

Erfahrungen bei der Organisation der Instandsetzung von Einzelteilen im Bereich des landtechnischen Anlagenbaus

Dr.-Ing. L. Köhler, KDT, VEB Landtechnischer Anlagenbau Dresden

Eine wesentliche Zielstellung zur Senkung der Instandsetzungskosten ist die Erhöhung des Anteils der Einzelteilinstandsetzung (ETI), deren Wertumfang im Jahr 1982 im Bereich der Landtechnik beispielsweise rd. 1 Mrd. Mark betrug. Vor den Betrieben des landtechnischen Anlagenbaus steht die Aufgabe der Instandsetzung von Einzelteilen stationärer landtechnischer Ausrüstungen. Die bisher in den LTA-Betrieben erreichten Ergebnisse bei der ETI von 6,9 Mill. Mark Instandsetzungswert und rd. 20 Mill. Mark Neuwert sind gegenüber dem o. g. Gesamtumfang nur unbedeutend. Deshalb sind in diesem Bereich die notwendigen Voraussetzungen für die weitere Steigerung der ETI zu schaffen.

Instandsetzung von Einzelteilen stationärer Ausrüstungen

Einzelteile stationärer landtechnischer Ausrüstungen, deren Einsatzbedingungen sowie die Instandhaltungsorganisation für die Ausrüstungen weisen folgende spezifische Merkmale auf:

- Die Instandsetzung erfolgt zumeist direkt in den stationären Anlagen der Tier- und Pflanzenproduktion.
- Die landtechnischen Ausrüstungen werden überwiegend in keinen „klassischen“ Maschinenbaubetrieben hergestellt. Deshalb findet man zu einem großen Teil einfache und überdimensionierte Einzelteile. Fragen der instandhaltungsgerechten Konstruktion bezüglich der ETI werden nur ungenügend beachtet.
- Die Anzahl gleicher Einzelteile in Anlagen ist sehr gering.
- Die Einhaltung von kurzen Instandhaltungszeiten speziell in Anlagen der Tierproduktion zwingt teilweise zur operativen Instandsetzung der Einzelteile.

Aus diesen Kriterien kann abgeleitet werden, daß die ETI für stationäre Ausrüstungen zumeist mit niedrigeren Stückzahlen arbeiten

muß. Deshalb kommen für diese ETI Spezialmaschinen oder spezielle Technologien nur in geringem Umfang zur Anwendung. Notwendig ist aber, daß bestimmte Schädigungsarten, analoge Ausrüstungen und spezielle Aufbereitungsverfahren in Rahmentechnologien zusammengefaßt werden, um damit dem Instandhalter eine Arbeitsgrundlage für die ETI zur Verfügung zu stellen.

Bei exakter wissenschaftlicher Bearbeitung wäre es notwendig, daß als erstes das ETI-Sortiment ermittelt wird. Dazu müßten die vorhandenen Ausrüstungen auf ihre Beanspruchung hin untersucht und die möglichen Einzelteile für die Instandsetzung ermittelt werden. Anfängliche Arbeiten dazu sind im Ingenieurbüro des VEB LTA Mihla zur Festlegung von Wellen für die ETI geleistet worden. Man muß jedoch einschätzen, daß weder bei der Industrie, die für diese Aufgaben eine sehr hohe Verantwortung trägt, noch bei den LTA-Betrieben die entsprechenden Voraussetzungen dafür vorhanden sind.

Trotzdem gibt es in den LTA-Betrieben gute Anfänge und Fortschritte bei der ETI. Beispiele werden im Katalog „Einzelteilinstandsetzung stationärer landtechnischer Ausrüstungen“ [1] zusammengefaßt, an dessen Erarbeitung alle Betriebe des landtechnischen Anlagenbaus beteiligt sind. Im Katalog sind u. a. die in den Bildern 1 bis 3 dargestellten Einzelteile enthalten.

