

Tafel 3. Anzahl der Vertrauensbereichs-
überschreitungen VB (+)
und Vertrauensbereichsunterschrei-
tungen VB (-) in den VEB LIW

LIW	VB (+)	VB (-)
Güstrow	2	0
Neuenhagen	0	2
Halle	1	4

Wie wesentlich es ist, bei einer Lebensdaueranalyse auch die äußeren Einflußgrößen auf die Lebensdauer der Baugruppen mit zu erfassen, soll an dem in Tafel 2 skizzierten Ansatz für den Motor 4 VD (Traktor ZT) erläutert werden. Aus den Anlieferungsmengen des Motors und den Beständen des Traktors ZT 300/303/304 je Bezirk lassen sich die Anfallfaktoren bestimmen (Tafel 2, Spalte 6). Auffallend ist die Unterschiedlichkeit (0,22 bis 0,48). Durch Berechnung des Vertrauensbereich des mittleren Anfallfaktors wurden die Bezirke mit dem wesentlich größeren (+) bzw. wesentlich kleineren (-) Anfallfaktor bestimmt. Für die von den einzelnen VEB Landtechnisches Instandsetzungswerk (LIW) instand gesetzten Motoren 4 VD (Traktor ZT) ergaben sich die in Tafel 3 dargestellten Werte.

Zur Analyse weiterer Ursachen für die sehr unterschiedlichen Anfallfaktoren wurde der Quotient aus minimaler und maximaler Anlieferungsmenge zur Grundüberholung je Quartal berechnet (Tafel 2, Spalte 7). Diese Größe widerspiegelt die Ausgeglichenheit des Jahresbedarfs (eine hohe Ausgeglichenheit ist ein Zeichen von verstärktem vorbeugendem

Austausch der Motoren in den arbeitsarmen Quartalen). Beim Vergleich des Anfallfaktors (Spalte 6) und des Minimum-Maximum-Quotienten (Spalte 7) fällt auf, daß fast immer ein signifikant hoher bzw. niedriger Anfallfaktor mit einem signifikant hohen bzw. niedrigen Minimum-Maximum-Quotienten zusammenfällt. Ohne weitere Informationen könnte aus diesem Sachverhalt abgeleitet werden, daß die Anwendung der Ausfallmethode zu einem wesentlich geringeren Bedarf an grundüberholten Motoren 4 VD (Traktor ZT) führt. An diesem Beispiel sollte gezeigt werden, daß es bei Normierung oder Vergleich der Lebensdauer instand gesetzter Baugruppen z. B. zwischen den VEB LIW unbedingt erforderlich ist, auch die wesentlichen äußeren Einflußgrößen zu berücksichtigen.

3.2. Schadensbildanalyse

Baugruppen, die durch die Lebensdaueranalyse als Zuverlässigkeitsschwachstelle ermittelt wurden, sind einer Schadensbildanalyse zu unterziehen. Durch die Bestimmung der häufigsten Schädigungen, der Schädigungen mit signifikant geringerer Lebensdauer und der kausalen Abhängigkeiten zwischen den Schädigungen werden die inneren Zuverlässigkeitsschwachstellen einer Baugruppe ermittelt, so daß in den meisten Fällen durch technologische Maßnahmen bei der spezialisierten Instandsetzung Qualitätsverbesserungen erreichbar sind.

3.3. Schadensforschung

Bei einer Reihe von Schädigungen kann der Technologe im spezialisierten Instandsetzungswerk mit den ihm zur Verfügung stehenden Möglichkeiten die Schadensursache

nicht feststellen. In diesen Fällen sind Untersuchungen im Meß- und Werkstofflabor erforderlich. Aus den Ergebnissen solcher Untersuchungen können zielgerichtet technologische Änderungen zur Lebensdauererhöhung abgeleitet werden.

Um die verantwortlichen Bearbeiter bei der Lebensdauer- bzw. Schadensbildanalyse zu entlasten, werden zur Datenauswertung komplexe Programmsysteme für die Bürocomputer A5110 und A5120/30 im VEB Kombinat LTI geschaffen. Es ist vorgesehen, diese Programme so zu gestalten, daß sie von jedem spezialisierten Instandsetzer, der über die entsprechenden Bürocomputer verfügt, für die wesentlichen Anwendungsfälle genutzt werden können.

