

Überwachung der Zuverlässigkeit technischer Ausrüstungen in industriemäßigen Milchviehanlagen

Dipl.-Ing. R. Krause, KDT

Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

1. Einleitung

Mit der Einführung der Mikroelektronik und der damit verbundenen Installierung und Inbetriebnahme automatischer Produktionskontroll- und Steuersysteme (PKS) in Tierproduktionsanlagen ergeben sich auch für die Zuverlässigkeitsarbeit und die Anlageninstandhaltung neue Aufgaben. Das entspricht der volkswirtschaftlichen Zielstellung, nicht nur den Reproduktionsprozeß mit Hilfe der Mikroelektronik und Rechentechne für die Instandhaltung von Maschinen und Anlagen vorzunehmen.

Im Standard TGL 26 096/10 wird vorgeschrieben, daß spätestens nach der Aufnahme der Serienproduktion eines Erzeugnisses mit dem Nachweis seiner Betriebszuverlässigkeit zu beginnen ist. Dabei werden unter Serienprodukten auch Erzeugnisse und Anlagen der Einzelfertigung nach Abschluß der Entwicklung verstanden, die für die Klassifizierung durch das ASMW vorgesehen sind. Festlegungen zur Ermittlung der Betriebszuverlässigkeit sind in Verantwortung des Herstellers mit den Zuliefer- und Anwenderbetrieben zu treffen und in Liefer- und Leistungsverträgen eindeutig aufzunehmen. Für mobile landtechnische Arbeitsmittel hat die Zuverlässigkeitsarbeit in den letzten Jahren ein gutes Niveau erreicht. Das betrifft einerseits den Nachweis der Zuverlässigkeit durch Erarbeitung und Auswertung entsprechender Methodiken und Verfahren und andererseits die Durchsetzung der Prinzipie des instandhaltungsgerechten Konstruierens sowie die Verbesserung der Einzelteilinstandsetzung. Im Kombinat Fortschritt Landmaschinen wird die Betriebszuverlässigkeit mobiler landtechnischer Arbeitsmittel nach der speziell für diese Erzeugnisse entwickelten Methode SCHAEVER ermittelt.

Aber auch für die Ermittlung der Betriebszuverlässigkeit kompletter Maschinensysteme und Anlagen muß eine Untersuchungsmethode zur Verfügung stehen, die den vorherrschenden Bedingungen angepaßt ist. Die Bedingungen bei Anlagen unterscheiden sich von denen bei mobilen landtechnischen Arbeitsmitteln darin, daß

- der realisierbare Stichprobenumfang geringer ist, z. B.
- einmaliges Vorhandensein einer Ausrüstung in einer Beispiel- oder Pilotanlage
- Vergleichbarkeit mehrerer Anlagen infolge Abweichungen von den Angebotsprojekten in den Anpassungs-(Standortprojekten und/oder unterschiedlicher Randbedingungen bei Zuverlässigkeitsuntersuchungen nicht gegeben
- die funktionellen Verkettungen der Maschinen und Ausrüstungen vielfältiger sind, z. B.
- Nichtwirksamwerden des Ausfalls einer Bearbeitungskette auf das Gesamtsystem durch Umschalten auf eine andere Bearbeitungskette (Redundanz)

- Abfangen von Störungen durch interne Produktionspuffer
- der subjektive Einfluß des Menschen auf die Zuverlässigkeit der Anlage und ihrer Betrachtungseinheiten größer ist, z. B. Kompensieren von Ausfällen einzelner Systemelemente durch erhöhten Aufwand bzw. verschlechterte Arbeitsbedingungen der Werk tätigen (Einsatz des Membranpulsators beim Ausfall der Melkautomatik)
- in der Tierproduktion Ausfälle einzelner Systemelemente hohe Störungs- und Verlustkosten verursachen können, die aber nicht sofort als meßbarer Produktionsverlust sichtbar werden, z. B.
- Empfindlichkeit der Hochleistungskühe auf Schwankungen des Fütterungs- und Melkregimes
- Einfluß des Vakuums und der Pulsationskurve auf die Eutergesundheit
- andere Bedingungen für die Primärdatenerfassung bestehen, z. B. keine Betriebsstundenzähler wie bei der mobilen Technik
- Ausfälle bzw. ablaufende Schädigungsprozesse die Anlage bzw. Anlagenbereiche in Betriebszustände versetzen können, bei denen die Produktivität und die Effektivität nicht mehr den volkswirtschaftlichen Zielstellungen entsprechen; ein Ausdruck dafür ist die Schwierigkeit der Formulierung einer eindeutigen Ausfalldefinition für diese Betrachtungseinheiten (keine klare Abgrenzung des arbeitsfähigen zum nicht arbeitsfähigen Zustand).

