

— Ein weiteres Kriterium für den Einsatz des Prüfstandes bildet das Festlegen der Prüfgrenzwerte. Die Prüfgrenzwerte müssen so groß wie möglich gewählt werden, vor allem der zulässige Prüfwert für den Laufbahnzustand.
Wird letzterer Prüfwert zu klein gewählt, so werden zahlreiche Wälzlager mit leichten Anrostungen, die jedoch weiterhin betriebsfähig sind, ausgesondert.
So wurde in der Erprobungsphase der Prüfgrenzwert von 2,8 auf 4,3 mV korrigiert. Der derzeitige Grenzwert des Radialspiels liegt bei 70 µm.
Der Prüfgrenzwert ist maschinenbezogen und von der zu erwartenden Lagerlaufzeit nach der Prüfung abhängig.
Die mit diesen Grenzwerten geprüften Lager zeigen ein sehr differenziertes

Schadbild von Laufbahnschäden, zu großes Radialspiel und zu große Bohrung.

6. Schlußbemerkungen

Erste Auswertungen im KfL „Martin Hoop“ Zwickau—Werdau haben gezeigt, daß die Ausfälle, die auf Lagerschäden zurückzuführen sind, stark zurückgingen.

Die leichte Handhabung der Prüfgeräte stellt an das Prüfpersonal keine hohen Anforderungen hinsichtlich fachlicher Qualifikation, und der Arbeitsplatz ist als Frauenarbeitsplatz gut geeignet.

Der hohe Anschaffungspreis setzt natürlich eine entsprechende Auslastung voraus. Durch kooperative Beziehungen in den Bezirken sollte eine zweischichtige Auslastung angestrebt werden.

Mit den dargelegten Prüfmöglichkeiten wird

den Instandsetzungsbetrieben ein Rationalisierungsmittel in die Hand gegeben, das ermöglicht, eine objektive Beurteilung zur Restnutzungsdauer von Wälzlagern mit hoher Qualität durchzuführen.

Literatur

- [1] Ullmann, R.: Wälzlagerprüfstand DS 602 zur Prüfung von Wälzlagern im ausgebauten Zustand. *agrartechnik* 29 (1979) H. 12, S. 546—548.
- [2] Abschlußbericht Technische Diagnostik. Ingenieurbüro für vorbeugende Instandhaltung Dresden 1977 (unveröffentlicht).
- [3] Prospektmaterial Pneumatische Düsen- und Kontaktmeßdorne sowie pneumatisch elektrische Hochdruck-, Meß- und Steuergeräte. VEB Maßindustrie 962 Werdau.

A 2963

Anwendung von Verfahren und Geräten der technischen Diagnostik in Anlagen der Tierproduktion

Dipl.-Ing. A. Stirl, KDT, Zwischenbetriebliche Einrichtung „Industrielle Milchproduktion“ Paulinenaue

Der Anteil maschinentechnischer Ausrüstungen bei Investitionsvorhaben ist zur weiteren Technisierung und Automatisierung der Prozesse in der Tierproduktion in den vergangenen Jahren ständig gestiegen. Bei 2000er-Milchproduktionsanlagen beträgt er z. Z. rd. 6 Mill. M [1].

Das Durchsetzen einer planmäßig vorbeugenden Instandhaltung der maschinentechnischen Ausrüstung ist eine wichtige Voraussetzung für das Wirksamwerden der umfassenden Vorzüge von Anlagen der industriemäßigen Tierproduktion. Plötzliche Ausfälle der maschinentechnischen Ausrüstung dieser Anlagen müssen weitgehend vermieden werden, da diese zu außerordentlich hohen Produktionsverlusten führen können [2].

Aus materialökonomischer Sicht, besonders hinsichtlich der Ausnutzung der Abnutzungsreserve, wird der Instandhaltung nach Überprüfungen in industriemäßigen Anlagen eine besondere Bedeutung zukommen. Bei der Anwendung der vorbeugenden Instandhaltungsmethode nach starrem Zyklus wird aufgrund der großen Streuung die mögliche Restnutzungsdauer der Maschinenelemente und Baugruppen nicht voll genutzt.

Das Grundprinzip der Instandhaltung nach Überprüfungen besteht in der demontagelosen Ermittlung des Schädigungszustands der Elemente zu einem planmäßig festgelegten Termin.

Für erforderliche Diagnosemaßnahmen an stationären Ausrüstungen sind im Bereich der landtechnischen Instandhaltung bis auf wenige Ausnahmen keine speziellen Geräte entwickelt und gefertigt worden.