4. Zusammenfassung

Das System zur Zuverlässigkeitsanalyse wird vorgestellt, mit dem in der spezialisierten Baugruppeninstandsetzung, von einer Lebensdaueranalyse ausgehend, solche Schädigungen ermittelt werden können, die Zuverlässigkeitsschwachstellen sind. So wird es möglich, durch gezielte technologische Maßnahmen Verfügbarkeitserhöhungen bzw. Instandsetzungskosten senkungen an landtechnischen Arbeitsmitteln zu realisieren.

Literatur

- [1] Lietz, B.: Die wachsende politische und ökonomische Verantwortung der Betriebe der Landtechnik als Stützpunkte der Arbeiterklasse auf dem Lande. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 2, S. 47-52.
- [2] Michlin, V.: Restnutzungsdauerprognose. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.

A 4476

Bewertung der Zuverlässigkeit instand gesetzter Baugruppen durch Informationen aus dem Zirkulationsprozeß

Prof. Dr. sc. techn. G. Ihle, KDT/Dipl.-Ing. J. Walther, KDT
Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

1. Einleitung

Durch eine gut organisierte spezialisierte Instandsetzung muß erreicht werden, daß sich die Erzeugnisse in ihren Parametern von neu gefertigten Erzeugnissen kaum unterscheiden. Zur Beurteilung des erreichten Standes der Instandsetzungsqualität werden zum großen Teil Parameter der Funktionserfüllung verwendet. Dagegen finden Zuverlässigkeitskenngrößen als reales Merkmal zum Einschätzen der Instandsetzungsqualität selten Anwendung, da die Ermittlung Schwierigkeiten bereitet. Aber gerade die Beurteilung der Qualität von instand gesetzten Erzeugnissen aufgrund von Zuverlässigkeitskenngrößen ist notwendig, da sich hier zeigt, inwieweit sie den Anforderungen der Nutzer gerecht wird.

2. Problemstellung

Die in der Praxis gemessene Zuverlässigkeit einer Austauschbaugruppe wird durch folgende Einflußkomplexe bestimmt:

- Niveau der technischen und technologischen Arbeit im Instandsetzungsbetrieb,

das durch die Zuverlässigkeit bewertet werden soll

- Belastungen, die auf die Baugruppe im Nutzungsprozeß wirken
- Besonderheiten der Erfassung der Primärdaten, die die Aussage verwischen könnten.

Die Instandsetzungsqualität einer Baugruppe wird am besten über die Grenznutzungsdauer charakterisiert. Als konkrete Zuverlässigkeitskenngrößen sind folgende Varianten möglich:

- summarischer DK-Verbrauch der Maschinen, in denen die Baugruppe eingesetzt ist, bis zum Ausfall der Baugruppe in I DK
- Betriebsdauer der Maschinen bis zum Ausfall der Baugruppe in Betriebsstunden (Bh)
- Betriebsdauer als Kalendereinsatzzeit (KEZ) bis zum Ausfall der Baugruppe
- Dauer des Verbleibens der Baugruppe im Nutzungsprozeß, z. B. als Wiederkehrzeit (WKZ) aus der Sicht des Instandsetzungsbetriebs.

Der Zuverlässigkeitsnachweis muß eine Aus-

sage über die Haltbarkeit der Baugruppe gegenüber den in den agrotechnischen Forderungen zugelassenen Belastungen im Einsatz bringen, die im Vergleich zum Verhalten von Neubaugruppen, im Vergleich von Austauschbaugruppen aus verschiedenen Instandsetzungsbetrieben oder im Vergleich mit speziellen Vorgaben zu bewerten ist. Die Aussage der o. g. Zuverlässigkeitskenngrößen hinsichtlich der Instandsetzungsqualität ist recht unterschiedlich. Sie berücksichtigen die wirklichen Belastungen, die die Schädigungsintensität der Baugruppe bestimmen, nicht in gleichem Maß. Am besten realisiert es der summarische DK-Verbrauch, am wenigsten die WKZ.