Weitere typische Anwendungsbeispiele sind:

- Auftragschweißen von Laufrädern des Melkkarussells
- Aluminiumreparaturschweißen an Futterkästen von GAZ-Käfigen
- Richten von Streutrommelwellen
- Richten von Kreuzeinbauten für Grüntertrocknungsanlagen
- Laminieren von Solebehältern aus VZA für Milchkühlwannen
- Laminieren von Tankbehältern

- Plastschweißen von Verlesetischrollen für Verlesetische K 718 [2]
- Aufkleben und Schweißen von Stollen und Längsprofilen auf Futter- und Transportbänder
- Einsetzen von Rollenkettenstücken am Fördergurt des Annahmeförderers T 237
- Instandsetzung von Standausrüstungen in Tierproduktionsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Einspannstelle im Beton
- Instandsetzung von Elektronikbausteinen und Leiterplatten.

Entsprechend den angegebenen Beispielen lassen sich im wesentlichen folgende Verfahren der ETI anwenden:

- Auftragschweißen rotationssymmetrischer Teile
- Reparaturschweißen und -löten zur Beseitigung von Brüchen und Rissen
- Richten von Teilen
- Klebe- und Laminierertechnik
- Plastschweißen
- Vulkanisieren
- Instandsetzen elektronischer und elektrischer Einzelteile.

In Einzelfällen sind auch andere bekannte Verfahren, wie z. B. das Metallspritzen oder das Hartverchromen, anzuwenden. Dazu sollten dann aber Kooperationspartner in anderen Bereichen gefunden werden.

Instandsetzung von Einzelteilen der Standausrüstung

Die Instandsetzung der Standausrüstung von Tierproduktionsanlagen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Einzelteile der Standausrüstung sind z. B. Säulen, Ständer, Trennbügel, Standbügel und Gitter. Sie unterliegen hauptsächlich der Korrosion, die sich an der Einspannstelle zum Beton besonders schnell ausbildet. Nach 6 bis 10 Nutzungsjahren haben diese Standausrüstungen teilweise ihre Betriebsgrenze erreicht. Eine weitere Nutzung der Anlagen ist dann meist nicht mehr

Bild 1. Güllepumpenwelle (Instandsetzungsbetrieb: VEB LTA Cottbus); Instandsetzung durch Auftragschweißen
Instandsetzungspreis: 77,60 M
Neupreis: 194,00 M

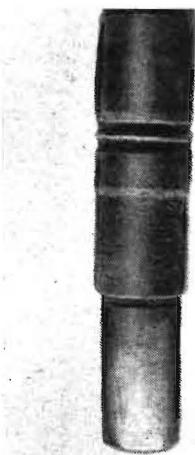


Bild 2. Lagergehäuse (Instandsetzungsbetrieb: VEB LTA Cottbus); Instandsetzung durch Plandrehen und Lagerhülse einsetzen
Instandsetzungspreis: 59,20 M
Neupreis: 148,00 M

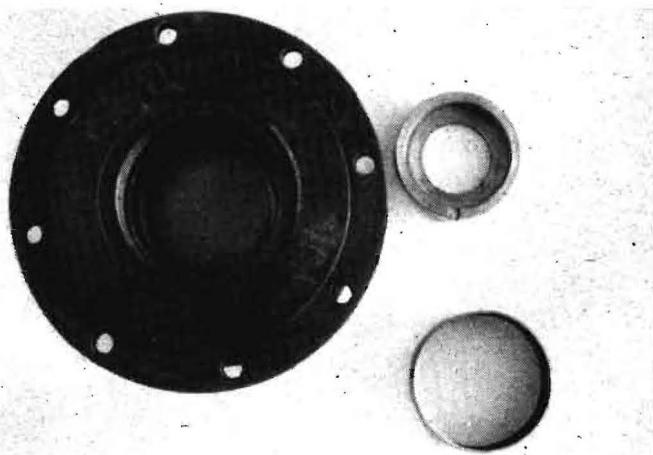




Bild 3. Rohrschlinge M 805 (Instandsetzungsbetrieb: VEB LTA Halle);
Instandsetzung durch Drucktutzen anschweißen
Instandsetzung: 1 935,00 M
Neupreis: 6 005,00 M

