbstedt (DDR)

### 1. Einführung

Die Aufarbeitung von verschlissenen Einzelteilen und deren Wiederverwendung in Baugruppen von Maschinen ist eine volkswirtschaftlich begründete Forderung. Da meistens nur ein relativ geringer Teil eines Einzelteils verschlissen ist, wird in diesen Fällen die Aufarbeitung ökonomischer als die Neuteilfertigung, wobei gleichzeitig z.T. hochwertiges Material und vergegenständlichte Arbeit eingespart bzw. besser ausgenutzt werden. Ein Verfahren zur

Einzelteilinstandsetzung ist die galvanische Eisenbeschichtung, die zur Aufarbeitung sowohl von Außen- als auch von Innenflächen (Bohrungen) angewendet wird.

### 2. Verfahrenscharakteristik

#### 2.1. Wirkungsweise der galvanischen Eisenauftragung

Die galvanische Eisenauftragung ist ein Behälterprozeß. Die mechanisch vorbereiteten

Einzelteile durchlaufen in einer Reihe von Behälterapparaten (auch „Bäderstraße“ genannt) chemische und elektrochemische Vorbehandlungs-, Beschichtungs- und Nachbehandlungsstufen. In den Behälterapparaten befinden sich die Behandlungslösungen. Zur Beschichtung wird eine Lösung (Elektrolyt) verwendet, die die jeweiligen Metallionen, im speziellen Fall die Eisenionen, enthält. Durch Anlegen einer Gleichspannung an Elektroden, die in diesen Elektrolyt tauchen, kommt es zum

Stromfluß durch diese Lösung, und die elektrisch geladenen Ionen werden zur jeweils entgegengesetzt geladenen Elektrode transportiert. Die positiv geladenen Metallionen wandern zu dem als negative Elektrode geschalteten Einzelteil, werden dort entladen und bilden in der Summe eine Eisenschicht. Die dem Elektrolyten entzogenen Eisenionen werden durch die sich proportional auflösenden Eisenanoden wieder in den Elektrolyten zurückgeliefert. Folgende Parameter haben Einfluß auf die Qualität und die Eigenschaften der auf diese Art abgeschiedenen Eisenschichten:

- Elektrolytzusammensetzung
- Elektrolyttemperatur
- katodische Stromdichte
- Acidität (pH-Wert).

## 2.2. Technologie der galvanischen Eisenauftragung

Die aufzuarbeitenden Einzelteile müssen folgende Arbeitsstufen durchlaufen:

- Reinigen und Entfetten in betrieblichen Maschinenwäschen (alkalische Abkontamination oder organische Reinigung)
- Kontrolle auf Wiederverwendbarkeit der Funktionsstellen des Einzelteils mit Ausnahme der Aufarbeitungsstelle
- Schleifen oder Feinstdrehen der Einzelteile an den Verschleißstellen zur Beseitigung der Abnutzungsspuren und zum Erreichen eines festgelegten gleichmäßigen Vorbearbeitungsmaßes
- Nachreinigung der Einzelteile in sauberem organischen Lösungsmittel
- Isolieren der nicht zu beschichtenden Flächen mit Hilfe heißaushärtender Isolierpaste aus PVC-weich
- Bestücken der Galvanisiergestelle, d. h. Montage vorbereiteter Einzelteile in das Galvanisiergestell, das die gleichzeitige Bearbeitung mehrerer Teile, mechanische Halterung und elektrische Kontaktierung gewährleistet
- anodisches elektrolytisches Beizen in 30%iger Schwefelsäure, um oxidische und passive Deckschichten zu entfernen
- Spülen in Wasser zur Beseitigung anhaftender Chemikalien
- Galvanisieren (Auftragung der Eisenschicht) in einem Elektrolyten folgender Zusammensetzung:  
Eisen-II-chlorid  
( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 200 bis 400 g/l  
Salzsäure (HCl) rd. 2 g/l (pH = 0,6...1,4); der Elektrolyt arbeitet bei Temperaturen von 40 bis 80 °C und in einem katodischen Stromdichtebereich von 10 bis 40 A/dm<sup>2</sup>
- Spülen in Wasser zur Beseitigung von Chemikalien
- Neutralisieren in verdünnter Natronlauge zur chemischen Bindung saurer Lösungsreste auch in Mikrorissen der Schicht
- Spülen in Wasser zur Beseitigung von Chemikalien
- Trocknen der Einzelteile
- Gütekontrolle, visuelle Einschätzung der Qualität der Eisenschicht
- Schleifen auf Fertigmaß, evtl. Polieren zum Erreichen niedriger Rauhtiefewerte
- Konservierung der Einzelteile.

