

Tafel 6. Werte für die technische Verfügbarkeit

Arbeitsmittel	V <sub>techn</sub>
Annahmedosierer, Kratzerboden	0,98
Annahmedosierer, Frästrommeln	0,97
Austrageband	0,99
Zentralförderer	0,97
Querförderer	0,98
Futterbänder	0,99

heit angegeben werden, aber es ist deutlich zu erkennen, daß die Mehrzahl der Betrachtungseinheiten eine Verfügbarkeit von 0,97 bis 0,98 hat.

Für selbstfahrende Landmaschinen werden gebräuchliche Verfügbarkeiten von 0,90 bis 0,92 in der Berechnungszeitspanne einer Kampagne angegeben [5].

Die stationären Maschinen und Anlagen weisen eine höhere Verfügbarkeit auf. Deutlich ist zu erkennen, daß die Betrachtungseinheiten, die durch eine Ersatztechnologie nicht ersetzbar sind, z. B. Sammelförderer und Zentralförderer, auch sehr hohe Verfügbarkeitswerte haben und somit den Anforderungen der Tierproduktion entsprechen.

### 3.2. Milchgewinnung

Parallel zu den Untersuchungen des Maschinenteilsystems Futterdosierung und -verteilung wurde nach gleichen methodischen Gesichtspunkten das Maschinenteilsystem

Milchgewinnung von Drache [3] untersucht. Hierbei ergibt sich für 19 Betrachtungseinheiten ohne die Baugruppen der Melkplatzausrüstung ein Durchschnittswert der technischen Verfügbarkeit von 0,994. Die Werte streuen hier von 0,975 (Krafftutterdosierer am Melkkarussell) bis 1,0 (Vakuum- und Druckleitung). Für die Melkplatzausrüstung aller 40 Melkplätze ergab sich eine technische Verfügbarkeit von 0,97.

Bei der allgemein sehr guten Verfügbarkeit der Milchgewinnungstechnik ergeben sich die niedrigsten Werte für die Milchpumpe. Der Einbau eines Brunnenwasservorkühlers führte durch die damit ansteigenden Leistungsanforderungen zu mehr Ausfällen. Gleichfalls störanfällig ist die Krafftutterdosiereinrichtung am Melkkarussell. Am Melkkarussell ist festzustellen, daß hier bewertete Ausfälle unter Praxisbedingungen meist nicht zum Stillstand führen, wenn auch besonders bei den Baugruppen der Maschineneinheit „Melkplatzausrüstung“ Unzulänglichkeiten kurzzeitig in Kauf genommen werden.

### 4. Auswertung

Die Ergebnisse vierjähriger Untersuchungen über den Instandhaltungsaufwand in einer MVA mit 1930 Tierplätzen zeigen für die stationären Arbeitsmittel relativ günstige Werte. Sowohl die Instandhaltungskosten der im Kompaktbau angeordneten Maschinenkette des Maschinenteilsystems Fütterung als auch

die des Maschinenteilsystems Milchgewinnung blieben erheblich unter den durch ihre normale Nutzungsdauer bedingten Abschreibungskosten. Die Werte sind als gut einzuschätzen. Sie sind ein Ausdruck der Vorzüge kontinuierlich und unter Dach arbeitender Maschinenketten, der instandhaltungsgerechten Konstruktion der meisten Maschinen und der Leistungen und Einsatzbereitschaft der Abteilung Technik der MVA.

### Literatur

- [1] Borkmann, R.; Dahse, F.; Holke, R.; Koallick, M.: Zum Instandsetzungsaufwand für die Ausrüstung industriemäßiger Milchproduktionsanlagen. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 11, S. 517–518.
- [2] Schönberg, W.-E.: Ermittlung von Zuverlässigkeitskennwerten für das Maschinenteilsystem Fütterung einer Milchproduktionsanlage vom Typ AP 1930. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Praktikumsbeleg 1982 (unveröffentlicht).
- [3] Drache, B.: Ermittlung von Zuverlässigkeitskennwerten für das Maschinenteilsystem Milchgewinnung einer Milchproduktionsanlage vom Typ AP 1930. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Praktikumsbeleg 1982 (unveröffentlicht).
- [4] TGL 26096/01 Zuverlässigkeit in der Technik. Begriffe. Aug. Januar 1978.
- [5] Soucek, R.; Regge, H.: Grundsätze für die Konstruktion von Landmaschinen. Berlin: VEB Verlag Technik 1979.