Das von Troppens [3] entwickelte Diagnosegerätesystem für Melkanlagen, das Wälzlagerprüfgerät DS-601 [4, 5] und der Einsatz des Bronchoskop für die Techno-Endoskopie sind erste Anfänge einer beginnenden Anwendung der technischen Diagnose an stationären Ausrüstungsanlagen.

Im Ergebnis einer Analyse über den Entwicklungsstand der technischen Diagnostik (TD) in

anderen Volkswirtschaftsbereichen wurden Diagnosegeräte bzw. -verfahren ausgewählt, für die Einsatzmöglichkeiten an stationären Anlagen in der Tierproduktion bestehen konnten [6]. Erste Einsatzergebnisse bzw. Probleme bei der Anwendung folgender Diagnosegeräte und -verfahren in einer 2000er-Milchproduktionsanlage sind Inhalt dieses Beitrags:

- Ultraschallprüfung
- Melktechnikdiagnosegerätesystem
- magnetisch-induktive Risseprüfung
- Wälzlagerdiagnose
- Endoskopie
- Thermografie
- Röntgenfluoreszenzanalyse.

Ultraschallprüfung

Das Meßprinzip der Werkstoffprüfung mit Ultraschall besteht darin, daß hochfrequente Schallwellen an den Grenzflächen von Medien mit unterschiedlichen akustischen Eigenschaften reflektiert werden [7].

In Anlagen der Tierproduktion gibt es für normale Ultraschallprüfgeräte, wie z. B. das polnische Importgerät DI-5 T, folgende Verwendungszwecke:

- Risseprüfung dynamisch stark beanspruchter Teile
- Wanddickenmessung von Rohrleitungen und Druckbehältern
- Restwanddickenmessung von Futtermittelbehältern
- Schweißnahtprüfung.

Mit dem Ultraschallprüfgerät DI-5 T wurden die inneren und äußeren Laufschiene des Melkkarussells M 693-40 auf Daueranrisse überprüft — eine ergänzende Diagnosemaßnahme zur Restnutzungsdauer (RDN)-Prognose für diese Laufschiene. Nach rd. vierjähriger Nutzungsdauer des Melkkarussells wurden insgesamt 45 Dauerbruchansätze festgestellt. Ein Beispiel für den Nachweis eines festgestellten Risses ist Bild 1 zu entnehmen.

Die Rißtiefe konnte nicht exakt ermittelt werden, wobei eine grobe Abschätzung maximal 3 mm ergab. Weiteren Überprüfungen bleibt es

vorbehalten, ob und wie sich diese Risse weiter fortsetzen bzw. durch den gleichzeitigen Verschleiß des Schienenkopfes teilweise oder vollständig abgetragen werden.

Versuchsweise durchgeführte Wanddickenmessungen mit gleichem Gerät wurden weniger erfolgreich abgeschlossen, da die Genauigkeit der ermittelten Restwanddicken bei den vorhandenen Anwendungsfällen nicht als ausreichend eingeschätzt werden kann. Hierfür sollten spezielle Ultraschall-Wanddickenmeßgeräte eingesetzt werden [6].

Melktechnikdiagnosegerätesystem

Die Diagnosegerätekombination von Troppens [3] zur Diagnose von Melkanlagen ermöglicht das Überprüfen von

- Pulsventilbaugruppen bzw. Pulsatoren
- Vakuumzeugern
- Vakuumleitungssystemen.

Zu diesem Gerätesystem gehören zwei auf Dehnungsmeßstreifen basierende Meßgeber zur Messung der Parameter Druck- und Luftförderstrom sowie das Meßgerät HLW und ein technischer Schnellschreiber. Während für die Pulscurvenprüfung außerdem speziell gefertigte Meßgeber noch das Gerät HLW 311 sowie der Technische Schnellschreiber erforderlich sind (Bild 2), wird für die Förderstrommessung nur das HLW-Gerät benötigt (Bild 3). Am Melkkarussell M 693-40 wurden die o. g. Baugruppen und Anlagenteile überprüft. Durch einen zielgerichteten Einsatz dieser Gerätetechnik kann ermöglicht werden, daß einmal die Funktionssicherheit und -tüchtigkeit von Melkanlagen in einem höheren Maß gewährleistet und zum anderen die Fehlerursache instabiler Vakuumverhältnisse sicher und genau ermittelt werden können. Bei der Überprüfung von Pulsventilbaugruppen konnten folgende wesentliche Erkenntnisse gesammelt werden [6].