2. Der schrittweise Übergang zur rechnergestützten Zuverlässigkeitsarbeit – Grundlage für die elemente- und systembezogene Wertung

Im Bild 1 wird in einer Übersicht dargestellt, welcher Gesamtzusammenhang zwischen wichtigen Teilbereichen der Zuverlässigkeitsarbeit in industriemäßigen Tierproduktionsanlagen besteht. Daraus ist ersichtlich, daß gegenwärtig prinzipiell zwei Hauptwege bestehen, die zur Überwachung der Zuverlässigkeit möglich sind:

- herkömmliche Zuverlässigkeitsarbeit
 - rechnergestützte Zuverlässigkeitsarbeit.
- Die gegenwärtige Verknüpfung beider Hauptwege ist die Grundlage dafür, um zukünftig weitestgehend rechnergestützt arbeiten zu können bzw. kombinierte Varianten anzuwenden.
- Damit die Zuverlässigkeit der technischen Ausrüstungen in Milchviehanlagen (MVA) bei weitestgehender Nutzung der Rechentechne organisiert werden kann, ist von herkömmlichen Methoden der Zuverlässigkeitsarbeit auszugehen. Wichtig ist, die zu betrachtenden Systeme und Elemente zu fixieren und herauszuarbeiten, welche Zuverlässigkeitskenngrößen für die Bewertung der Teilsysteme bzw. Elemente ermittelt werden können.

Aus der Erkenntnis heraus, daß komplexe Maschinensysteme, wie z. B. die Teilsysteme „Milchgewinnung“ oder „Fütterung“, in ihrer

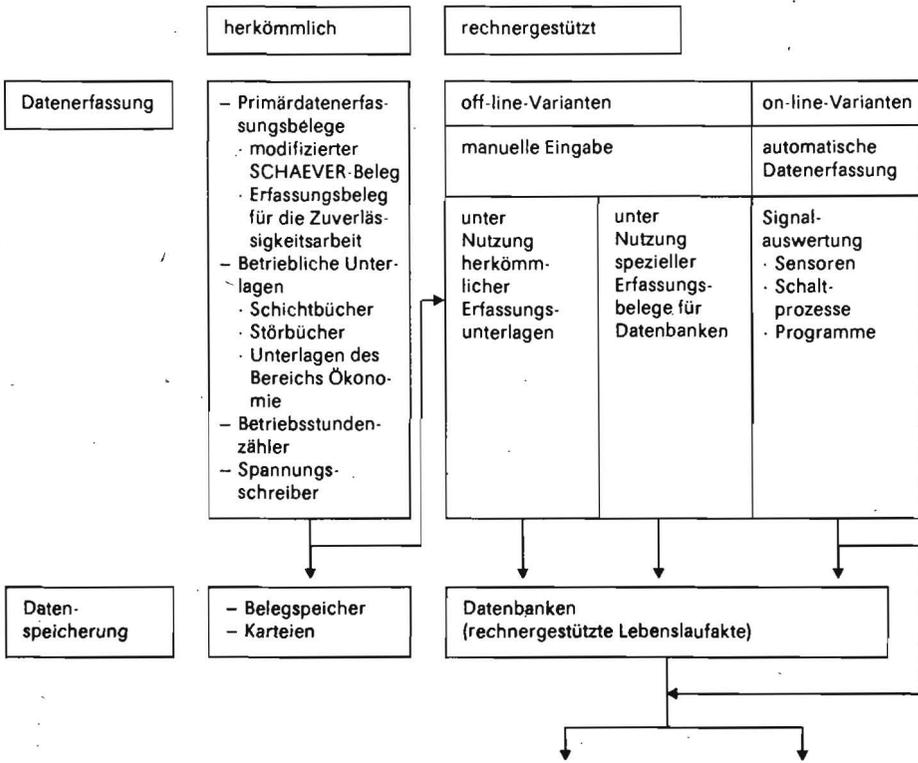
Gesamtheit nicht allein mit herkömmlichen Zuverlässigkeitskenngrößen unter Berücksichtigung nur zweier Zustände (Funktionsfähigkeit, Ausfall) bewertet werden können, müssen neben herkömmlichen auch neue Zuverlässigkeitskenngrößen, die die Zwischenzustände der Systeme in bezug auf „eingeschränkte Funktionsfähigkeit“ berücksichtigen, mit einbezogen werden.