A 3502

Der folgende Beitrag gibt gekürzt ein Referat wieder, das der Autor im Jahr 1981 anlässlich eines gemeinsam von der Landwirtschaftlichen Hochschule Brno und der Landwirtschaftlichen Akademie der ČSSR veranstalteten internationalen Symposiums zur maschinellen Milchgewinnung in Brno gehalten hat.

Auf der wissenschaftlichen Veranstaltung wurde spürbar, daß auf dem Gebiet der Melktechnik viele Länder bemüht sind, für die Instandhaltung der Melkanlagen und speziell für die Funktionsüberwachung von Baugruppen geeignete Verfahren und Vorrichtungen zu erforschen. Unter anderem deutet sich die Entwicklung elektronischer Diagnosegeräte mit integrierten Rechengliedern an. Im Artikel wird ein Modell zur rechnergestützten Komplexdiagnose und Restnutzungsdauerprognose vorgestellt. Die am Beispiel der Karussellmelkanlage DZKD-15 exemplarisch dargelegten perspektivischen Gedanken sind als Anregung für die schrittweise Realisierung von Teillösungen beachtenswert.

## Modell einer Funktionsdiagnose für die Melkanlage DZKD-15

Dr.-Ing. B. Groda, Landwirtschaftliche Hochschule Brno (ČSSR)

### 1. Problemstellung

Für die effektive Nutzung von technischen Anlagen und deren Funktionseinheiten bildet die zugehörige Zuverlässigkeit eine wichtige Grundgröße. Diese läßt sich nicht messen, sondern nur als Wahrscheinlichkeit mit unterschiedlicher statistischer Sicherheit bestimmen. Bei Melkanlagen, in denen technische Elemente unmittelbar auf das Tier einwirken, kommt es in besonderem Maß auf die ständige Gewährleistung der Funktionsfähigkeit aller Baugruppen an. Dies ist nur unter Anwendung einer angemessenen technischen Diagnostik zu erreichen. Die statischen und dynamischen Funktionskenngrößen müssen in ihren agro-technischen Vorgaben trotz unterschiedlicher

Einflüsse der Installations- und Betriebsbedingungen sowie der Bedienung und Instandhaltung konstant gehalten werden. Eine wirkungsvolle Diagnose setzt voraus, daß das Diagnoseobjekt in den Wechselbeziehungen seiner Elemente präzise definiert ist und mit der Ermittlung des Abnutzungsverlaufs der jeweiligen Melkanlage auch eine aussagekräftigere Restnutzungsdauerprognose ermöglicht wird [1 bis 8].

In der ČSSR gibt es Vorstellungen zum Einsatz von Prozeßrechnern in der Milchproduktion. Besonders in Anlagen mit hoher Tierkonzentration soll damit der entstandenen Anonymität der Kühe begegnet werden. Es geht dabei um eine möglichst automatisierte Erfassung und

Verarbeitung von Tierkennwerten, auf deren Basis es möglich ist, notwendige biotechnische Maßnahmen präziser zu bestimmen, die Fütterung effektiver zu gestalten u. a. m. sowie insgesamt auf ein rationelleres Betriebsregime Einfluß zu nehmen. Solche vorrangig den Melkanlagen zuzuordnenden Prozeßrechner könnten zugleich für die Aufgaben der Instandhaltung und speziell der Diagnostik genutzt werden. In einem übergeordneten Rechner werden automatisch erfaßte oder anders eingegebene Ist-Daten gespeichert und nach einem vorgegebenen Algorithmus verrechnet, so daß im Ergebnis Aussagen sowohl für den augenblicklichen Schädigungszustand und das individuelle Schädigungsverhalten als auch für

die Restnutzungsdauerprognose zu den einzelnen Funktionsgruppen einer Melkanlage zur Verfügung stehen.