— Als ausreichend genauer Diagnoseparameter für den Betriebszustand (besonders des Verschmutzungsgrades) der PVB 3 hat sich die Pulscurve bewährt.



Bild 1. Bildschirmanzeige des Ultraschallprüfgeräts DI-5 T beim Nachweis eines Risses der Laufschienen des Melkkarussells M 693-40

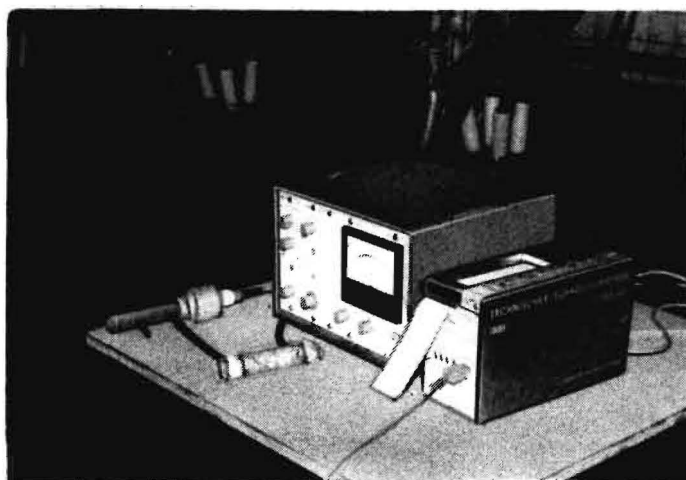


Bild 2. Meßgerätekombination nach Troppe[n] für die Pulscurvenprüfung

— Die prozentuale Auswertung der Pulscurven nach TGL 24646/02 [8] läßt eine allgemeine Einschätzung des Betriebszustands aller Pulsventilbaugruppen einer Melkanlage zu. Es hat sich gezeigt, daß Unregelmäßigkeiten in der Pulscurve vorwiegend durch den Einbruch von Milch- bzw. Reinigungs- und Desinfektionsmittelresten in das Pulsventil verursacht werden. Das sind Nachfolgeschäden defekter Zitzengummis bzw. deren schlechter Montage auf die Melkbecherhülsen.

— Eine Diagnostizierung des Verschleißes der Hülse und des Kolbens der Magnetventile ist nicht möglich. Beim Erreichen eines bestimmten Grenzmaßes blockiert plötzlich der Kolben beim Pulsieren während des Melkprozesses.

Fabrikneue sowie instand gesetzte Vakuumzellenverdichter VZ 40-130/V wurden über die gesamte Nutzungsdauer bis zum Ausfall hinsichtlich ihrer Förderstromleistung diagnostiziert. Der Streubereich der erreichten Nutzungsdauern beträgt rd. 200 bis 9000 Betriebsstunden. Eine Abhängigkeit zwischen der Förderstromleistung und der Nutzungsdauer konnte nicht ermittelt werden, so daß nur eine Funktionsdiagnose mit einem Sollwert-Istwert-Vergleich möglich ist. Dabei wurde u. a. festgestellt, daß spezialisiert instand gesetzte Ver-

dichter sehr häufig mit verminderter Förderstromleistung an die Landwirtschaftsbetriebe ausgeliefert werden. So betrug bei 50% der 15 getesteten Verdichter VZ 40-130/V die Leistung $V < 20 \text{ m}^3/\text{h}$, d. h., nicht einmal 66% der Nennförderstromleistung wurden erreicht. Diese Ergebnisse weisen u. a. auch auf ungenügende bzw. ungeeignete Prüf- und Meßmöglichkeiten in den Instandsetzungsbetrieben hin, da diese die Verdichter mit bescheinigten und garantierten Förderstromleistungen $V > 30 \text{ m}^3/\text{h}$ ausgeliefert haben.

Die erreichten Einsatzergebnisse mit dem erprobten Melkdiagnosegerätesystem können als positiv eingeschätzt werden, so daß mit einer Serienproduktion von entsprechend technisch vervollkommenen Geräten, die Instandhaltung von Melkanlagen auf ein wirksames, qualitativ höheres Niveau gesteigert werden könnte [6].

Magnetisch-induktive Risseprüfung

Bei der Magnetisierung der Risse von Maschinenbauteilen treten infolge von Permeabilitätsänderungen magnetische Streufelder auf, die mit Indikatoren sichtbar gemacht werden [9]. Der auf diesem Funktionsprinzip aufgebaute Risseprüfer RGA/N ist ein tragbares Gerät für die magnetische Durchflutung.