## 2.3. Vor- und Nachteile der galvanischen Eisenauftragung

Die mit Hilfe der galvanischen Eisenauftragung erzeugte Schicht weist aufgrund ihrer Herstellungsbedingungen verfahrensspezifische Vor- und Nachteile auf:

- Auftragschichtdicke  
0 bis 1,0 mm, wobei der günstigste Bereich unter 0,5 mm liegt
- Härtewerte  
500 bis 600 HV<sub>0,1</sub>
- Verschleißfestigkeit  
vergleichbar mit induktionsgehärteten Stählen C 45 oder St 50; gute Notlaufeigenschaften infolge Mikrorißnetz in der Schicht und damit verbundenem guten Ölhaltevermögen
- Auftrageschwindigkeit  
0,15 bis 0,25 mm/h
- Mechanisierbarkeit  
bei großen Einzelteilstückzahlen möglich
- Dauerfestigkeit  
Minderung um 10 bis 20% gegenüber Original-Einzelteil durch Mikrorißnetz
- Haftfestigkeit  
größer als 25 N/mm<sup>2</sup>; nicht ausreichend für punktförmige dynamische Belastung
- Verzug  
tritt nicht auf
- Kosten  
alle Hilfsstoffe sind preiswert und handlich; Verfahrenskosten bei einer Schichtdicke von 0,5 mm rd. 1,10 M/dm<sup>2</sup>
- Korrosionsschutz  
galvanisch aufgetragene Eisenschichten sind sehr stark korrosionsanfällig.

## 2.4. Anwendungsmöglichkeiten der galvanischen Eisenauftragung

Gegenwärtig wird die galvanische Eisenauftragung zur Aufarbeitung rotationssymmetrischer Einzelteile angewendet. Dabei ist es gleich, ob eine Außenfläche oder eine Bohrung beschichtet wird. Das Verfahren ist für die Aufarbeitung von Festlagersitzen, Gleitlagersitzen, Simmerringsitzen sowie von verzugsempfindlichen Einzelteilen anwendbar, da die Teile thermisch nicht beeinflusst werden.

## 3. Ausrüstungen

Zur Ausführung des technologischen Prozesses am konkreten Objekt sind drei Ausrüstungskomplexe erforderlich:

- Ausrüstungen zur Vorbereitung der Teile auf den galvanischen Prozeß
  - Ausrüstungen zur Durchführung des galvanischen Prozesses
  - Ausrüstungen für Nach- und Fertigbearbeitung der galvanisierten Teile.
- Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die in die Produktion übergeleitete Anlage des VEB LIW Gerbstedt.
- Zur Vorbereitung der Teile auf den galvanischen Prozeß werden folgende Ausrüstungen eingesetzt:
- Demontagereinrichtungen zum Zerlegen von Teilen in einzelne Bestandteile, wie z. B. Pleuelstangen
  - Metallreinigungsschleifmaschine MR 1e zum Grobreinigen und Grobentfetten der Teile
  - Werkzeugmaschinen zur spanenden Bearbeitung der zu galvanisierenden Flächen, um eine ebene Bearbeitungsfläche mit geringer Rauhtiefe herzustellen
  - Innenrundsleifmaschine für die Bearbeitung von Innenflächen, wie es z. B. an Pleuelstangen erforderlich ist
  - spitzenlose Außenrundsleifmaschine für die Bearbeitung von Außenflächen ohne Zentrierung
  - Außenrundsleifmaschine für die Bearbeitung von zentrierten Außenflächen
  - Metallreinigungsschleifmaschine MR 1e zur Feinreinigung und Feinentfetten der Teile
  - Behälter für die anschließende Isolierung der Teile durch Eintauchen in PVC-Paste