Im Beitrag soll am Beispiel der Melkanlage DZKD-15 versucht werden, ein Modell darzustellen, das im o.g. Sinn Grundlage einer Diagnose sein kann.

## 2. Direkte und indirekte Funktions- und Schädigungsdiagnose

Für die Anwendung der Diagnose und Restnutzungsdauerprognose müssen Parameter zur Verfügung stehen, deren Bezug zum Schädigungszustand und zur zeitabhängigen Schädigungsveränderung hinreichend determiniert ist [4, 9]. Wesentliche Struktur- und Diagnoseparameter zur Melkanlage DZKD-15, die sich in unterschiedlichem Maß für eine Teildiagnose bzw. komplexere Diagnose eignen, sind in Tafel 1 zusammengestellt. Die Basisgrößen sind entweder bei Melkbetrieb, außerhalb des Melkbetriebs (z.B. vor Melkbetrieb), bei teilweise abgeschalteten Baugruppen und im Sonderfall auch an demontierten Teilen zu ermitteln.

### Verdichter und Unterdruck-Leitungssystem

Die Diagnose erfolgt zunächst vor dem Melken mit Hilfe der Luftstrombilanzierung (Tafel 1), wozu die Unterdruckleitungen mit elektromagnetischen Ventilen ausgerüstet sein müssen (Bild 1, Positionen 33 bis 37). Für die Luft-

Bild 1. Schema der Melkanlage DZKD-15;

1 Schmiervorrichtung, 2 Ersatzteilkasten, 3 Verdichter, 4 und 5 Unterdruckverteileranlagen I und II, 6 Elektroantrieb, 7 Schalldämpfer, 8 Luftstrom-Meßgeber, 9 und 10 Konzentratfütterdosierer mit Vorratsbehälter, 11 Tragringantrieb, 12 Getriebe, 13 Tragringführung, 14 Standplatz der Kuh, 15 Desinfektionsanlage, 16 Steuervorrichtung für Melkanlagenautomatik AD-2, 17 elektromagnetischer Pulsator, 18 Ventil U, 19 Ventil V, 20 Ventil R, 21 Melkzeug-Abschaltautomatik AUD, 22 Milchstrom-Meßgeber, 23 Milchentleerungsventil, 24 Milchflußgeber, 25 Peripherie-Steuereinheit, 26 Abnahme-Steuervorrichtung, 27 Recorder, 28 Unterdruck- und Desinfektionsmittelverteileranlage, 29 Milchleitung, 30 Milchpumpe, 31 Kollektor, 32 Unterdruckbehälter, 33 bis 37 elektromagnetische Ventile für Milchleitung (33), Verdichter 1 und 2 (34, 35), Unterdruckleitung 32 kPa (36) und Unterdruckleitung 50,7 kPa (37)

