

standen Maßnahmen der Einzelteilinstandsetzung für den GAZ-Käfig im Mittelpunkt. Hervorzuheben sind hierbei die Aufarbeitung der Futterautomaten, das Auswechseln der Z-Träger sowie die Aufarbeitung der Seiltrommeln. In einem dritten Abschnitt wurde die Rückkopplung von der Nutzung auf die Konstruktion gezeigt. Der neue GAZ-Käfig ist konstruktiv so überarbeitet worden, daß alle Teile, die z. Z. einer erhöhten Abnutzung im Vergleich zum Gesamtkäfig unterliegen, austauschbar gestaltet werden (s. a. agrartechnik, H. 2/1987, S. 60ff.).

Die „Instandsetzung von Standausrüstungen der Rinderproduktion“ war das Thema des Referats von Dr.-Ing. Wetzel, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg. Ausgehend von einer exakten Analyse der aufzunehmenden Kräfte durch die Standausrüstung, wurden Grundsätze zur konstruktiven Gestaltung der Standausrüstung formuliert. Als ein Lösungsweg für die Rekonstruktion wurde die lose, mit Hilfe eines Adapters aufgesetzte Standausrüstung für den Liegeboxenbereich ange-

geben. Sowohl bei neuen Anlagen als auch für die Rekonstruktion wurden mit dieser Standausrüstung positive Ergebnisse realisiert. In der Milchviehanlage Kremmen, Bezirk Potsdam, beträgt die Einsparung je Tierplatz beispielsweise 5 kg Stahl und 28 kg Zement. Für den Korrosionsschutz an der Einspannstelle sind Lösungen vorhanden. Für die Instandsetzung der Standausrüstung wurde des weiteren das Klebverfahren des VEB LTA Dresden als eine Lösungsmöglichkeit dargestellt. Für die Instandsetzung der Haltungstechnik in der Kälberproduktion (KÜ-Bereich) sind die erarbeiteten Lösungsvorschläge des VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Neuen anwendungsreif.

„Veterinärtoxikologische Aspekte beim Einsatz von Bau-, Bauhilfs- und Anstrichstoffen in Anlagen der Tier- und Futtermittelproduktion“ behandelten Dr. med. vet. Pohlann und Dipl.-Vet.-Med. Watzke, Staatliches Veterinärmedizinisches Prüfungsinstitut Berlin. Schwerpunkte der Ausführung waren:

- Darstellung der Gefährdungsstellen
- veterinärtoxikologische Anforderungen an eingesetzte Bau-, Bauhilfs- und Anstrichstoffe
- Erläuterung der Wirkungsweise an einigen Beispielen
- veterinärtoxikologische Genehmigungsverfahren.

Mit dem Vortrag wurde den Instandhaltern ihre Verantwortlichkeit bezüglich der Auswirkung von Instandsetzungsmaßnahmen auf die Tiergesundheit deutlich gemacht.

In seinem Schlußwort appellierte Dr.-Ing. Köhler, Vorsitzender des Fachausschusses „Anlageninstandhaltung“, an die Tagungsteilnehmer, den Erfahrungsaustausch in den Betrieben fortzuführen und die übermittelten Erkenntnisse und Erfahrungen in der Praxis anzuwenden, um die Nutzungsdauer landtechnischer Arbeitsmittel in den Anlagen der Tierproduktion zu erhöhen.

A 5044

Dr.-Ing. L. Köhler, KDT

Restwanddickenmessungen an landtechnischen Anlagen

Dr.-Ing. A. Stirl, KDT/Dipl.-Ing. N. Laube, KDT/Dipl.-Ing. Rosemarie Kremp, KDT/Ing. D. Klemmer, KDT VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal

1. Einführung

Die Ultraschall-Wanddickenmessung als Verfahren der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung wird in der Chemie-, Energie-, Leicht- und Lebensmittelindustrie sowie im Maschinen- und Fahrzeugbau bereits seit vielen Jahren zur Bestimmung von Korrosions- und Verschleißschäden erfolgreich angewendet. Im landwirtschaftlichen Anlagenbau erfolgte die Einschätzung dieser Schädigungen bisher größtenteils durch Sichtkontrolle, wenn die entsprechenden Baugruppen oder Einzelteile aus Profilstählen gefertigt waren, die im montierten Zustand nur von einer Seite zugänglich sind, wie z. B. Kastenprofile, Rohre usw. Aus sicherheitstechnischen und technologischen Gründen können diese Baugruppen oder Einzelteile nicht demontiert bzw. getrennt werden. Die durch Sichtkontrolle gewonnenen Ergebnisse tragen starken subjektiven Charakter und sind von den Erfahrungen des Prüf- bzw. Bedienpersonals abhängig. Um den hohen Forderungen an die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von stationären Anlagen der Tier- und Pflanzenproduktion besser gerecht zu werden und die vorhandenen Abnutzungsreserven optimal auszunutzen, müssen deshalb objektive Diagnoseverfahren gefunden und genutzt werden. Damit können plötzliche Ausfälle, die zu erheblichen Folgeschäden und Produktionsverlusten führen, auf ein Minimum gesenkt werden. Ein geeignetes Verfahren zur Ermittlung von Restwanddicken, Materialfehlern, Blechdopplungen, Lunkern, Einschlüssen usw. ist die Ultraschall-Dickenmessung. Nachfolgend soll darüber informiert werden.

2. Verfahren und Gerätetechnik

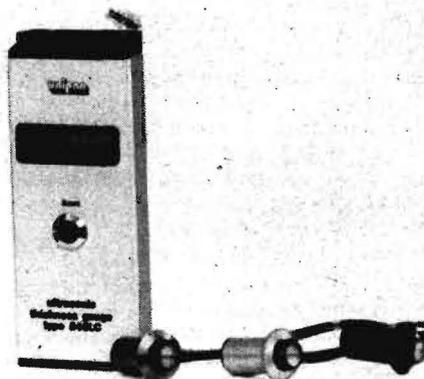
Für die Ultraschall-Wanddickenmessung wird in der DDR das Gerät Unipan 545LC (VR Polen, Bild 1) angeboten, das aufgrund seines Meßbereichs und seiner technischen

Daten (Tafel 1) im Bereich der Landwirtschaft eingesetzt werden kann [1].

Das Gerät arbeitet mit kombinierten Sende-/Empfangs-Prüfköpfen, die über ein 1 m langes Kabel angeschlossen werden. Der mit kurzen elektrischen Impulsen angeregte Prüfkopf emittiert eine 4-MHz-Ultraschallwelle, die durch das Aufsetzen des Prüfkopfes auf das zu untersuchende Objekt in den Werkstoff eindringt und von der gegenüberliegenden Fläche bzw. von einem Materialfehler in Form eines Echos reflektiert wird. Die Laufzeit der Schallwelle ist direkt proportional der Dicke des Werkstoffs, die in Millimeter digital angezeigt wird.

Das Dickenmeßgerät eignet sich zur Prüfung von Bauteilen aus niedriglegiertem Stahl mit flacher bzw. gekrümmter Oberfläche. Zur Bestimmung der Wanddicke anderer Werkstoffe sind entsprechende Korrekturfaktoren

Bild 1. Ultraschall-Dickenmeßgerät Unipan 545 LC (Foto: H. Wahlstab)



Tafel 1. Technische Daten des Ultraschall-Dickenmeßgeräts Unipan 545 LC [1]

Meßbereiche	
Prüfkopf 4 LDF10LC	1,2...10 mm
Prüfkopf 4 LDS10H	5 ...50 mm
Prüfkopf 4 LGL10H	40 ...199,9 mm
Meßgenauigkeit	± 0,1 mm
Auflösungsvermögen	0,1 mm
Empfängerfrequenz	4...6 MHz
Betriebstemperatur	0...40°C
Temperatur des Meßobjekts	-10...55°C
Abmessungen	30 x 75 x 195 mm
Masse	0,5 kg

erforderlich. Die robuste Konstruktion sowie das staub- und tropfengeschützte Gehäuse gewährleisten den Einsatz des Geräts in Anlagen der Tier- und Pflanzenproduktion. Unipan 545 LC arbeitet netzunabhängig, ist handlich und einfach zu bedienen.