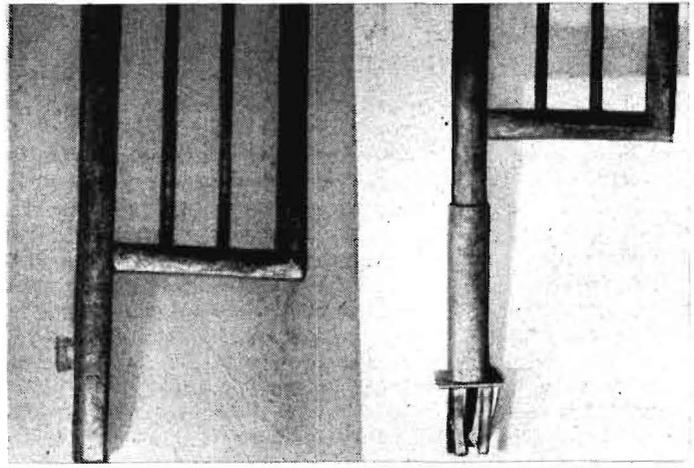


Bild 4. Torsäule der Schweinemastausrüstung;
Schadensbild (l.) und mit Kontaktplatte und Steinankern

möglich. Der hohe Stahlbedarf für die Standausrüstung [3] soll die Wichtigkeit der gezeigten Problematik nochmals unterstreichen:

- Milchviehanlagen 55 kg/Tierplatz
 - Junggrinderanlagen 45 kg/Tierplatz
 - Rindermastanlagen 38 kg/Tierplatz
 - Schweinemastanlagen 29 kg/Tierplatz.
- Zur Instandsetzung der Standausrüstung werden von Schreck [3] folgende 6 Varianten angegeben:

- Ummantelung der gefährdeten Stelle mit einem Betonfuß
- Abtrennen der Standausrüstung und zusätzliche Befestigung im vorderen Bereich der Standausrüstung
- Verschweißen von Halbschalen
- Einschweißen von Rohrzwischenstücken
- Verkleben von Halbschalen
- Einsatz von unterschiedlichen Klebetechniken.

Im VEB LTA Dresden haben sich folgende Verfahren der ETI bewährt:

- Abtrennen des korrodierten Teils der Standausrüstung und Anschweißen eines neuen dickwandigen Stücks (die Stelle des Abtrennens ist einheitlich festzulegen, um gleichlange Teile anzuschweißen)
- Abtrennen des korrodierten Teils der Standausrüstung, Anfertigen und Einbetonieren von Kontaktplatten mit Steinankern, Standausrüstung verlängern und an der Kontaktplatte anschweißen (Bild 4).

Bei der Instandsetzung von Standausrüstungen durch den VEB LTA Dresden wurden von Wunderlich [4] folgende Kosten kalkuliert:

- Trennbügel für Liegeboxenhaltung
- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Instandhaltungskosten | 17,66 M/Tierplatz (ohne Bauteil) |
| Neuwert | 64,50 M/Tierplatz (ohne Bauteil). |

Der Materialeinsatz bei einem neuen Bügel beträgt 18,7 kg. Da das Anschweißmaterial 2,19 kg wiegt, ergibt sich eine Materialeinsparung von 16,61 kg Stahl.

- Stützen für Boxenhaltung
- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| Instandhaltungskosten | 11,00 M/Stütze (ohne Bauteil) |
| Neuwert | 22,40 M/Stütze (ohne Bauteil). |

Der Materialeinsatz bei einer neuen Stütze beträgt 8,32 kg. Da das Anschweißstück

2,34 kg wiegt, ergibt sich eine Materialeinsparung von 5,98 kg/Stütze.

In [4] werden für 12 Teile von Ausrüstungen die Aufarbeitungstechnologien festgelegt und die Instandsetzungspreise kalkuliert. Diese liegen zwischen 25 % und 60 % des Neuwerts.

Die Instandsetzung der Standausrüstung wird aufgrund des hohen Transportaufwands direkt in der Anlage durchgeführt.

Spezialisierung bei der Einzelteilinstandsetzung

Der Spezialisierungsgrad bei der ETI ist auf der Grundlage einer Kostenoptimierung festzulegen. Im wesentlichen sind neben der ETI in den stationären Anlagen 3 Ebenen möglich:

Erstens:

Instandsetzung in der Werkstatt der Abteilung Anlageninstandhaltung des VEB LTA für den jeweiligen Kreis

In dieser Ebene wird entsprechend dem derzeitigen Erkenntnisstand eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Einzelteile in geringen Stückzahlen instand gesetzt. Das ist mit den eingangs aufgeführten spezifischen Merkmalen der ETI für stationäre Ausrüstungen begründet und setzt voraus, daß die Werkstätten mit einfachen Hilfsmitteln so ausgerüstet sind, daß die verschiedenen Instandsetzungsverfahren realisiert werden können. Auf der Grundlage von Rahmentechnologien sind für die ETI spezifische Instandsetzungsmaßnahmen festzulegen. Vorherrschend werden dabei Handschweißverfahren, die Klebetechnik und teilweise die Laminieretechnik. Beispiele sind die Instandsetzung von Fördergurten, Futterbändern, Verlesetischrollen aus Stahl und Plaste, Behältern aus Stahlblech u. a. Notwendige Kapazitäten für die mechanische Bearbeitung sind größtenteils in Kooperation mit dem VEB KfL zu realisieren.