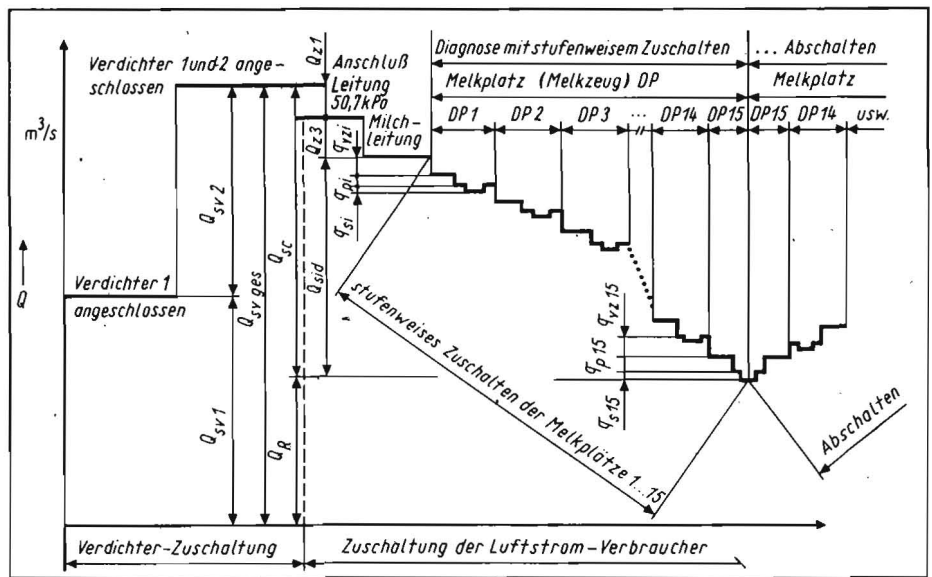


Bild 2. Schematische Darstellung der diagnostischen Luftstromanalyse für die Melkanlage DZKD-15; Erläuterung im Text

strommessung eignen sich am besten störungsunempfindliche Dehnungsmeßgeräte [10]. Mit diesem Aufbau ist eine fern- bzw. programmgesteuerte Meßdatengewinnung ggf. ohne nennenswerte Handbedienung möglich. Zur Bestimmung des Luftstroms und der Luftstromverluste an den einzelnen Funktionselementen werden die Ventile bei zunächst geschlossener Stellung (Z) in bestimmter Reihenfolge geöffnet (O). Die entsprechenden Ventilstellungen sind in den Tafeln 2 und 3 sowie die zu gewinnenden Kenngrößen im Bild 2 ersichtlich. Zur Diagnose wird jedes einzelne Melkzeug für sich außerhalb des Melkbetriebs an- und abgekuppelt. Die Diagnose des Melkunterdrucksystems mit 50,7 kPa (Tafel 2) und des Nachmelkunterdrucksystems mit 32 kPa (Tafel 3) erfolgt in analoger Weise. Die Luftstromreserve der Verdichter läßt sich wie folgt errechnen:

— Melkvakuumsystem

$$Q_R = Q_{sv1} + Q_{sv2} - Q_{z1} - Q_{z3} - 15(q_c + q_s)$$

— Nachmelkvakuumsystem

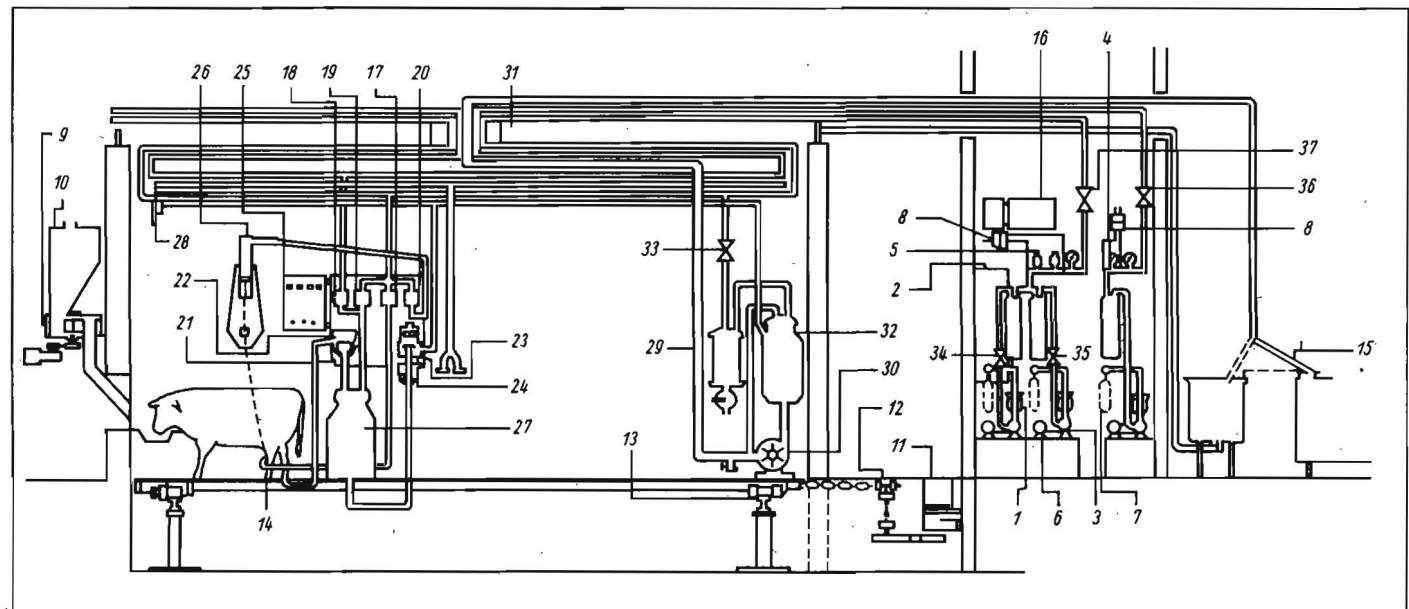
$$Q_R = Q_{sv} - Q_{z2} - 15 q_p$$

Die Rechneranlage vergleicht nach einem Algorithmus die Diagnosegrößen  $Q_{sv}$ ,  $Q_{z1}$ ,  $Q_{z3}$ ,  $q_c$  und  $Q_R$  sowie davon abgeleitete Größen mit

Richtwerten. Sie signalisiert im gegebenen Fall Ort und Größe der Abweichungen von vorgegebenen Toleranzbereichen. Nach Beseitigung erkannter Störungen ist die Luftstrombilanz-Diagnose auch direkt während des Melkprozesses zu wiederholen. Aus der ermittelten Luftstromreserve  $Q_R$  läßt sich über den Trend des Schädigungsverlaufs der Eintritt der Schädigungsgrenze ( $Q_R = 0$ ) zeitlich vorausbestimmen.

### Melkzeug und Zitzengummi

Die Diagnose der Pulsationscharakteristik ( $t_p$ ,  $n_p$ ) ist sowohl vor als auch während des Melkens durchzuführen. Sie läßt sich teilweise mit der Luftstrom-Diagnose der Gesamtanlage verbinden. Für die Ermittlung der Pulsationscharakteristik eignen sich Geräte vom Typ Alfatronic. Die dazu erforderlichen Meßfühler sollten an jedem Melkplatz installiert sein. Sowohl vor als auch während des Melkens vergleicht der Rechner wiederum die Diagnosewerte mit den durch agrotechnische Forderungen festgelegten Richtwerten. Aufwendiger ist die wöchentlich durchzuführende Diagnose der Zitzengummis durch Messung der Unterdruckabnahme und der dynamischen Kraft bei der Zitzengummibeanspruchung. Noch größere Schwierigkeiten bestehen bei der Diagnose



nach den hygienischen Kriterien, z. B. hinsichtlich des Keimbesatzes an der Zitzensgummi-oberfläche.

### Nachmelk- und Abnahmeautomatik

Die Diagnose dieser Funktionsgruppe bezieht sich vorrangig auf die Ermittlung des Milchstroms, bei dem die Automatik vom normalen Melken auf das Nachmelken ( $q_{m1}$ ) umschaltet bzw. abschließend das Abschalten und die Melkzeugabnahme ( $q_{m2}$ ) auslöst. Die zugeordneten Milchströme lassen sich anhand eines Milchmenge-Zeit-Diagramms bestimmen. Die Milchmengenmessung erfolgt zweckmäßigerweise nach dem Dehnungsmeßprinzip mit Hilfe von dazu geeignet aufgehängten Recordern (Bild 1, Position 27). Diese Diagnose muß während des Melkprozesses vorgenommen werden.

### Tragingantrieb

Die Diagnose stützt sich im wesentlichen auf die Messung der Stromstärke und der Leistungsaufnahme des Antriebsmotors während des Melkbetriebs. Der Rechner übernimmt wiederum die notwendige Auswertung.