Von den verschiedenen Indikatoren ist die

Prüfflüssigkeit UV-Orange am besten geeignet, Risse sichtbar zu machen. Die Einsatzmöglichkeiten dieses Risseprüfers sind davon abhängig, inwieweit vorher kritische Stellen mit möglichen Alterungs- und Ermüdungserscheinungen lokalisiert werden bzw. bekannt sind. In 2000er-Milchproduktionsanlagen haben sich einzelne Anwendungsfälle ergeben, wie beispielsweise die Überprüfung der Mitfahrbühne des Melkkarussells oder der Stumpfschweißnaht von Rundstahlketten.

Thermografische Messungen

Eine Messung der Temperaturverteilung auf Oberflächen von ruhenden oder sich bewegenden Objekten ist mit der Thermografie möglich. Grundlage dieses Verfahrens ist die technische Ausnutzung der Wärmestrahlung, die mit der Oberflächentemperatur des untersuchten Objekts schwankt. Dabei erfolgt die Messung der Temperaturverteilung im Infrarotwellenbereich. Die infrarote Strahlung wird über ein spezielles Meßgerätesystem in ein thermografisches Fernsehbild, das als Thermogramm bezeichnet wird, umgewandelt [10]. Mit der Gerätetechnik „AGA-Thermovision 750“ wurden die gesamten Mittel- und Niederspannungsanlagen einer bereits vier Jahre produzierenden 2000er-Milchproduktionsanlage überprüft. Zum Ergebnis der thermografischen Unter-

Bild 3. Förderstrommessung an Vakuumzellenverdichtern VZ 40-130/V mit der Diagnosegerätekombination nach Troppe[n] [8]

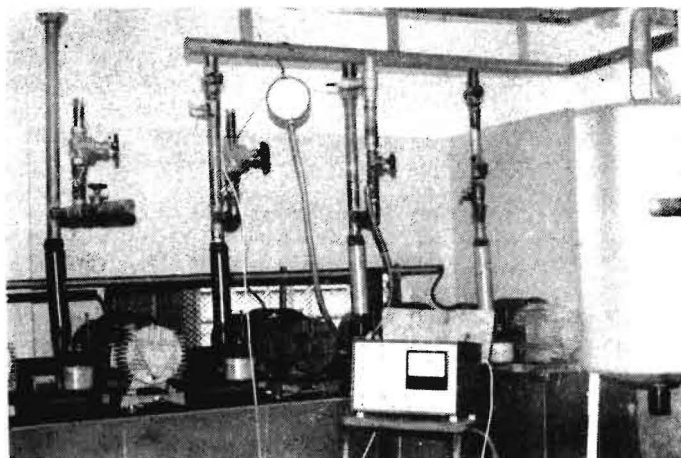
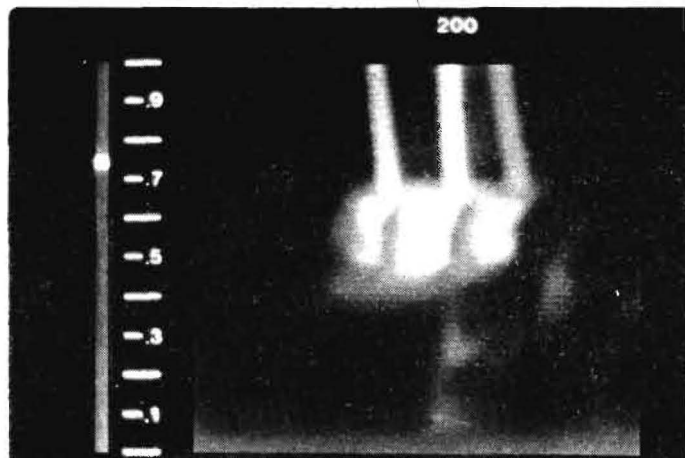