- Trockenschrank RE 150-2 zum Aushärten des Isolierstoffs bei einer Temperatur von rd. 180 °C.

Nachdem die zu galvanisierenden Flächen vom Isolierstoff befreit worden sind, beginnt der eigentliche galvanische Prozeß mit dem Bestücken der Galvanisiergestelle. Für jede Position des zu galvanisierenden Sortiments ist ein gesondertes, den spezifischen Eigenschaften in bezug auf Form und zu galvanisierender Gesamtoberfläche entsprechendes Galvanisiergestell zu verwenden.

Die Galvanisiergestelle müssen den vorhandenen Transportbedingungen und den Abmessungen der Galvanisierbäder entsprechen. Das Kernstück der Galvanikanlage bildet die Bäderstraße. Zum Beizen, Spülen, Galvanisieren und Heißspülen sind Galvanisierapparate aus dem Lieferprogramm des VEB Galvanotechnik Leipzig eingesetzt. In der Anlage des VEB LIW Gerbstedt befinden sich:

- 1 Beizapparat
- 2 Kaltspülapparate
- 4 Galvanisierapparate
- 1 Neutralisationsapparat
- 1 Heißspülapparat.

Die Bäder sind rd. 1 500 mm lang, 700 mm breit und 1 000 mm hoch. Der Behälterinhalt beträgt rd. 900 l.

Am Ende der Bäderstraße befindet sich die Gestellablage. Hier werden die getrockneten Teile dem Galvanisiergestell entnommen, und anschließend wird die Isolierung mit geeigneten Hilfsmitteln entfernt.

In einem Tauchbehälter, der ein Konservierungsmittel enthält, werden die Teile mit einem Korrosionsschutz versehen. Damit ist der galvanische Prozeß abgeschlossen.

Zum Nach- und Fertigbearbeiten der galvanisierten Teile sind Ausrüstungen erforderlich, die ein Abtragen der galvanischen Schicht ermöglichen. Es handelt sich vorwiegend um Schleifmaschinen, mit denen die galvanisierten Einzelteile fertigbearbeitet werden. Das wird durch Außen- und Innenrundsleifen, Anfasen und Entgraten erreicht. Die Ausrüstungen zum Fertigbearbeiten müssen einen hohen Gütegrad haben, damit die vorgeschriebenen Fertigungstoleranzen in bezug auf Maßhaltigkeit und Oberflächengüte erreicht werden können und die instand gesetzten Einzelteile in diesen Eigenschaften den Neuersatzteilen gleichwertig sind. Als Hilfsausrüstungen sind zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Produktionsprozesses und zur Einhaltung der Forderungen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes erforderlich:

- den Teilen und den Produktionsausrüstungen entsprechende Transportbehälter für den innerbetrieblichen Transport und für den Versand
- eine Fördereinrichtung zur Gewährleistung des Transports der Galvanisiergestelle von einem Behälter zum anderen und zur Gestellablage
- eine gut funktionierende Entlüftungsanlage zur Absaugung der über den Behältern entstehenden Dämpfe und Gase
- eine Ionenaustauscheranlage zur Herstellung von destilliertem Wasser
- eine Laboreinrichtung zur Anfertigung von Analysen zur Überwachung der Galvanikanlage
- Reservebehälter zur Lagerung von Salzsäure und Schwefelsäure sowie Lagereinrichtungen für Werkzeuge, Meßmittel, Hilfsmittel und Ersatzteile
- ein Neutralisationsbehälter, in dem die anfallenden Abwässer entsprechend den

Forderungen des Landeskulturgesetzes aufbereitet werden

- Gleichrichter zum Betreiben der Beiz- und Galvanisierapparate
- Filterpumpen zum kontinuierlichen Filtern der Elektrolyte.