Von der Bewertung der Elemente mit herkömmlichen Zuverlässigkeitskenngrößen wird ausgegangen und über die Charakterisierung der Auswirkungsinhalte von Elementausfällen für das System auf neue Zuverlässigkeitskenngrößen geschlossen. Ein Beispiel dafür ist die Kenngröße „Produktionsstabilität“, die den Einfluß von Leistungsminde rung, Qualitätsminderung und Zwangszuständen, hervorgerufen durch Elementausfälle, charakterisiert. Bezogen auf das Teilsystem „Fütterung“ beschreibt diese Kenngröße Leistungs- bzw. Qualitätsminderungen im Fütterungsablauf (zeitliche Verschiebungen oder Wegfall von Futtergaben für eine bestimmte Anzahl von Tieren), die durch technisch bedingte Elementausfälle hervorgerufen wurden. Für das Teilsystem „Milchgewinnung“ wird die Kenngröße „Produktionsstabilität“ über die Registratur von Verlustzeiten am Melkarussell, die durch Elementausfälle hervorgerufen werden, bestimmt. Die Praxis zeigt, daß es bei Anwendung herkömmlicher Formen und Methoden der Datenerfassung, -speicherung und -auswertung äußerst aufwendig und problembehaftet ist, eine Überwachung der Zuverlässigkeit komplizierter Systeme zu organisieren.

3. Die rechnergestützte Lebenslaufakte – Grundlage für eine gute Synthese von periodischer und permanenter Zuverlässigkeitskontrolle

Für die umgehende Verbesserung der Zuverlässigkeitsarbeit in Anlagen mit der gegenwärtigen PKS-Generation sind Lösungen notwendig und möglich, die schnell praxiswirksam werden. Im Zusammenhang mit der Einführung des PKS in die MVA Großberkmannsdorf, Bezirk Dresden, bestand deshalb die Aufgabe, Möglichkeiten zur Zuverlässigkeitsüberwachung auch im Hinblick auf eine permanente Zuverlässigkeitskontrolle zu erarbeiten. Die Hauptform einer komplexen Überwachung der Zuverlässigkeit wird in Zukunft allerdings eine abgestimmte Synthese zwischen periodischer und permanenter Zuverlässigkeitskontrolle sein. Die Grundlage dafür bildet die konsequente Einführung rechnergestützter Lebenslaufakten für technische Ausrüstungen. Gegenwärtig wird eine solche Lebenslaufakte in der MVA 1930 Großberkmannsdorf erprobt, um eine vorliegende Grundvariante in absehbarer Zeit entweder mit dem Programmpaket MIVI oder auch separat den Landwirtschaftsbetrieben zur generellen Nutzung anbieten zu können. Damit können folgende Aussagen getroffen werden:

Überwachung der Zuverlässigkeit von technischen Ausrüstungen in Tierproduktionsanlagen



Datenauswertung	periodisch	periodisch	permanent
Hilfsmittel	- Taschenrechner/ Kleinrechentechnik	- Personalcomputer - Bürocomputer - Prozeßrechentechnik	
	- Nutzung vorhandener Methoden	- Auswertprogramme der Lebenslaufakte - separate Auswertprogramme	
elementebezogen	- Berechnung der Zuverlässigkeitskenngrößen, z. B. - mittlerer Ausfallabstand - mittlere Ausfalldauer - Verfügbarkeit		
systembezogen	- Berechnung der herkömmlichen Zuverlässigkeitskenngrößen - Ermittlung neuer systembezogener Zuverlässigkeitskenngrößen, z. B. Produktionsstabilität		

Bild 1. Übersicht über Teilbereiche der Zuverlässigkeitsarbeit zur Organisation einer Zuverlässigkeitsüberwachung in industriemäßigen Tierproduktionsanlagen

- Alter der Maschinen
- jährlicher Stundenaufwand für instandhaltungsbedingte Stillstandszeiten
- Häufigkeit der Ausfälle, Ausfallstunden und -dauer
- erforderliche Verfügbarkeit
- Nutzungsdauer/effektive Lebensdauer
- Bruttowert im Verhältnis zu Instandhaltungskosten
- Planung der Pflege-, Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten in technologischen Stillstandszeiten