Bild 4. Thermogramm des schadhaften mittleren oberen Leiters eines Luftschützes



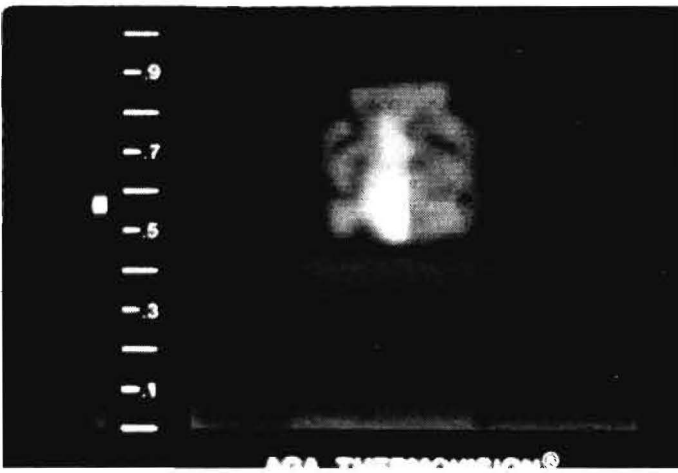


Bild 5. Thermogramm des schadhaften Federkontaktes an einem NH-Sicherungselement

suchungen in Anlagen der industriemäßigen Tierproduktion kann insgesamt festgestellt werden, daß dieses Diagnoseverfahren zu den gesetzlich vorgeschriebenen Revisionen von Elektroanlagen eine hochproduktive und zuverlässige Ergänzungsüberprüfung darstellt. Es können bzw. müssen sogar die rd. 80 bis 500 Elemente eines zu überprüfenden Schaltschranks unter Spannung geprüft werden, wobei die Nennleistung der Schaltgeräte und -elemente während der Messung mindestens 50% betragen sollte. Aufgrund der Ergebnisse von thermografischen Messungen können zielgerichtet schadhafte Schaltgeräte bzw. Verbindungselemente erkannt und rechtzeitig instand gesetzt werden. Als Beispiele sind in den Bildern 4 und 5 Thermogramme instandsetzungsbedürftiger Elemente dargestellt. Helle Flecken auf dem Thermogramm kennzeichnen die schadhafte Stellen des Diagnoseobjekts. Die Temperaturdifferenzen zwischen den elektrischen Leitern und den schadhafte Elementen betragen 85 bzw. 165 K. Aus dem Gesamtergebnis der durchgeführten Untersuchungen läßt sich ableiten, daß sich die thermografischen Überprüfungen elektrotechnischer Anlagen als ein zukunftsträchtiges Diagnoseverfahren zur Sicherung einer hohen Betriebs- und Havarie-sicherheit industriemäßiger Tierproduktionsanlagen erwiesen haben.

Wälzlagerdiagnose

Stationäre maschinentechnische Ausrüstungen in Anlagen der Tierproduktion enthalten eine Vielzahl von Wälzlagerungen. Dabei besteht die Aufgabe, diese Lagerstellen bei fortgeschrittener Schädigung rechtzeitig einer Instandsetzung zuzuführen, um Nachfolgeschäden zu vermeiden. Das betrifft vor allem Elektromotoren, die die Hauptantriebsquelle solcher Anlagen sind [6].

Mit dem Wälzlagerdiagnosegerät DS-601 wurden die Drehstrommotoren von sieben Radiallüftern der Lüftungsanlage einer 2000er Milchproduktionsanlage über einen Zeitraum von 12 Monaten bzw. 8000 Betriebsstunden untersucht. Zur Auswertung konnten fünf Elektromotoren herangezogen werden. Die Untersuchung brachte folgende Ergebnisse:

- Ein aussagefähiges Diagnoseergebnis bei derartigen Anwendungsfällen kann nur in Frequenzbereichen > 10 kHz erreicht werden.
- Zwischen dem Körperschallspektrum des

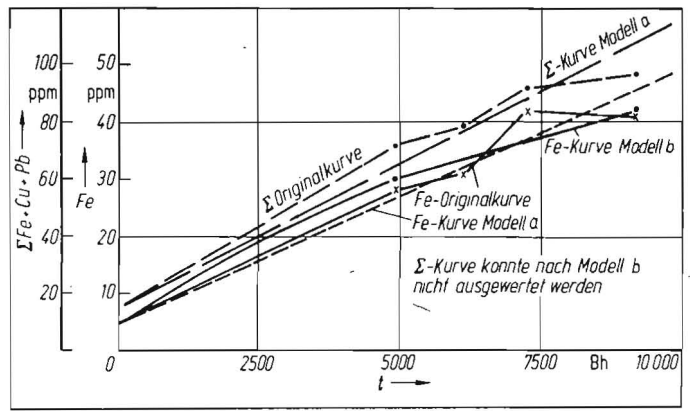


Bild 6. Grafische Darstellung der Röntgenfluoreszenzanalyseergebnisse von Ölproben der Elektrogurttrommel des Zentralförderers

- Lagers und dessen Nutzungsdauer besteht ein funktionaler Zusammenhang.
- Aufgrund der konstanten Einsatzbedingungen weisen die ermittelten Abnutzungsgeschwindigkeiten relativ geringe Werte auf.
- Es sind keine Grenzzustände des Körperschalls derartiger defekter Wälzlager bekannt, so daß eine Wertung zur verbleibenden Nutzungsdauer nicht möglich ist. Damit sind auch noch keine ausreichenden Voraussetzungen für eine Gut-Schlecht-Prüfung vorhanden.
- Das Gerät DS-601 ist relativ schwer und unhandlich. Es benötigt eine besondere Standfläche. Gleichfalls wirkt die Abhängigkeit vom Elektroenergienetz einschränkend auf die Einsatzmöglichkeiten in industriemäßigen Anlagen der Tierproduktion. Meist sind sehr arbeitsaufwendige Vorbereitungen der Meßstellen erforderlich.