3. Einsatzbedingungen

Für den Einsatz des Dickenmeßgeräts sind bestimmte Voraussetzungen zu schaffen, um die Qualität der Prüfung zu sichern und Meßfehler auszuschließen. Nachfolgend werden die wichtigsten Bedingungen aufgeführt:

- Eine genaue Kenntnis der Geometrie und der Originaldicke des Prüfbereichs und der auf der Grundlage einer Schadensanalyse ermittelten Schwachstellen ist erforderlich.
- Die Meßstellen müssen metallisch blank sein bzw. eine fest haftende Farbschicht aufweisen. Der minimale Meßstellendurchmesser sollte rd. 30 mm betragen. Eine ausreichende Meßstellenvorbereitung wird mit einer Handbohrmaschine und einem weichgummigebundenen Siliziumkarbid-Schleifkörper erreicht.
- Für die Ankopplung des Prüfkopfes an das

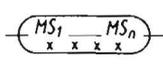
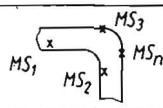
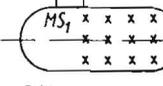
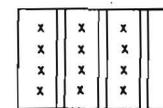
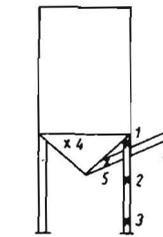
Maschinen- typ	Baugruppe/ Einzelteil	Schadensort/ Schadensbild	Skizze mit Meßstellen- kennzeichnung	Vorbereitung der Meßstelle	Original- dicke	Grenz- wert
Kompressor- druckkessel		Korrosion		nicht erforderlich	3mm	
Gütleitungs- leitung	Leitung, Krümmer	Korrosion und Ver- schleiß im Leitungsinnen		Bohrmaschine und Zubehör		
drucklose Tankkessel	2500-l-Tank 3000-l-Tank	Korrosion an Innen- und Außen- wänden	 MS über gesamte Oberfläche verteilt	Schaber und Schleif- papier (Schutzbe- stimmungen beachten)	5 mm 6 mm	
Annahme- dosierer	Bodenblech Seitenblech (Sicken) Stirnblech Auswerfer- bogen	Verschleiß Korrosion	 1. bis 4. Segment	Bohrmaschine mit Zubehör nicht erfor- derlich	5 mm 2 mm 4 mm	
Annahme- dosierer	Seitenblech		 Sicken			
Zentral- futterband	Gurttrommel Umlenk- trommel	Verschleiß Korrosion		nicht erforderlich Bohrmaschine und Zubehör	9 mm 6 mm	3 mm
Krautfutter- silo	Stützen- schnecken- rohr	Korrosion		Bohrmaschine und Zubehör	4 mm	

Bild 2. Ausgewählte Maschinen und Ausrüstungen für die Ultraschall-Dickenmessung (MS Meßstelle)

Prüfobjekt ist ein Zusatzmittel, z. B. Vaseline, Fett, Öl oder Wasser, erforderlich.

- Die Wahl des Prüfkopfes erfolgt in Abhängigkeit von der Originaldicke des Prüfobjekts. Der Prüfkopf ist an den Prüfnormalen abzugleichen.
- Bei der Messung ist darauf zu achten, daß der Prüfkopf senkrecht aufgesetzt wird. Je Meßstelle sollten 5 Messungen durchgeführt werden, um die geringste Wanddicke zu erfassen.
- Die Meßstellen sind genau zu kennzeichnen, um bei Wiederholungsmessungen die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Ein ungleichmäßiger Abrieb und der Einfluß der Korrosion können zu einer Verfälschung der Meßergebnisse führen. Dem Prüfobjekt angepaßte Hilfsmittel, z. B. Schablonen, erleichtern das Wiederfinden der Meßstellen.
- Die Prüfarbeiten sollten immer von den gleichen Personen durchgeführt werden.

Zur Dokumentation der Meßergebnisse sind die Ergebnisse in entsprechende Prüfkarten einzutragen. Diese Prüfkarten bilden die dokumentarische Grundlage für eine systematische Überprüfung der Baugruppen bzw. Einzelteile.

Alle Arbeiten bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von Wanddickenmessungen in landtechnischen Anlagen wurden vom VEB Prüf- und Versuchsbetrieb

Charlottenthal in einer speziellen Diagnose-technologie [2] zusammengestellt.