#### 4. Anwendungsbeispiele

In der Galvanikanlage des VEB LIW Gerbstedt werden vorwiegend Einzelteile aus Dieselmotoren durch galvanisches Eisenauftragen instand gesetzt. Im folgenden sollen einige typische Einzelteile dargestellt werden.

##### *Pleuelstange*

An Pleuelstangen wird die Kurbelwellenlagerbohrung instand gesetzt. Typisch für diese Aufarbeitungsstelle ist, daß es sich um eine geteilte Innenfläche handelt, die einer hohen Druckbeanspruchung unterliegt. Die Fertigungstoleranzen entsprechen der Toleranzgruppe IT 6. Die fertigbearbeitete Oberfläche muß porenfrei sein. Die Rauhtiefe darf nicht über  $4\text{ }\mu\text{m}$  betragen. Im Überleitungsjahr wurden 7500 Pleuelstangen aus 4 verschiedenen Dieselmotorentypen nach diesem Verfahren instand gesetzt, wobei ein volkswirtschaftlicher Nutzen von 1 897 000 M erzielt wurde.

##### *Kolbenbolzen*

An Kolbenbolzen wird die Außenfläche durch galvanisches Eisenauftragen bearbeitet. Diese Fläche unterliegt sowohl einer hohen Druckbeanspruchung durch die Pleuelstange als auch einer Reibungsbeanspruchung mit geringem Drehwinkel. Die Fertigungstoleranzen ent-

sprechen der Toleranzgruppe IT 5. Die fertigbearbeitete Oberfläche muß porenfrei sein, und die Rauhtiefe darf nicht mehr als  $0,8\text{ }\mu\text{m}$  betragen.

##### *Rotorwelle des Abgasturboladers (K-700)*

Diese Welle läuft mit Drehzahlen bis 1 000 U/min in Gleitlagerbuchsen. Das stellt an die Eigenschaften der aufgetragenen Schicht besonders hohe Anforderungen. Die aufgetragene Schicht muß sich durch große Haftfestigkeit auszeichnen. Die fertigbearbeitete Welle muß schlagfrei sein, die Oberfläche muß porenfrei sein, und die Rauhtiefe darf nicht mehr als  $1,5\text{ }\mu\text{m}$  betragen.

Weiterhin befand sich im Überleitungssortiment eine Anzahl verschiedenartiger Wellen, wie z. B. Einspritzpumpennockenwellen, Motorenockenwellen, Lüfterantriebswellen und Andrehklauen. An diesen Teilen werden vorwiegend Wälzlagersitze sowie Gleitflächen von Dichtringen durch galvanisches Eisenauftragen instand gesetzt. Bei Wälzlagersitzen ergeben sich besondere Anforderungen an die Haftfestigkeit der aufgetragenen Schicht. Eine gewisse Porigkeit in der fertigbearbeiteten Oberfläche kann zugelassen werden. Bei Gleitflächen von Dichtringen ergeben sich an die aufgetragene Schicht besondere Anforderungen in Hinsicht auf Verschleißfestigkeit und Porenfreiheit.