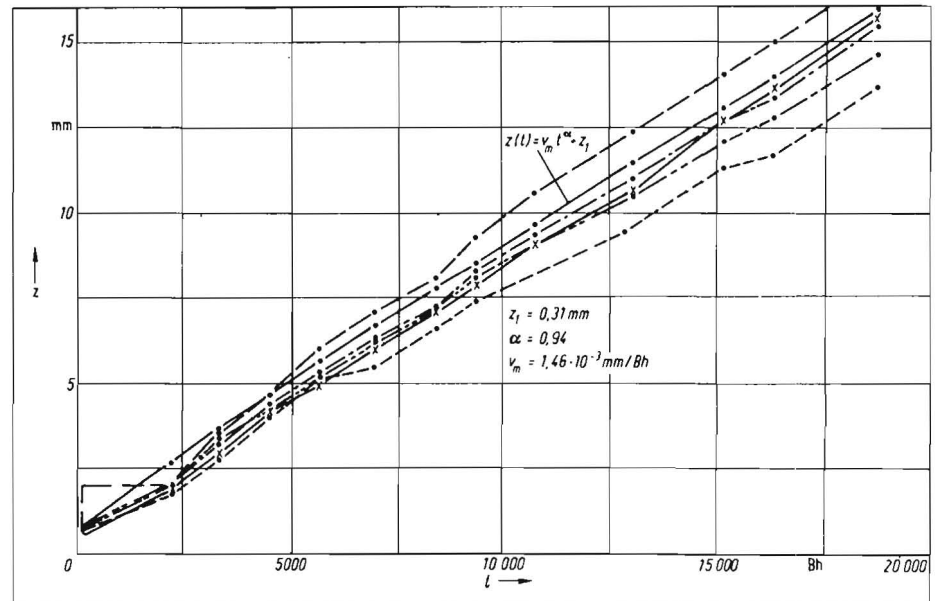
Röntgenfluoreszenzanalyse von Getriebeölproben

Ein bekanntes Diagnoseverfahren zur Zustandsermittlung von Verbrennungsmotoren ist

die Ermittlung der Konzentrationszunahme von Verschleißteilchen im Schmieröl. Aufbauend auf diesem vorhandenen Erkenntnisstand [11] wurden Untersuchungen zur Diagnose von stationären Anlagen durchgeführt. Dafür wurden zentrale Antriebsaggregate einer 2000er-Milchproduktionsanlage, wie Getriebe des Melkkarussells, der Elektrogurttrommel, des Zentralförderers u. a., ausgewählt.

Die Röntgenfluoreszenzanalyse ermöglicht die Konzentrationsbestimmung von insgesamt acht Elementen, wobei für die Auswertung der Getriebeöluntersuchungen die Metalle Eisen (Fe), Kupfer (Cu) und Blei (Pb) als Diagnosekriterium die besten Ergebnisse liefern [6]. Als Beispiel sind im Bild 6 die Analysenergebnisse von Proben der Elektrogurttrommel 5,5 — 500 × 950 — 1,31 des Zentralförderers der Futterverteilanlage grafisch dargestellt. Nach verschiedenen Abnutzungsmodellen erfolgte die Auswertung der vier Analysenergebnisse, wobei die „Originalkurve“ die ermittelten Werte darstellt. Zwischen der Konzentrationszunahme von Eisen sowie der Summe der Metalle Eisen, Kupfer und Blei und der Abnutzungsdauer des Getrie-

Bild 7. Abnutzungsverhalten der Laufrollen innen des Melkkarussells M 693-40 (einzelne Beispiele)



bes der Elektrogurttrommel besteht ein eindeutiger funktionaler Zusammenhang. Die Analyse von Getriebeölproben auf Verschleißteilpartikel kann künftig eine große Bedeutung zur Lösung des Problems der Diagnose von Zahnradgetrieben erlangen. Dazu sind weitere zielgerichtete Untersuchungen erforderlich, wobei die Spektralanalyse zur weiteren Verringerung des Aufwands als Diagnoseverfahren Anwendung finden sollte [6].