4. Einsatzmöglichkeiten für die Ultraschall-Dickenmessung

Eine große Anzahl von Maschinen und Ausrüstungen der Tier- und Pflanzenproduktion kann mit Hilfe des Diagnoseparameters „Wanddicke“ auf ihren technischen Zustand beurteilt werden. Aus der systematischen Erfassung der Wanddicke eines Objekts über einen längeren Zeitraum sind Schlußfolgerungen bezüglich der Korrosion und des Verschleißverlaufs möglich. Aus der einseitigen Abnutzung von Baugruppen, z. B. Tragrollen, können außerdem Montagefehler abgeleitet werden. Besonders gefährdete Teile einer Baugruppe, wie die Spannstellen von Standausrüstungen, können rechtzeitig lokalisiert und instand gesetzt werden.

Im Bild 2 sind einige Beispiele von Maschinen und Ausrüstungen zusammengestellt, die im Rahmen von Erprobungsarbeiten erfaßt wurden und deren Wanddicke den technischen Zustand ausreichend genau charakterisierte.

Die Zeiten zwischen zwei Überprüfungen sind vom Prüfpersonal in Abhängigkeit von den Produktionsbedingungen, den täglichen Einsatzzeiten, der Belastung sowie der projektierten Nutzungsdauer und dem technischen Zustand festzulegen. Diese Zeiten

können nicht unmittelbar auf andere Betriebe übertragen werden.

5. Ökonomische Effekte

Mit dem Einsatz des Ultraschall-Dickenmeßgeräts im Bereich der Landwirtschaft können folgende Effekte erreicht werden:

- Minimierung des Anteils an plötzlichen Ausfällen durch rechtzeitige Einleitung von Instandsetzungsmaßnahmen, Erhöhung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Technik
- langfristige Planung und Vorbereitung von Instandsetzungsmaßnahmen auf der Grundlage des Verschleiß-Nutzungsdauer-Verhaltens
- optimale Ausnutzung der Abnutzungsreserven der Baugruppen, damit Verbesserung der Materialökonomie
- Einsparung von Instandsetzungskapazität. Die wertmäßige Erfassung des ökonomischen Nutzens für die Landwirtschaft der DDR ist nur mit einem sehr hohen Aufwand zu realisieren.

Um den Einsatz der Ultraschall-Dickenmessung ökonomisch zu werten, ist die Ermittlung des Diagnosekostenverhältnisses K_d erforderlich [3]:

$$K_d = \frac{K_D}{K_{PI}} \quad (1)$$

K_D Kosten für eine Überprüfung

K_{PI} Gesamtkosten einer planmäßigen Instandsetzung.

Die Gesamtkosten für eine planmäßige Instandsetzung sind die Summe aus dem Preis für eine neue oder instand gesetzte Baugruppe oder für ein Einzelteil K_E , dem Demontage- und Montageaufwand K_M sowie aus den Ausfallkosten bei einer planmäßigen Instandsetzung [3]:

$$K_{PI} = K_E + K_M + K_{API} \quad (2)$$

Für die Berechnung der Diagnosekosten K_D wurde die derzeit gültige Kalkulation nach der Preisanordnung PAO 251 zugrunde gelegt. Neben dem festgelegten Kostensatz für Überprüfungsarbeiten und den Lohnnebenkosten wurden die Fahrkosten für durchschnittlich 80 km je Einsatz berücksichtigt. Nach [4] ist für stationäre Anlagen folgendes Diagnosekostenverhältnis zulässig:

$$K_d \leq 0,1 \quad (3)$$

Am Beispiel einer 1930er-Milchviehanlage soll der ökonomische Nutzen dargestellt werden. Für die Überprüfung der 12 Umlenktrommeln und der Antriebstrommel eines Zentralförderers T430 benötigen 2 Arbeitskräfte 2,5 h einschließlich Vor- und Nachbereitungsarbeiten. Die dabei entstehenden Diagnosekosten (Kostensatz, Lohnnebenkosten, Fahrkosten) betragen 172,30 M. Aus den Beziehungen (1) und (3) ergibt sich, daß die Diagnose der Umlenktrommeln ökonomisch vertretbar wäre, wenn die Gesamtkosten für eine planmäßige Instandsetzung K_{PI} mindestens 1723 M betragen würden. Wird bei einer planmäßigen Instandsetzung nur eine Umlenktrommel gewechselt, ergeben sich nach Gl. (2) Kosten in Höhe von 1847,55 M, ohne dabei die Demontage- und Montagekosten sowie die Ausfallkosten zu berücksichtigen.