Insgesamt wurden im Überleitungsjahr 16 verschiedene Einzelteile aus Dieselmotoren instand gesetzt. Das Sortiment wird ständig erweitert. Die Einzelteile des Sortiments werden vor der Aufnahme in das Instandsetzungssor-

timent technisch-technologischen Voruntersuchungen unterzogen. Die versuchsweise instand gesetzten Einzelteile werden dann einer Prüfstand- oder Einsatzerprobung in der entsprechenden Baugruppe unterzogen. Die Ergebnisse dieser Erprobung werden an der angestrebten mittleren Grenznutzungsdauer (GND) von 2500 Betriebsstunden z. B. am Motor 4 VD gemessen und die Eignung der Aufarbeitungsvariante nachgewiesen oder abgelehnt. Die gegenwärtig im Aufarbeitungssortiment befindlichen Einzelteile können durchschnittlich eine Laufzeit von 80 bis 120% der mittleren GND erzielen, wobei einzelne Teile auch über 160% der mittleren GND erreichen. Besonders günstige Nutzungsdauerwerte (bis 160% der mittleren GND) ergaben sich bei der Erprobung von aufgetragenen Schichten, die unter verschiedenen Belastungen als Gleitlagerpaarungskörper eingesetzt werden. Beispiele sind Vorderachs- und Triebvorderachsteile mit oszillierenden Drehbewegungen und hoch drehzahlbelastete rotierende Teile, wie Abgasturboladerrotorwellen.

#### 5. Ökonomie

Bezieht man die im Überleitungsjahr erreichten Ergebnisse auf ein Planjahr, so werden Einzelteile mit einem Neuwert von 4 250 000 M instand gesetzt. Der Aufwand zur Instandsetzung dieser Teile beträgt 850 000 M, so daß ein volkswirtschaftlicher Nutzen von 3 400 000 M entsteht. Damit hat sich die Anlage bereits im Überleitungsjahr amortisiert.

A 3049

## Autoren dieses Heftes

Dozent Dr.-Ing. V. Legat, Dozent Dr.-Ing. L. Pejša  
Landwirtschaftliche Hochschule Prag-Suchdol (ČSSR)

Dr. C. Mélykúti, M. Gélyci, Dr. F. Boor  
Institut für Landtechnik Gödöllő (UVR)

Dipl.-Ing. M. Kout  
Generaldirektion STS/OZS Prag-Vinor (ČSSR)

Prof. W. M. Michlin, W. N. Losew, A. P. Golubew  
Institut GOSNITI Moskau (UdSSR)

Dipl.-Ing. G. Bansagi, Dipl.-Ing. A. Sziladi,  
Dipl.-Ing. A. Petak  
Betrieb für Post- und Fernmeldeanlagen Budapest (UVR)

Ing. P. Bužek  
Institut für Instandhaltung Prag-Malešice (ČSSR)

Dipl.-Ing. J. Kucharski  
Staatliches Maschinenzentrum (POM) Tuchola (VRP)

Kand. d. ök. Wiss. W. S. Bugarewitsch, Kand. d. techn. Wiss. N. P. Malaschenko, Ing. A. A. Gontscharow, Kand. d. techn. Wiss. W. A. Korotkewitsch

Allunions-Forschungs- und Technologieinstitut für Montage, Betrieb und Instandsetzung von Maschinen und Ausrüstungen für Tierproduktionsanlagen (WNIITIMSh) Minsk (UdSSR)

Kand. d. techn. Wiss. W. I. Komarow  
Allunions-Forschungsinstitut für die Tier- und

Futterproduktion (WNIIMOSh) Kiew (UdSSR)

W. Stachurski, W. Gronowski  
Forschungs- und Entwicklungszentrum für landtechnische Instandhaltung (OBR TOR) Żdźary (VRP)

Kand. d. techn. Wiss. B. P. Jakowlew  
Sibirische Filiale des Instituts GOSNITI Moskau (UdSSR)

Ing. J. Balla  
Forschungsinstitut für Landtechnik (VÜPT) Rovinka, Außenstelle Nitra (ČSSR)

Dipl.-Ing. E. Forkel  
VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen, Betriebsteil Charlottenthal (DDR)

Ing. R. Müller  
VEB Landtechnisches Instandsetzungswerk Gerbstedt (DDR)