Technische Endoskopie

Die Techno-Endoskopie ist ein subjektives Diagnoseverfahren. Der Erfolg der Diagnose bzw. die Qualität des Diagnosebefundes hängen in einem hohen Maß vom Qualifizierungs- und Erkenntnisstand des Diagnosepersonals ab.

Für starre Endoskope, die z. Z. in Form des Bronchoskops verfügbar sind, bestehen kaum sinnvolle Einsatzmöglichkeiten an stationären Ausrüstungen in Tierproduktionsanlagen [6, 12].

Jedoch könnte u. a. mit dem Einsatz flexibler Endoskope ein Beitrag zur Lösung von Diagnoseproblemen an Gülle-, Heizungs- und Druckanlagen sowie Antriebsaggregaten geleistet werden. Eine konkrete diesbezügliche Aussage bleibt dem Ergebnis weiterer Untersuchungen vorbehalten.

Einfache mechanische Längenmeßmittel

Häufig läßt sich der Abnutzungszustand von Maschinenelementen über Zustandsparameter bestimmen, die mit einfachen mechanischen Längenmeßgeräten ermittelt werden können. Das betrifft beispielsweise die Laufrollen und Laufschiene von Melkkarussells, die Rundstahlketten von Stetigförderern und andere Maschinenelemente von stationären Maschinen und Anlagen in 2000er-Milchproduktionsanlagen.

Mit Hilfe eines Meßschiebers konnten die Pa-

rameter des Abnutzungsverhaltens der inneren Laufrollen des M 693-40 ermittelt werden, die für eine RND-Prognose weitere Verwendung finden können [6, 13] (Bild 7).

Auswahl geeigneter Diagnosegeräte und -verfahren

Für einzelne Schadensarten gibt es oft verschiedene Diagnosegeräte zur Bestimmung des entsprechenden Zustandsparameters, von denen jeweils das effektivste Gerät auszuwählen ist. Zur richtigen Entscheidungsfindung ist es erforderlich, nach möglichst objektiven und quantifizierbaren Beurteilungskriterien die Auswahl zu treffen. Sinnvoll erscheint hierbei die Unterscheidung für die Eignung in folgenden drei Diagnosearten [6]:

- Schädigungsdiagnose für die RND-Prognose
- Funktions- und Zustandsdiagnose für die Qualitätskontrolle nach der Herstellung, Instandsetzung und während des Einsatzes für eine Gut-Schlecht-Bewertung sowie für sicherheitstechnische Überprüfungen
- Fehlersuchdiagnose infolge von Störungen oder plötzlichen Ausfällen von Maschinen und Anlagen.

Zusammenfassung

Anhand ausgewählter Beispiele wurden Möglichkeiten für die Anwendung von Verfahren und Geräten der TD an stationären Ausrüstungsanlagen in der Tierproduktion gezeigt. Im Ergebnis dieser begrenzten Einsatzuntersuchungen kann eingeschätzt werden, daß mit der verstärkten Anwendung der TD ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung des Niveaus und der Effektivität des Instandhaltungsprozesses in Tierproduktionsanlagen geleistet werden kann.

Literatur

- [1] Landwirtschaftlich-technologischer Teil zum Projekt der Beispielsanlage MPA 2020 Paulinen-

au, Teilprojekt 2: Ökonomik. VEB LIA Nauen, Außenstelle Ferdinandshof, 1974.