Das Datenerfassungssystem beaufschlagt die Kenngrößen ebenfalls mit einem Fehleranteil. Der zeitliche Fehler der WKZ, verursacht durch die Datenerfassung im landtechnischen Instandsetzungswerk (LIW), ist größer als der zeitliche Fehler für die im Landwirtschaftsbetrieb bestimmte KEZ.

Einen großen Einfluß auf die Genauigkeit hat auch der Grenzzustand, bei dem die jewei-

lige Baugruppe ausgesondert wird. Der notwendige Aufwand zum Ermitteln der beiden Kenngrößen WKZ und KEZ für den Instandsetzungsbetrieb ist beträchtlich unterschiedlich. Die WKZ liegt im LIW vor, zum Ermitteln der KEZ muß das LIW zusätzlich Arbeitskräftekapazitäten binden.

Am Beispiel von Zahnradpumpen mit axialem Spielgleich vom Typ A 16 (ZPS A 16, TGL 10859) sollen anfallende Zuverlässigkeitskenngrößen von instand gesetzten Austauschbaugruppen aus dem Zirkulationsprozeß herausgearbeitet, hinsichtlich der Genauigkeit analysiert und Wege zur Fehlereinschränkung dargelegt werden.

3. Der Zirkulationsprozeß instand gesetzter Zahnradpumpen ZPS A 16

Der Zirkulationsprozeß von instand gesetzten Zahnradpumpen umfaßt den Transport, die Lagerung und den Austausch zwischen Instandsetzungsbetrieb und Nutzer über verschiedene Ebenen. Der VEB LIW Dresden beliefert die gesamte DDR mit instand gesetzten Zahnradpumpen ZPS A 16. Die Versorgung der Landwirtschaftsbetriebe erfolgt über 25 Zentrale Austauschlager (ZAL). Im Bezirk Dresden existieren zwei ZAL, denen 12 Kreisversorgungslager (KVL) zugeordnet sind. Vom KVL werden die Werkstätten der VEB Kreisbetrieb für Landtechnik (KfL) und die Werkstätten der Landwirtschaftsbetriebe (VEG, LPG, ACZ) versorgt. Die Zahnradpumpe ZPS A 16 wird z. B. im Mähdröschler E 512, im Häcksler E 280/E 281, im Schwadmäher E 301, im Traktor ZT 300 sowie in einer Reihe von Spezialmaschinen der Melioration und teilweise in Nutzkraftwagen W 50 eingesetzt [1]. Nachdem der Grenzstand der Baugruppe erreicht wurde, zirkuliert sie den Weg von der Werkstatt des Landwirtschaftsbetriebs oder des VEB KfL über KVL und ZAL in den VEB LIW Dresden zurück. Der Tauschzyklus vom VEB LIW Dresden z. B. zum ZAL Bodenbach, Bezirk Dresden, und zurück erfolgt alle vierzehn Tage, vom ZAL zu den KVL und zurück wöchentlich. Die Landwirtschaftsbetriebe tauschen im Normalfall nach Bedarf, obwohl auch feste Tauschzyklen vorgegeben wurden. Auf den verschiedenen Ebenen der Zirkulation fallen Daten und Informationen an, die hinsichtlich der Eignung für einen Qualitätsnachweis der instand gesetzten Zahnradpumpen analysiert werden sollen.

4. Analyse der Daten

Im VEB LIW liegen folgende Informationen vor:

- **Reklamationsanalysen:** Für die Bewertung der Qualität von Zahnradpumpen ist diese Methode nicht geeignet, da ein bestimmtes Niveau der Zuverlässigkeit und damit der Qualität außerhalb des Garantiezeitraums nicht nachgewiesen werden kann.
- **Anfallfaktoren:** Anfallfaktoren von ZPS A 16 für den dazugehörigen Maschinenbestand sind problematisch. Vom VEB LIW Dresden ist z. B. für die rd. 28000 Traktoren ZT 300/303 nicht ermittelbar, in welchen Traktoren ZPS A 16 eingesetzt werden.
- **Wiederkehrzeit:** Die Wiederkehrzeit von ZPS A 16 ist z. Z. jene Größe, nach der das Zuverlässigkeits- und damit das Qualitätsniveau im Instandsetzungsbetrieb – neben der Funktionskontrolle – eingeschätzt wird.