Zweitens:

Instandsetzung auf Bezirksebene

Die ETI auf dieser Ebene wird bei größeren Stückzahlen und komplizierten Instandhaltungsverfahren notwendig sein. Dazu ist diese bezirkliche ETI-Werkstatt mit mechanischen Kapazitäten zu versehen. Die Werkstatt muß die Voraussetzungen für mechanisierte Auftragschweißverfahren sowie für die KGL-Technik haben. Für Metallaufspritzen,

Hartverchromen und Plastflammspritzen sind vorhandene Kapazitäten anderer Bereiche zu nutzen. In diesen Werkstätten sollten z. B. Laufräder der Melkkarussells, Güllepumpenwellen, Güllepumpenlagergehäuse und Futtertröge aufgearbeitet werden.

Drittens:

Instandsetzung von Einzelteilen für mehrere Bezirke

Eine überbezirkliche Spezialisierung für die ETI erfolgte bisher im wesentlichen nicht. Anfänge zeigten sich beim Auftragschweißen von Preßwalzen für Pelletierpressen in Zusammenarbeit mit dem VEB LIW Gardelegen. Auch für die Laufräder von Melkkarussells gibt es teilweise eine überbezirkliche Spezialisierung. Künftig wird eine solche Spezialisierung auch nur in einigen wenigen Fällen sinnvoll sein.

Zirkulation instand gesetzter Einzelteile

Da sich der Instandsetzungsort bei der Instandsetzung stationärer Ausrüstungen direkt in der Anlage befindet, muß zur Erhöhung der ETI gesichert werden, daß alle instandsetzungswürdigen Einzelteile zur Instandsetzung gelangen. Das ist nur möglich, wenn für ein festgelegtes Sortiment der ETI ein Austausch alter gegen neue Teile beim Ersatzteilhandel erfolgt. Das Einzelteil muß dabei abgeliefert werden, unabhängig davon, ob es noch für die Einzelteilinstandsetzung geeignet oder ob die Verschrottungsgrenze bereits erreicht oder überschritten ist. Entsprechend der Einordnung in die Kategorien „instandsetzungswürdig“ oder „nicht instandsetzungswürdig“ erfolgt dann die Vergütung für den Rückkauf des Einzelteils bzw. für den Schrottwert.

Entsprechend der Unterstellung des Versorgungslagers im VEB LTA ist die Durchsetzung des o. g. Prinzips kurzfristig realisierbar.

Zur Erhöhung des Umfangs der ETI für stationäre Ausrüstungen muß das Sortiment weiter vervollständigt werden. Dazu tragen die Industrie und die LTA-Betriebe eine hohe Verantwortung. Auf der Grundlage des Katalogs „Einzelteilinstandsetzung stationärer landtechnischer Ausrüstungen“ ist die ETI zu realisieren.

Fortsetzung auf Seite 551

Untersuchung des volkswirtschaftlichen Effekts der Verwendung von instand gesetzten Einzelteilen

Prof. Dr. sc. techn. G. Ihle, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik
Dr.-Ing. B. Opitz, KDT, VEB Kombinat für Landtechnische Instandhaltung Karl-Marx-Stadt

Vorbemerkung

Landmaschinen arbeiten mehr als 80 % ihrer Nutzungsdauer als instand gesetzte Maschinen. Die zunehmende Verwendung instand gesetzter Einzelteile (IET) statt Neuersatzteile (NET) beeinflusst dabei die Zuverlässigkeit instand gesetzter Technik und den zur Ersatzteilbereitstellung nötigen Aufwand. Die optimale Gestaltung dieses Einflusses setzt die Planbarkeit der Einzelteilinstandsetzung (ETI) und die Kenntnis der tatsächlichen Aufwandsveränderungen voraus. Die nachfolgend dargestellten Zusammenhänge sollen einen Beitrag dazu leisten. Sie sind das Ergebnis gemeinsamer Forschungen des VEB Kreisbetrieb für Landtechnik „Karl Marx“ Freiberg, des VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen und der Technischen Universität Dresden.