- [2] Eichler, C.; Schiroslawski, W.; Verch, H.: Empfehlungen und Grundsätze für die Instandhaltung von Anlagen der industriemäßigen Tierproduktion. *agrartechnik* 26 (1976) H. 2, S. 67—70.
- [3] Troppens, D.: Beitrag zur systematischen Entwicklung von Verfahren der Technischen Diagnostik und von Diagnoseeinrichtungen für die Landtechnik. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation B, 1976 (unveröffentlicht).
- [4] Ullmann, R.: Verfahren zur demontagelosen Überprüfung von Ermüdungserscheinungen in Wälzlagern. Technische Universität Dresden Dissertation, 1974 (unveröffentlicht).
- [5] Ullmann, R.: Technische Diagnostik — Wälzlagerdiagnose. Ingenieurbüro für vorbeugende Instandhaltung Dresden, Forschungsabschlußbericht 1976 (unveröffentlicht).
- [6] Stirl, A.: Beitrag zur Anwendung der Instandhaltung nach Überprüfungen für stationäre maschinentechnische Ausrüstungen in Anlagen der Tierproduktion. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Disseration 1980 (unveröffentlicht).
- [7] Was wird eigentlich mit Ultraschall nachgewiesen? *Krautkramer GmbH, Köln-Klettenberg, Das echo* 27, 1973.
- [8] TGL 24646/02: Prüfvorschriften für Ausrüstungen zur Gewinnung und Verarbeitung tierischer Erzeugnisse; Pulsationscharakteristik von Melkmaschinen.
- [9] Wohllebe, H.; u. a.: Technische Diagnostik im Maschinenbau. Berlin: VEB Verlag Technik 1978.
- [10] Prospektmaterial AGA Thermovision 750. AGA Infrared Systems AB, Schweden.
- [11] Mundt, M.; u. a.: Demontagefreies Verschleißmeßverfahren für Dieselmotoren. ZEV Brandenburg-Kirchmöser, Leitstelle für Isotopentechnik 1977 Forschungsabschlußbericht, (unveröffentlicht).
- [12] Nessau, B.: Techno-Endoskopie. Ingenieurbüro für vorbeugende Instandhaltung Dresden Forschungsabschlußbericht, 1977 (unveröffentlicht).
- [13] Schiroslawski, W.; Stirl, A.: Anwendung der Instandhaltungsmethode nach Überprüfungen in einer 2000er-Milchproduktionsanlage. *agrartechnik* 29 (1979) H. 3, S. 125—128. A 2894

Untersuchungen zum Auftragsschweißen rotations-symmetrischer Einzelteile

Dozent Dr.-Ing. G. Kamenarov, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung
Dr.-Ing. P. Wojciechowski, KDT, VEB Kombinat Baumechanisierung Berlin

Die Instandsetzung verschlissener Einzelteile wird immer mehr zur volkswirtschaftlichen Notwendigkeit. Daher sind effektive Lösungen für die Einzelteilinstandsetzung erforderlich [1]. Eine besondere Stellung nimmt deshalb das MAG-Auftragsschweißen an rotationssymmetrischen Teilen ein, da dieses die meisten Besonderheiten aufweist, über die in der Literatur wenig veröffentlicht worden ist.

Der Hauptunterschied zwischen der Schweißung rotationssymmetrischer Einzelteile und der Verbindungsschweißung besteht im Fehlen des quasistationären Zustands, der für das Verbindungsschweißen typisch ist. Die aufgrund der räumlichen Begrenztheit der Teile stattfindende Aufheizung führt in bezug auf die Nahtgeometrie zu Unterschieden zwischen den ersten und den letzten Auftragslagen, die je nach Probenlänge und -durchmesser bis zu

30% betragen können. Hinsichtlich der Spezifik ist die Rundauftragsschweißung mehr mit der Mehrlagenschweißung vergleichbar. Hinzu kommt die Wirkung der Schwerkraft, die besonders bei Teilen mit kleineren Durchmessern ein Auslaufen der Metallschmelze aus dem Schmelzbad bewirkt und damit die Leistungsgrenze festlegt.

1. Durchgeführte Untersuchungen

Für die Untersuchung wurde der in den landtechnischen Maschinen sehr verbreitete niedriglegierte Vergütungsstahl 40 Cr 4 (Achsschenkel, Kurbelwellen u. a.) ausgewählt. Der Durchmesser der Proben lag bei 30 bis 90 mm und entsprach damit den in der Praxis üblichen Abmessungen. Als Hauptparameter wurde die Schweißstromstärke (I_s) von 100 bis 210 A und die Schweißgeschwindigkeit (v_s) von 0,3 bis

1,0 m/min variiert.

Der Schweißparameterbereich, der in schweißtechnischen und betrieblichen Richtlinien veröffentlicht ist und der keinesfalls einheitlich ist, wurde erweitert, um einerseits die Leistungsgrenzen des Verfahrens und die Beherrschbarkeit zu ermitteln und andererseits den Einfluß auf die Nahtgeometrie und die Kristallisationsbedingungen festzustellen. Der Drahtdurchmesser betrug 1,2 mm, Düsenabstand (freies Drahtende) war 15 mm und die Schutzgasmenge 15 l/min CO_2 . Als Drahtqualität wurde sowohl der Auftragsdraht 30 Mn Cr Ti 5 gewählt als auch der in einigen Betrieben noch benutzte Zusatzwerkstoff 10 Mn Si 8. Die Schweißversuche wurden mit der teilautomatischen MAG-Schweißanlage vom Typ SM—03/K und mit dem Schweißgleichrichter RGSa 315 durchgeführt (Bild 1).