Viele Wissenschaftler und auch Praktiker zweifeln die Aussagekraft der WKZ als Qualitätsnachweis an. Diese Meinung ist sicherlich für einige Baugruppen zutreffend. Für Zahnradpumpen (A 16, A 25, PK 16/4) ergeben sich jedoch aus der großen Anzahl von Objekten und den fest eingehaltenen Tauschzyklen heraus Möglichkeiten, über mittlere Fehlerberechnungen den Wert der mittleren Wiederkehrzeit zu verbessern.

Durch das Ermitteln von mittleren Fehlern kann von der mittleren Wiederkehrzeit auf die mittlere Grenznutzungsdauer geschlossen, d. h. das Zeitintervall von der Inbetriebnahme der Baugruppe bis zu einem definierten Grenzzustand der Funktionserfüllung bestimmt werden. Von der mittleren Wiederkehrzeit kann über die Gl. (1) und (2) die mittlere Grenznutzungsdauer berechnet werden:

$$\bar{t}_m = \bar{t}_w - \Delta t \quad (1)$$

$$\bar{t}_m = \bar{t}_w - \sum_{i=1}^n \bar{t}_{Li} - \sum_{i=1}^n \bar{t}_{Ti} - \bar{t}_M - \bar{t}_D \quad (2)$$

\bar{t}_m	mittlere Grenznutzungsdauer (GND)
\bar{t}_w	mittlere Wiederkehrzeit (WKZ)
$\sum_{i=1}^n \bar{t}_{Li}$	Summe der mittleren Lagerzeiten
$\sum_{i=1}^n \bar{t}_{Ti}$	Summe der mittleren Transportzeiten vom
	· LIW zum ZAL und zurück
	· ZAL zum KVL und zurück
	· KVL zum KfL oder Landwirtschaftsbetrieb und zurück
\bar{t}_M	mittlere Montagezeit
\bar{t}_D	mittlere Demontagezeit.

Werden von der mittleren Wiederkehrzeit mittlere Lager-, Transport- sowie Montage- und Demontagezeiten, aus einer großen

Tafel 1. Mittlere GND-Werte von ZPSA 16, gewonnen aus dem Zirkulationsprozeß

Landwirtschaftsbetrieb	
Kalendereinsatzzeit in Monaten	
\bar{X}	= 18,60
s	= 12,65
v	= 0,70
X_u	= 12,42
X_o	= 34,74
Verteilungstyp: Weibullverteilung ($\delta = 1,5; S_2 = 0,90$)	

Produktionsverbrauch in l DK	
\bar{X}	= 6 484,00
s	= 3 899,75
v	= 0,60
X_u	= 4 331,31
X_o	= 12 112,11
Verteilungstyp: Weibullverteilung ($\delta = 1,5; S_2 = 0,90$)	

Landtechnisches Instandsetzungswerk		
Wiederkehrzeit in Monaten		
	nicht korrigiert	korrigiert
\bar{X}	= 22,17	18,70
s	= 14,81	
v	= 0,66	
X_u	= 20,57	17,35
X_o	= 24,03	20,27
Verteilungstyp: Weibullverteilung ($\delta = 1,5; S_2 = 0,90$)		

s	Standardabweichung
S_2	zweiseitige statistische Sicherheit
Δt	Fehler des Zirkulationsprozesses
v	Variationskoeffizient
\bar{X}	Mittelwert
X_u	obere Vertrauensgrenze
X_o	untere Vertrauensgrenze
δ	Gestaltungsparameter der zweiparametrischen Weibullverteilung

Stichprobe berechnet, subtrahiert, läßt sich eine äquivalente mittlere Kalendereinsatzzeit bestimmen, die als mittlere Grenznutzungsdauer Anwendung finden kann.

Bei einer Analyse im Bezirk Dresden wurde ein mittlerer Fehler von 3,8 Monaten bestimmt [2]. Nach der Korrektur der mittleren Wiederkehrzeit aus einer statistischen Erhebung mit Δt (Tafel 1) über Gl. (1) ergab sich eine mittlere Grenznutzungsdauer der ZPS A 16 von 18,7 Monaten. Vergleicht man diesen Wert mit der ermittelten Kalendereinsatzzeit von 18,6 Monaten [3] (s. Tafel 1), kann diese Methode durchaus an Bedeutung gewinnen. Wenn diese gute Übereinstimmung auch nicht immer auftreten wird, zeigt das Ergebnis die prinzipielle Anwendbarkeit des Vorgehens.