### 3. Bedingungen zur Anwendung der Melkanlagendiagnose

Die Anwendung einer umfassenden Melkanlagendiagnose steht erst an ihrem Anfang. Ihre rationelle Durchführung setzt genauere Kenntnisse über die biologischen Anforderungen bezüglich der Kühe, die Auswahl geeigneter Diagnosekriterien, die gegenseitige Beeinflussbarkeit von Diagnosekenngrößen, die Schädigungsveränderung in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer und die Schädigungsgrenzen voraus. Hierzu liegt gegenwärtig noch kein vollständiges Material vor.

Unter Berücksichtigung des Aufwands für die Diagnosedurchführung und der Aussagefähigkeit der Diagnosekennwerte hinsichtlich möglicher und notwendiger Instandhaltungsmaßnahmen ist zu entscheiden, in welcher Weise Meßgeber der Melkanlage zuzuordnen sind und die Messungen in bezug auf Zeitpunkt und Dauer vorgenommen werden sollen. So erscheint beispielsweise eine ständige Unterdruckmessung mit am Anfang und am Ende entsprechender Leitungen, fest installierten Meßgebern zweckmäßig, denn der hier herrschende Unterdruck hat unmittelbaren Einfluß auf andere Diagnosekenngrößen, wie Luftvolumenstrom und Pulsationscharakteristik. Die ständige Messung dieser Unterdruck-Grundgrößen während des Melkprozesses ist auch deshalb vorteilhaft, weil mit einer Signalisierung von Abweichungen vom Toleranzbereich das Melkpersonal Hinweise auf notwendige Maßnahmen zur Wiederherstellung der vollen Betriebstauglichkeit der Anlage erhält. Das Dehnungsmeßprinzip ist auch für die Unterdruck-Meßgeber geeignet (z. B. Typ SI TT-ZPA, VÜZS u. ä.).

Die Sicherheit der Restnutzungsdauerprognose wird entscheidend von der Determiniertheit des zeitabhängigen Abnutzungsverlaufs der Funktionselemente bestimmt. Bei Verdichtern bestehen diesbezüglich günstige Voraussetzungen, weil der Abnutzungsverlauf stetig und das Schädigungsgrenzmaß definiert sind. Auch für die Zitzensgummis existieren Schädigungsgrenzmaße sowie Methoden zur Schädigungsbestimmung. Der Schädigungsverlauf variiert jedoch in Abhängigkeit von den veränderlichen Werkstoffeigenschaften und unter dem Einfluß der unterschiedlichen Durchführung von Reinigung und Desinfektion erheblich. Da außerdem noch mikrobiologische Kenngrößen zur