- Schadensbilder und sich daraus ergebende Veränderungen
 - Ersatzteilbedarf u. ä.
- Im Bild 2 ist eine Variante der Struktur der Lebenslaufakte dargestellt. Die Lebenslaufakte soll zukünftig für alle Teilmaschinensysteme der MVA genutzt werden können (ursprünglich wurden ausschließlich die Gerätetechnik des PKS und eng damit zusammenhängende Systeme berücksichtigt). Die einzelnen Teilsysteme werden getrennt betrachtet und später als Ge-

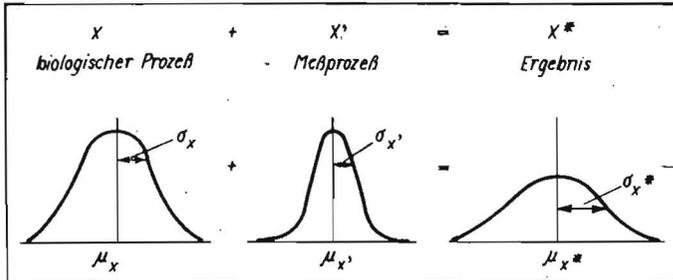


Bild 3 Zusammenhang zwischen Prozeß- und Meßcharakteristik; X meßbares Merkmal (Lebendmasse, Milchmenge), X' zufälliger Meßfehler (Tierwaage, Milchmengenmeßgerät), X* gemessenes Merkmal

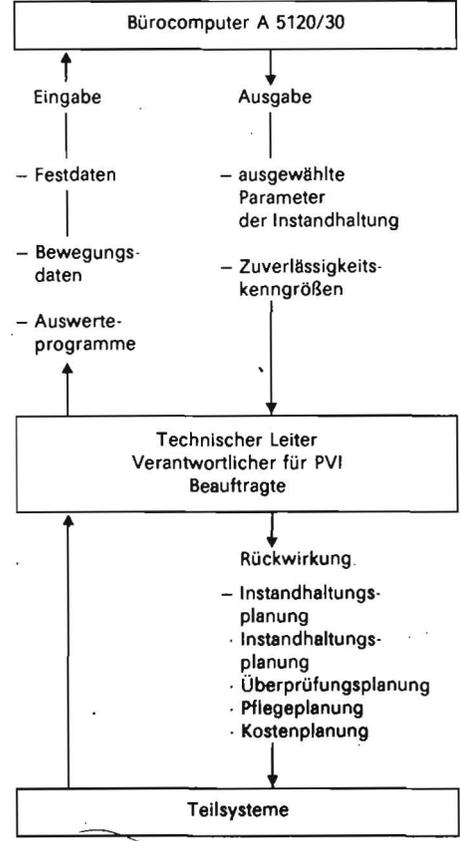


Bild 2. Einfluß der Lebenslaufakte auf die Instandhaltung der Teilsysteme

samtsystem zusammengefaßt. Damit sind ständige Erweiterungen möglich. Die Einführung der rechnergestützten Lebenslaufakte ist nur der erste Schritt auf dem Gebiet der rechnergestützten Zuverlässigkeitsarbeit und Instandhaltung. An einer ständigen Vervollkommnung muß zielstrebig gearbeitet werden. Dazu gehört beispielsweise, daß der Einsatz von Erfassungsbelegen für die Datengewinnung weitestgehend eingegrenzt und dadurch die Möglichkeit stark subjektiv geprägter Datenerfassung und -eingabe ausgeschlossen wird. An den Teilsystemen des PKS wurden deshalb erste Untersuchungen in Bezug auf Schnittstellen zur Realisierung einer automatischen Datenerfassung durchgeführt. Des weiteren ist das anzustrebende System der rechnergestützten Zuverlässigkeitskontrolle durch in der Lebenslaufakte enthaltene oder separat ablaufende Programme zu vervollkommen, die für ausgewählte Prozesse eine permanente Überwachung der Zuverlässigkeit ermöglichen. Mit der Einführung des PKS können beispielsweise die anfallenden Daten für die Selbstdiagnose genutzt werden. Die Besonderheit, die bei diesen Untersuchungen eine Rolle spielt, ist - wie im Bild 3 ersichtlich - die Überlagerung zweier stochastischer Prozesse, bedingt durch die Schwankungen des lebenden Organismus „Kuh“ einerseits und das stochastische Verhalten des Meßprozesses andererseits. Aufgrund der Tatsache, daß sowohl die Lebendmasseentwicklung als auch die Milchleistung als Produktionskontrollgrößen und als Steuergrößen für die leistungsgerechte Fütterung zugrunde gelegt werden können, sind eben diese Prozesse als Untersuchungsgegenstand gewählt worden. Dabei mußten Methoden der statistischen Prozeßanalyse zur Anwendung kom-