Der Vorteil dieser Methode besteht in der großen Datenmenge, die bei entsprechender Abstimmung mit den ZAL und den KVL im DDR-Maßstab auch einen vertretbaren Aufwand für den VEB LIW garantiert. Deutlich wird das durch den geringeren Konfidenzbereich (s. Tafel 1). Eine weitere Möglichkeit zur Bewertung der Instandsetzungsqualität im VEB LIW besteht im Ermitteln von baugruppenspezifischen Belastungskenngrößen. Das können z. B. Verschleißgrößen sein, die die Dauer und die Intensität der Nutzung der Zahnradpumpen im Nutzungszeitraum widerspiegeln. Durch das Verwenden solcher Größen sollen Informationen zum Zuverlässigkeitsverhalten, die in einer Baugruppe gespeichert sind, herausgearbeitet werden. Unter dem Aspekt, daß in der spezialisierten Instandsetzung die Baugruppe demontiert wird, somit kein zusätzlicher Aufwand für den VEB LIW entsteht und die Daten sofort zur Verfügung stehen, kann dieses Verfahren besonders für nicht kontinuierlich belastete Austauschbaugruppen bedeutungsvoll sein.

Prinzipiell könnten für die ZPS A 16 zwei Verschleißstellen, der Radkammerverschleiß im Gehäuse und der Verschleiß an der Nase der Gleitlagerbuchse, geeignet sein [4, 5, 6].

Bei der Zirkulation vom VEB LIW zum Landwirtschaftsbetrieb durchlaufen die Zahnradpumpen das ZAL und das KVL. Aufgrund der Art der Buchführung lassen sich von diesen Ebenen aus Anfallfaktoren berechnen, die bei dem jetzigen Stand aber noch keine Schlußfolgerungen auf die mittlere GND von ZPS A 16 zulassen. Aus den ermittelten Anfallfaktoren für 3 KVL des Bezirks Dresden ergab sich ein mittlerer Grenznutzungsdauerwert von 10,4 Jahren ($v = 0,62$). Ohne Zweifel kann dieser Wert nicht als reell eingeschätzt werden. Diese große Verfälschung entsteht in erster Linie durch Faktoren, die durch eine gute Organisation weitgehend ausgeglichen werden können.

Gegenwärtig werden Bordbücher und Lebenslaufakten in Landwirtschaftsbetrieben meist so geführt, daß eine Berechnung der mittleren GND von Zahnradpumpen direkt daraus nicht möglich ist [7]. Über das Lager der Zentralwerkstatt des Landwirtschaftsbetriebs läßt sich aber dagegen die kumulative Kalendereinsatzzeit und der dazugehörige kumulative DK-Verbrauch aus dem Bordbuch ermitteln. Über eine rechnergestützte Führung der Lebenslaufakten könnte eine solche Auswertung in Zukunft sehr schnell erfolgen.

Ein Vergleich der KEZ in Monaten mit dem summarischen DK-Verbrauch ergab Variationskoeffizienten der Grenznutzungsdauer

von $v = 0,70$ bzw. $v = 0,60$. Der niedrigere Variationskoeffizient weist daraufhin, daß der DK-Verbrauch auch für die ZPS A 16 die wirkenden Belastungen am besten widerspiegelt.

Weiterhin zeigten Untersuchungen an Zahnradpumpen, daß das Bestimmen des Grenzstands anhand des Fördervolumens in den Landwirtschaftsbetrieben z. Z. noch nicht befriedigend ist. 20 bis 30% der im VEB LIW Dresden angelieferten ZPS A 16 [5, 8] könnten nach einer Minimalinstandsetzung (Säubern und Dichtungswechsel) wieder funktionstüchtig sein und das geforderte Fördervolumen gewährleisten. In bezug auf die Bewertung der Grenznutzungsdauer bedeutet das, daß Restnutzungsdauer verschenkt und somit das Ergebnis aufgrund der subjektiven Aussonderung zusätzlich verfälscht wird.