Aus diesem Vergleich ist ersichtlich, daß die Überprüfung der Trommeln mit Hilfe der Ultraschall-Dickenmessung erforderlich ist, um

Fortsetzung auf Seite 391

Diagnose von Elektroanlagen in der Landwirtschaft mit Hilfe der Pyrometrie

Ing. D. Klemmer, KDT/Dr.-Ing. A. Stirl, KDT/Dipl.-Ing. Rosemarie Kremp, KDT
VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal

1. Problem- und Zielstellung

In den industriemäßig produzierenden Anlagen der Tierproduktion wird eine hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Maschinen und Ausrüstungen gefordert. Plötzliche Ausfälle in den Elektroanlagen können zu erheblichen Produktionsverlusten und Folgeschäden führen.

Gegenwärtig werden die Elektroanlagen vom Prüfdienst turnusmäßig überprüft, indem diese spannungslos geschaltet werden. Nach der Demontage der verschiedenen Elemente wird der technische Zustand durch Sichtkontrolle beurteilt. Dieses Prüfverfahren ist sehr zeitaufwendig und führt oft zu Verschiebungen im Produktionsprozeß. Die Überprüfung der Elektroanlagen mit einem berührungslosen Temperaturmeßverfahren bringt folgende Vorteile:

- Prüfen der Anlagen im belasteten Zustand
- Einsparung von Arbeitszeit und Arbeitsaufwand bei den Prüfarbeiten, damit Erhöhen der Arbeitsproduktivität und effektiver Einsatz der vorhandenen Prüfkapazität des VEB LTA bzw. VEB KfL
- Feststellen von Schädigungsverläufen
- Senkung des Anteils an plötzlichen Ausfällen auf ein Minimum
- Prüfen von schwer zugänglichen Elementen.

Ein geeignetes berührungsloses Temperaturmeßverfahren ist die Pyrometrie.

2. Verfahren und Gerätetechnik

Pyrometrie ist das berührungslose punktweise Erfassen von Temperaturverteilungen durch Messen der Wärmestrahlung. Dieses Verfahren basiert auf der technischen Aus-

nutzung der Wärmestrahlung, die mit der Oberflächentemperatur schwankt. Alle Gegenstände, deren Temperatur über 273 K liegt, emittieren im Infrarotwellenbereich eine elektromagnetische Energie, die in Form von Photonen abgegeben wird. Die Anzahl der emittierten Photonen ist eine Funktion der Temperatur. Vom VEB Meßgerätewerk „Erich Weinert“ Magdeburg werden für unterschiedliche Einsatzfälle und Meßbereiche Pyrometer produziert und angeboten (Bild 1). Für die Überprüfung von Elektroanlagen in der Landwirtschaft sind aufgrund ihrer technischen Daten besonders die Handpyrometer HPN und HPA geeignet (Tafel 1).

Die Geräte sind sofort betriebsbereit und benötigen keine Nachkalibrierung und Nullpunkteinstellung vor der Messung. Stromversorgung, digitale Anzeigen und Meßkopf sind in einem kompakten, einfach zu bedienenden Gerät vereinigt. In Abhängigkeit vom Gerätetyp sind entsprechende Einstellmöglichkeiten für den Emissionsgrad, die Meßentfernung und die Umgebungstemperatur vorgesehen. Durch das Drücken der Auslösetaste, die sich am Griff befindet, werden die Geräte in Betrieb gesetzt. Die Temperatur wird auf dem Display digital angezeigt. Durch das Drücken der Auslösetaste in die zweite Stellung wird der Meßwert ge-

speichert und kann abgelesen werden. Eine Maximalwertspeicherung ist möglich, so daß beispielsweise die Maximaltemperatur eines Objekts durch Abtasten der Oberfläche ermittelt werden kann.