Die massenhafte Verwendung instand gesetzter Einzelteile führt in Verbindung mit ihren besonderen Eigenschaften [1] zu deutlichen ökonomischen Effekten, die sowohl in Einsparungen aber auch in Mehraufwendungen bestehen können.

Besonders interessieren folgende Fragestellungen:

- Wie groß ist die Anzahl verfügbarer instand gesetzter Teile, und welcher Anteil an der Deckung des Ersatzteilbedarfs kann damit erreicht werden?
- Wie und in welchen Kategorien verändert sich der volkswirtschaftliche Aufwand zur Ersatzteilherstellung?
- Wie hoch dürfen die Aufwendungen bei der Einzelteilinstandsetzung sein, damit noch eine Einsparung gegenüber der Verwendung von Neuersatzteilen eintritt?

Die Antwort erfordert:

- Berechnung des Bedarfs an NET und IET, d. h. der Instandsetzungshäufigkeiten
- Bewertung der Instandsetzungshäufigkeiten mit den für die Herstellung bzw. Instandsetzung eines einzelnen Teils notwendigen Aufwendungen.

Einflußparameter

Bei der Erarbeitung entsprechender Berechnungsmodelle sind die in der Praxis wirkenden Einflußgrößen zu berücksichtigen. Zur Quantifizierung der Einflußgrößen auf die Instandsetzungshäufigkeiten sind in der Literatur keine bzw. nur ungenügend gesicherte Aussagen enthalten. Eigene Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

Das *Ausfallverhalten* funktionsgleicher Neu- und instand gesetzter Teile ist fast stets unterschiedlich. Eine geeignete Bewertungsmöglichkeit stellen die Qualitätsquotienten der Mindest- bzw. zentralen Grenznutzungsdauer

$$q_{i, 0,9} = \frac{t_{0,9 \text{ IET}}}{t_{0,9 \text{ NET}}} \text{ bzw.}$$

$$q_{i, 0,5} = \frac{t_{0,5 \text{ IET}}}{t_{0,5 \text{ NET}}}$$

sowie die Kampagneüberlebenswahrscheinlichkeit $R(t_k)$ dar. Die Bewertung durch diese Parameter weist auf ein durchschnittlich schlechteres Ausfallverhalten instand gesetzter Teile hin. Nur rd. 20 % der IET eines Untersuchungssortiments des Feldhäckslers E 280 zeigten ein stabil besseres Ausfallverhalten als die funktionsgleichen NET.

In Anbetracht des anerkannt progressiven technisch-technologischen Niveaus des betreffenden Instandsetzungsbetriebs kann diese Aussage für die im Rahmen der VEB KfL instand gesetzten Teile als tendenziell richtig betrachtet werden. Eine Übertragung auf andere Instandsetzungsbereiche ist unzulässig.

Der Anteil *instandsetzungswürdiger Elemente* λ an der Gesamtheit verschlissener Teile variiert zwischen 20 % und 95 %. Mittelwerte liegen bei 50 % für Ausfälle im Einsatz und 85 % bei vorbeugender Erneuerung. Er wird durch Werkstoffauswahl und funktionsbedingte Hauptschädigungsart weitgehend bereits konstruktiv festgelegt. Die *Rückführungsrate* v , d. h. der Anteil verschlissener Teile, der einem Instandsetzungsbetrieb zugeführt wird, ist vorwiegend durch subjektive Faktoren der Organisiertheit und Stabilität des Erfassungsprozesses bestimmt. In Abhängigkeit vom Niveau dieser Faktoren können in der DDR z. Z. Werte von 20 % bis 60 % bei Ausfällen im Einsatz und von 60 % bis 100 % bei vorbeugender Instandsetzung als gültig betrachtet werden.

Die *zulässige Wiederholbarkeit* Z der ETI wird sowohl verfahrensabhängig als auch durch konstruktive Gestaltung und Schadenserscheinung begrenzt. Technisch begrenzend wirkt bei Aufarbeitungsverfahren vor allem die Gefügeveränderung bei Verfahren mit starkem Wärmeeintrag.