Literatur

- [1] Hlawitschka, E.: Hydraulik für die Landtechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1983.
- [2] Fuhrmann, H.: Untersuchung der mittleren Wiederkehrzeit als Qualitätsmerkmal für grundüberholte Austauschbaugruppen. TU Dresden, Sektion 16, Diplomarbeit 1984 (unveröffentlicht).
- [3] Irrgang, C.: Bewertung der Zuverlässigkeit von Austauschbaugruppen aufgrund von Informationen aus dem Zirkulationsprozeß. TU Dresden, Sektion 16, Ingenieurpraktikumsarbeit 1985 (unveröffentlicht).
- [4] Rhörborn, A.: Untersuchungen zur Zuverlässigkeitsbewertung von Hydraulikbaugruppen auf der Grundlage des Schädigungszustandes im LIW Dresden. TU Dresden, Sektion 16, Ingenieurpraktikumsarbeit 1984 (unveröffentlicht).
- [5] Fichter, U.: Theoretische und praktische Untersuchungen zur Zuverlässigkeitsbewertung von Hydraulikpumpen auf der Grundlage des Schä-

- digungszustandes. TU Dresden, Sektion 16, Diplomarbeit 1985 (unveröffentlicht).
- [6] Ihle, G.; Walther, J.: Untersuchungen zur Zuverlässigkeitsbewertung von instand gesetzten Baugruppen auf der Grundlage von baugruppenspezifischen Belastungskenngrößen. TU Dresden, Sektion 16, Studie 1984 (unveröffentlicht).
- [7] Fichtner, U.: Untersuchungen zum statistischen Zuverlässigkeitsnachweis von instand gesetzten Austauschbaugruppen. TU Dresden, Sektion 16, Großer Beleg 1984 (unveröffentlicht).
- [8] Wosniak, R.: Experimentelle und theoretische Leckverlustanalyse an Zahnradpumpen und Bestimmung von Aussonderungsgrenzen. Wilhelm-Pieck Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Abschlußbericht 1980.

A 4586

Technische Diagnose von Melkanlagen

Dr.-Ing. H. Schulze, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin

Verwendete Formelzeichen

a	%	Übergangsphase zur Saugphase
b	%	Saugphase
c	%	Übergangsphase zur Entlastungsphase
d	%	Entlastungsphase
n		Anzahl der Melkzeuge
p	kPa	Vakuum
Δp	kPa	Druckdifferenz
p_b	kPa	maximales Vakuum während der Saugphase
p_B	kPa	Betriebsvakuum
p_{BU}	kPa	Betriebsüberdruck
p_{ou}	kPa	maximaler Überdruck während der Entlastungsphase
\dot{V}_{LM}	l/min	Leckluftstrom in die Milchleitung
\dot{V}_{LMZ}	l/min	Leckluftstrom in das Melkzeug
\dot{V}_{LR}	l/min	Undichtheit des Regelventils
\dot{V}_{LV}	l/min	Leckluftstrom in die Vakuumleitung
\dot{V}_{MA}	l/min	erforderlicher Förderstrom für Melkanlagen
\dot{V}_{enn}	l/min	Nennförderstrom eines Zellenverdichters
\dot{V}_R	l/min	tatsächliche Förderstromreserve
\dot{V}_Z	l/min	Förderstrom zusätzlicher Einrichtungen
\dot{V}_{out}	l/min	niedrigster noch zulässiger Förderstrom eines Zellenverdichters vor der Aussonderung

Zur Gewährleistung der Funktionssicherheit von Melkanlagen gewinnt ihre regelmäßige Überprüfung an Bedeutung, weil die Einhaltung optimaler melktechnischer Parameter ein wesentlicher Faktor zur Beeinflussung der Eutergesundheit und der Milchqualität ist. Der dem VEB Landtechnischer Anlagenbau (LTA) bzw. dem VEB Kreisbetrieb für Landtechnik (KfL) des jeweiligen Territoriums zugeordnete Melkanlagenprüfdienst ist gegenwärtig nicht immer in der Lage, seinen Aufgaben gerecht zu werden, weil vor allem eine einheitliche Prüfmethodik einschließlich spezieller Meßgeräte bislang fehlten. Im Beitrag wird eine Prüfmethode beschrieben, die im wesentlichen auf den von der Internationalen Standardisierungsorganisation (ISO) herausgegebenen einschlägigen Standards [1, 2, 3] basiert. Diese als ISO-Standards bekannten Empfehlungen

sind schon in vielen in der Milchproduktion führenden Ländern in staatliche Standards überführt worden.