3. Diagnose von Elektroanlagen

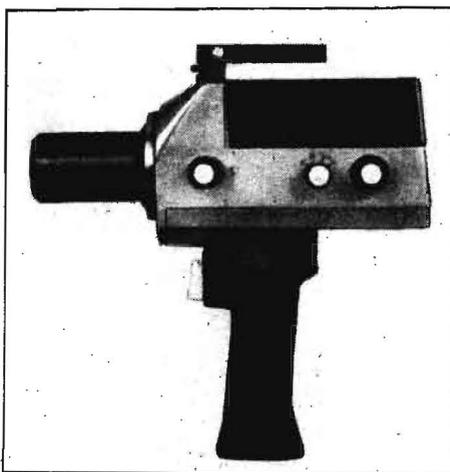
Die häufigsten Schäden in Elektroanlagen treten infolge von Korrosions- und Alterungserscheinungen in elektrischen und elektronischen Bauelementen, wie Widerständen, Spulen und Kondensatoren, sowie durch Kaltlötstellen in Schaltkreisen und lose Klemmverbindungen an Kontaktstellen auf. Diese Schäden verursachen höhere elektrische Übergangswiderstände, die sich in einer Wärmeentwicklung äußern und örtlich eine erhöhte Temperaturabstrahlung verursachen. Diese Temperaturänderungen in hochbelasteten Energieverteilungsanlagen sind mit der Pyrometrie im belasteten Zustand ohne Demontage- und Montageaufwand schnell zu erfassen.

3.1. Meßbedingungen

Zur Verringerung von Meßunsicherheiten sind während der Diagnosearbeiten bestimmte Meßbedingungen [3] zu beachten. Voraussetzung für die Überprüfung der Elektroanlagen ist deren möglichst gleichmäßige Strombelastung von >50% der Nennleistung. Elektroanlagen sind mit einer Emissionsgradeinstellung von $\epsilon = 1$ zu prüfen. Der Vergleich der Temperaturen zwischen den drei Außenleitern L1, L2 und L3 sowie zwischen den Zu- und Abgängen der Elemente charakterisiert ausreichend genau den Zustand der untersuchten Anlage. Eine ständige Änderung des Emissionsgrades ϵ würde nur zu einem größeren Meßfehler führen, gewährleistet nicht die Vergleichbarkeit der Meßergebnisse und belastet unnötig das Prüfpersonal. Entsprechend der Größe des Prüfobjekts, d. h. des elektrischen Elements bzw. der Kontaktstelle, ist die Meßentfernung zu wählen. Die optimale Meßentfernung ist einem Diagramm (Bild 2) zu entnehmen.

Beim Einsatz des Handpyrometers HPN ist die Umgebungstemperatur zu ermitteln und am Gerät einzustellen. Die Ergebnisse der Messung sind auf vorgedruckten technologischen Karten zu erfassen.

Bild 1. Handpyrometer HPN vom VEB Meßgerätewerk „Erich Weinert“ Magdeburg



Tafel 1. Technische Daten der Handpyrometer HPN und HPA [1, 2]

	HPN	HPA
Meßbereich	0...200°C	0...900°C
Temperaturauflösung	±0,1 K	±1 K
Grundfehler	1% vom Endwert	1% vom Endwert
Arbeitsspektralbereich	2...35 µm	8...9 µm
Arbeitsabstand	0...2 m	0...4 m
kleinster Meßfleckdurchmesser	15 mm	7 mm
Einstellzeit		1,5 s
Masse		1,5 kg
Stromversorgung		Batterie

Fortsetzung von Seite 390

vorfristige unbegründete Instandsetzungsarbeiten zu vermeiden.

Mit der Anwendung der Ultraschall-Dickenmessung im Bereich der Landwirtschaft wird eine wichtige Voraussetzung für den Übergang zur Strategie der Instandhaltung nach Überprüfungen geschaffen.

Literatur

- [1] Bedienanleitung Ultraschall-Dickenmesser Unipan 545 LC (VR Polen).
- [2] Stirl, A.; Kremp, R.: Diagnostiktechnologie für die Ultraschall-Dickenmessung. VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal, Abschlußbericht 1985.
- [3] Stirl, A.: Beitrag zur Anwendung der Instandhaltung nach Überprüfung für stationäre maschinentechnische Ausrüstungen in Anlagen der Tierproduktion. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Dissertation 1980.
- [4] Schiroslawski, W.: Eigenschaften und Anwendungsbereiche von Instandhaltungsmethoden. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Abschlußbericht 1980.

A 4989