Als Näherungen können gelten:

- bis zweimal bei rotationssymmetrischen Auftrag-

schweißteilen aus gehärteten, vergüteten oder höherlegierten Stählen bei thermischer Nachbehandlung sowie bei Reparaturschweißteilen

- bis viermal bei Auftragschweißteilen aus normalem Baustahl
- unbegrenzt bis zur Ermüdung des Grundwerkstoffs bei Metallspritzen, galvanischen Verfahren und Plastauftragung auf beliebige Werkstoffe.

Die *Ausschußquote* p liegt in der ETI primär bei 1 bis 5 %, wobei die Mehrzahl der fehlerhaften Teile durch erneute Instandsetzung noch gebrauchsfähig gemacht werden kann.

Die *Betriebsgrenze* H_B ist bei Berechnungen zunächst in realistischen Stufen vorzugeben. Sie ist im Ergebnis so zu optimieren, daß Instandsetzungshäufigkeiten oder Materialgesamtkosten minimal bzw. die Materialwirksamkeit maximal werden.

Einfluß der Überlebenswahrscheinlichkeit auf Ersatzteilbedarf und Materialkosten

Für die Durchführung praktischer Berechnungen bei Berücksichtigung der o. g. Einflußgrößen wurden die Rechenprogramme INSTA 2 und INSTA 3 entwickelt [2, 3]. Diese Programme wurden für eine große Variationsbreite der Eingangsparameter auf der sowjetischen Datenverarbeitungsanlage BESM-6 abgearbeitet. In Tafel 1 sind einige Ergebnisse dargestellt. Folgende Tendenzen werden deutlich:

- Geringere Überlebenswahrscheinlichkeit einer Teilkategorie führt zu einem starken Ansteigen des Ersatzteilbedarfs.
- Die Deckung des Ersatzteilbedarfs durch instand gesetzte Teile ist bei den zugrunde gelegten Parametern zu fast zwei Dritteln möglich. Damit sind die Möglichkeiten durch einen hohen Anteil instandsetzungswürdiger Teile und eine hohe Rückführungsrate nahezu erschöpft. Ein noch höherer Anteil ist in der Praxis vor allem durch eine höhere zulässige Wiederholbarkeit der Einzelteilinstandsetzung erreichbar.
- Ein Absinken der Überlebenswahrscheinlichkeit wirkt sich sofort nachdrücklich auf eine Steigerung der Gesamtmaterialkosten aus. Bei um 45 % geringerer Überlebenswahrscheinlichkeit ($\gamma_N = 0,9/\gamma_I = 0,5$) ist die Einzelteilinstandsetzung praktisch schon kaum noch ökonomisch. Bei um 22 % geringeren Werten ($\gamma_N = 0,9/\gamma_I = 0,7$) darf der Preis der instand gesetzten Teile nur 50 bis 60 % des Neupreises betragen, damit noch ein Einsparungseffekt nachweisbar ist.

Beeinflussung der Aufwendungen für die Ersatzteilproduktion

Die Aufwendungen zur Instandsetzung eines abgenutzten Teils sind von denen zur Neuteilherstellung des funktionsgleichen Teils aus Schrott verschieden. Bei der ETI sind fol-

Fortsetzung von Seite 550

Literatur

- [1] Katalog „Einzelteilinstandsetzung stationärer landtechnischer Ausrüstungen“. VEB LTA Dresden, 1983 (unveröffentlicht).
- [2] Heubner, F.: Erarbeitung eines technologischen Durchlaufplanes für eine Werkstatt zur spezialisierten Instandsetzung von Einzelteilen im LTA. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Abschlußarbeit 1982 (unveröffentlicht).
- [3] Schreck, W.: Korrosionsschäden an Standaus-

rüstungen in Tierproduktionsanlagen und deren Vermeidung. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 9, S. 392-393.

- [4] Wunderlich, C.: Untersuchungen zur spezialisierten Instandsetzung von Einzelteilen, Baugruppen und Anlagenteilen für Anlagen der Tier- und Pflanzenproduktion. Ingenieurschule für Landtechnik Nordhausen, Abschlußarbeit 1982 (unveröffentlicht)

A 3851