men. Über Untersuchungen zum Verteilungstyp, entsprechende mathematische Modellierung und Nutzung geeigneter Testverfahren, wie z. B. des F-Testes bzw. des χ^2 -Unabhängigkeitstestes, wurden erste Programme erstellt, die die Grundlage für eine permanente Zuverlässigkeitsüberwachung in bezug auf die Genauigkeit der Meßgeräte bilden. Über simulierte Ausgangssituationen konnte die Funktionsfähigkeit der Programme nachgewiesen werden, d. h. unzulässige Abweichungen im Meßregime werden erkannt und angezeigt.

4. Ergänzung

Gegenwärtig wird daran gearbeitet, die Bedingungen der Praxis noch detaillierter zu durchdringen und weitere Erkenntnisse zum biologischen Prozeß, d. h. zum lebenden Organismus „Kuh“, zu erhalten. Zusammenfassend ist festzustellen, daß mit der Einführung der Mikroelektronik in industriemäßige Tierproduktionsanlagen neue Voraussetzungen für eine Zuverlässigkeitsarbeit auf hohem Niveau entstanden sind. Die rechnergestützte Lebenslaufakte ist das Haupthilfsmittel für

die allgemeine periodische und permanente Zuverlässigkeitsarbeit.

Für ausgewählte Teilsysteme mit integrierten Meßprozessen, bei denen eine permanente Zuverlässigkeitskontrolle anzustreben ist, sollte auf den erläuterten Grundlagen aufgebaut werden, die bei neu zu entwickelnden PKS bereits in der Phase der Hardwarekonzipierung und der Softwareerstellung zu berücksichtigen sind. Gleiches gilt für die Schaffung von Möglichkeiten zur automatisierten Datengewinnung, wofür ebenfalls Grundlagen vorliegen. A 5338

Diagnose von Melkanlagen

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

1. Problem- und Zielstellung

Ausgehend von der volkswirtschaftlichen Zielstellung, die Produktion in den Tierproduktionsanlagen zu intensivieren, die Nutzungsdauer der stationären Arbeitsmittel zu verlängern sowie gleichzeitig den Produktionsaufwand zu senken, gilt es im Bereich der Milchproduktion der Landwirtschaft, dazu mit einem optimalen Betreiben und Instandhalten von Melkanlagen einen wirksamen Beitrag zu leisten. Da optimale Bedingungen beim Milchentzug eine entscheidende Voraussetzung sind, um unter den derzeitigen Bedingungen mit minimalem Konzentratfuttereinsatz die Milchproduktion zu steigern, muß der Überprüfung bzw. der Diagnose im Zusammenhang mit Einstellarbeiten und Arbeiten zur vorbeugenden Instandsetzung an Melkanlagen eine besondere Bedeutung beigemessen werden.

Gegenwärtig werden 2,05 Mill. Milchkühe in den Landwirtschaftsbetrieben der DDR gehalten. Die langzeitige Abweichung der Melkparameter vom jeweiligen Nennwert bewirkt eine negative Beeinflussung der Tiergesundheit, speziell der Eutergesundheit, und damit eine Minderung des Ertrags marktfähiger Milch sowie der Milchqualität.

Untersuchungen im VEB Wissenschaftlich-Technisch-Ökonomisches Zentrum der Milchindustrie Oranienburg haben ergeben, daß die vorgegebenen Kriterien im Durchschnitt nur mit 53,6% erfüllt werden [1]. Inhalt der Kriterien waren vor allem technisch-technologische Parameter, die unmittelbar vom Melkpersonal beeinflusst werden können.