1. Prüfparameter und ihre Grenzwerte für optimale Melkbedingungen

Mehrere Autoren haben in den letzten Jahren eine Vielzahl von Parametern zur Einschätzung der Funktionstüchtigkeit von Melkanlagen publiziert. Davon sind jedoch nur wenige aufgrund ihrer Aussagefähigkeit und ihrer meßtechnischen Erfassbarkeit als Prüfparameter für die Melkanlagenüberprüfung geeignet. In Tafel 1 sind die für die Überprüfung von Melkanlagen ausgewählten Parameter mit ihren einzuhaltenden Grenzwerten aufgeführt. Diese gelten für turnusmäßige Überprüfungen ebenso wie für die Überprüfung von neuen oder rekonstruierten Anlagen vor der Übergabe an den Nutzer.

2. Meßgeräte für die Überprüfung

Eine technische Überprüfung von Melkanlagen ist nur möglich, wenn geeignete Meßgeräte vorhanden sind. Gegenwärtig kommen in der DDR das Verdichterprüfgerät [4], nur einsetzbar zur Bestimmung des Förderstroms von Zellenverdichtern mit Hilfe auswechselbarer Festdüsen, das Pulsatorkontrollgerät [5], ein schweres elektro-mechanisches Aufzeichngerät für den Druck im Melkbecherzwischenraum und Feinmeßmanometer als Prüfgeräte zum Einsatz. Das sind Meßgeräte, die schon vor mehr als 20 Jahren entwickelt wurden und sich für eine effektive Überprüfung von Melkanlagen aus heutiger Sicht nicht mehr eignen. International hat sich bezüglich der Meßtechnik zur Melkanlagenüberprüfung in den letzten Jahren viel getan. So sind beispielsweise verschiedene elektronische Pulskurvenauswertegeräte in kleiner handlicher Form entwickelt worden [6, 7, 8], die die wesentlichen Kennwerte der Pulsationskurve digital anzeigen bzw. sogar

auf einem Schrieb ausgeben. Für die Bestimmung der tatsächlichen Förderströme von Zellenverdichtern sowie der Förderstromdifferenzen zur Erfassung der Undichtheiten von Milch- und Luftleitungen werden vorwiegend auf mechanischem Prinzip arbeitende direkt anzeigende Förderstrommeßgeräte eingesetzt. In der DDR befinden sich z. Z. verschiedene Diagnosegeräte für Melkanlagen in der Entwicklung.

3. Prüfmethodik

3.1. Allgemeines

Zur Aufrechterhaltung optimaler Melkbedingungen sind geeignete Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich. Diese sollten einmal vom Nutzer der Melkanlage täglich, wöchentlich bzw. monatlich als Pflege- und Wartungsarbeiten und in größeren Abständen von einem Spezialservice, vorwiegend dem Melkanlagenprüfdienst, im Rahmen einer Tiefenprüfung unter Zuhilfenahme spezieller Meßtechnik wahrgenommen werden. Die meßtechnische Grundausstattung für die Überprüfung von Melkanlagen sollte aus einem direktanzeigenden Förderstrommeßgerät mit einem Meßbereich von mindestens 3000 l/min, einem elektronischen Pulsationskurvenauswertegerät mit digitaler Darstellung der Kennwerte und einem oder zwei Feinmeßmanometern (-100/+60 kPa) bestehen. Als Überprüfungsturnus durch die Melkanlagenprüfdienste der VEB LTA bzw. KfL wird vorerst in Anlehnung an den internationalen Trend ein Jahr vorgeschlagen [9, 10]. Milchproduktionsgroßanlagen und Anlagen mit technischem Fachpersonal wird empfohlen, die Überprüfung zweimal im Jahr vorzunehmen und möglichst kleinere Betriebe im Umkreis mit zu betreuen. Um einen effektiven Einsatz der geforderten Meßgeräte bei der Melkanlagenüberprüfung zu gewährleisten, sind an den Melkanlagen die im Bild 1 ausgewiesenen konstruktiven