Eine Analyse von Toth und Bak [2] zeigte, daß die durch Nichteinhaltung der Melkparameter hervorgerufenen Euterentzündungen in der UVR Schäden von jährlich 1 Mrd. Forint verursachen. In den USA werden die Verluste mit jährlich 400 bis 500 Mill. Dollar, d. h. 23 bis 24 Dollar je Kuh, angegeben, und in der BRD beträgt der geschätzte Verlust jährlich 500 Mill. DM. Es wird geschätzt, daß z. Z. weltweit 30 bis 40% des bei der Rinder-

haltung auftretenden Gesamtschadens durch die verschiedenen Eutererkrankungen verursacht werden bzw. auf diese zurückzuführen sind.

2. Analyse

des gegenwärtigen Entwicklungsstandes

Die Qualität der maschinellen Melkarbeit kann durch technische Parameter bestimmt werden. Die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte dieser Parameter ist für die Sicherung der optimalen Melkbedingungen erforderlich.

Für die Überprüfung von Melkanlagen bildet in der DDR der Standard TGL 24 646/02 [3] die Grundlage. Dieser Standard gibt neben unzureichenden Prüfparametern keine Hinweise für die Prüfmethodik bzw. eine Diagnosetechnologie.

Die Überprüfung von Melkanlagen wird gegenwärtig in der DDR turnusmäßig auf der Grundlage von Verträgen zwischen den Landwirtschaftsbetrieben und dem VEB Landtechnischer Anlagenbau (LTA) bzw. dem VEB Kreisbetrieb für Landtechnik (KfL) durch Prüfdienstschlosser durchgeführt. In industriemäßig produzierenden Anlagen der Tierproduktion wird für die Überprüfung meist ein erfahrener Schlosser des Betriebs eingesetzt, der entsprechend seinen individuellen Fähigkeiten nach subjektiven Kriterien die Melkanlage wartet und instand hält. Die gegenwärtig zur Verfügung stehenden Überprüfungstechnologien des VEB LTA für Kannen- und Rohrmelkanlagen [4, 5, 6] beinhalten folgende Überprüfungen:

- komplette technische Ausrüstung des Maschinenraumes
- Reinigungs- und Desinfektionseinrichtung
- Milchleitung
- Milchschleuse
- Hubgerüst
- Vakuumleitung
- Melkeinrichtung (Melkbecher, Zentrale, Pulsator, Milchschauch, Melkkanne).

Die Überprüfung nach diesen Technologien schließt eine komplette Demontage der Bau-

gruppen, deren Sichtkontrolle und Montage ein. Ein anschließendes Prüfen und Einstellen der Baugruppen, z. B. Pulsatoren auf Pulsationszahl und Zellenverdichter auf Vakuumhöhe, ist vorgesehen.

Außer dem Prüfen der Parameter Pulsationszahl und Vakuumhöhe werden keine weiteren meßtechnischen Forderungen aufgestellt. Für diese Parameter werden keine Grenzwerte angegeben, und für den Nachweis der Ergebnisse der Überprüfungen existieren keine einheitlichen Prüfprotokolle. Sie werden vom Prüfdienst bzw. von Instandhaltungskräften der Tierproduktionsanlagen nach eigenem Ermessen selbst erstellt. Als meßtechnisches Hilfsmittel für die Überprüfung wird der Melkanlagenprüfkoffer aus dem VEB KfL Döbeln eingesetzt.

Überprüfungen werden i. allg. von 2 bis 3 Arbeitskräften durchgeführt. Die Prüfzeit z. B. für die Rohrmelkanlage M620 mit 100 Tierplätzen beträgt 1324 min [5].

Insgesamt muß eingeschätzt werden, daß der Überprüfung und Instandhaltung von Melkanlagen im Bereich der landtechnischen Instandhaltung bisher nicht die ihr zukommende Bedeutung beigemessen wurde. Das trifft gleichermaßen auch für die Schaffung des erforderlichen wissenschaftlich-technischen Vorlaufs zu. International, besonders in den entwickelten kapitalistischen Ländern, ist ein vergleichsweise hoher technisch-technologischer Entwicklungsstand bei der Überprüfung von Melkanlagen erreicht worden. Seit etwa 10 Jahren wurde in der UVR und in der ČSSR durch den Einsatz von Gerätetechnik aus dem NSW die Melkanlagenüberprüfung technologisch spürbar verbessert [7].

3. Parameter zur Charakterisierung des technischen Zustands der Melkanlagen

Entsprechend dem gegenwärtig erreichten nationalen und internationalen Erkenntnisstand charakterisieren folgende Parameter den technischen Zustand der Melkanlagen hinreichend [6, 8]:

- Betriebsvakuum