Tafel 1. Strukturelle und diagnostische Kenngrößen zur Melkanlage DZKD-15

Strukturkenngrößen	Sym- bol	Diagnosekenngrößen	Sym- bol	zeitliche Durch- führung der Diagnose	Grenzzustands- bestimmung
<b>Verdichter</b>					
Luftstrom	$Q_{sv}$	<i>direkte Diagnose</i>			
Leistungsbedarf	$P_{04}$	Luftstrom	$Q_{sv}$	vor Melkbeginn und nahe Grenzzustand	$Q_R = 0$ Algorithmus
spezifischer Energiebedarf	E	Schmierölverbrauch	$m_0$	ständig	$m_0 = 0$
Abnutzungskoeffizient	$k_0$	<i>indirekte Diagnose</i>			
Betriebsunterdruck	$p_N$	Leistungsbedarf	$P_{04}$	ständig	$Q_{sv}, E, k_0 = f(T)$
Schmierölverbrauch	$m_0$	maximaler Unterdruck bei $Q_{sv} = 0$		wöchentlich bei Pflege	—
Nutzungsdauer	T	Luftstromreserve	$Q_R$	ständig	$Q_R = 0$
<b>Funktionelle Beziehungen</b>					
Momentkenngrößen:		$Q_{sv}, P_{04}, E, k_0 = f(p_N)$			
gegenseitig abhängige Kenngrößen:		$Q_{sv} = f(E); P_{04} = f(k_0); E = f(k_0)$			
Trendkenngrößen:		$Q_{sv}, P_{04}, E, k_0 = f(T)$ für $p_N = \text{konst.}$			
<b>Unterdruck-Leitungssystem</b>					
Undichtheitsverluste an den Unterdruckleitungen	$Q_{z1}$ $Q_{z2}$	<i>direkte Diagnose</i>			
		Undichtheitsverluste	$Q_{z1}$	vor Melkbeginn und nahe Grenzzustand	$Q_R = 0$ Algorithmus
Undichtheitsverluste an den Milchleitungen	$Q_{z3}$	<i>indirekte Diagnose</i>			
Unterdruck in den betreffenden Leitungen i	$p_{Ni}$	Betriebsunterdruck	$p_{Ni}$	ständig	agrotechnische Forderung
Nutzungsdauer	T	Luftstromreserve	$Q_R$	ständig	$Q_R = 0$
<b>Funktionelle Beziehungen</b>					
Momentkenngrößen:		$Q_{z1} = f(p_{Ni}); Q_{z1} = f(L)$			
gegenseitig abhängige Kenngrößen:		$Q_{z1} = f(p_N, L)$			
Trendkenngrößen:		$Q_{z1} = f(T)$ für $L = \text{konst.}$ , und $p_N = \text{konst.}$			
<b>Melkzeug</b>					
Arbeits-Luftstrom	$q_{vz}$	<i>direkte Diagnose</i>			
Luftstrom für Milchförderung	$q_p$	Luftstrom gesamt	$q_c$	vor Melkbeginn und nahe Grenzzustand	$Q_R = 0$ Algorithmus
Pulsationsfrequenz	$n_p$	Pulsationsform	$t_i$	vor dem Melken und während des Melkens	agrotechnische Forderung $\pm 2\%$
Milchstrom	$c_m$	<i>indirekte Diagnose</i>			
Pulsationsform	$t_i$	Pulsationsfrequenz	$n_p$	ständig	Algorithmus
Pulsationsvolumen	$V_a$	Milchstrom	$q_m$	ständig	Algorithmus
Betriebsunterdruck	$p_N$				
Luftstrom gesamt	$q_c$				
Nutzungsdauer	T				
<b>Funktionelle Beziehungen</b>					
Momentkenngrößen:		$q_{vz} = f(p_N, n_p); q_p = f(p_N)$			
gegenseitig abhängige Kenngrößen:		$q_{vz} = f(q_m); q_p = f(q_m); t_i = f(q_m); t_i = f(V_a)$			
Trendkenngrößen:		$q_p, q_{vz} = f(T)$ für $q_m = \text{konst.}$ und $p_N = \text{konst.}$ ; $t_i = f(T)$ für $q_m = \text{konst.}$ und $p_N = \text{konst.}$			
<b>Zitzensgummi</b>					
Porositäts-Luftstromverlust	$Q_R$	<i>direkte Diagnose</i>			
Unterdruckabnahme infolge Porosität	$\Delta p$	—			
Milchstrom	$q_{mf}$	<i>indirekte Diagnose</i>			
statische und dynamische Zitzensgummibeaufschlagung	$F_s$ $F_d$	Unterdruckabnahme	$\Delta p$	bei wöchentlicher Pflege	Algorithmus
Zitzensgummivorspannung	n	dynamische Kraft	$F_d$	bei wöchentlicher Pflege	Algorithmus
Risse an der Oberfläche	S, l, b				
Anzahl der Risse	$i_n$				
Keimbesatz	q				
Nutzungsdauer	T				
<b>Funktionelle Beziehungen</b>					
Momentkenngrößen:		$F_s = f(n); F_d = f(F_s)$			
gegenseitig abhängige Kenngrößen:		$q = f(l, b, S, S_c, b_c, F_d); F_d = f(l, l_c, S, S_c, b_c)$			
Trendkenngrößen:		$\Delta p = f(T); T = f(l, S, q, F_d)$			
<b>Nachmelk- und Abnahmeautomatik</b>					
Milchstrom beim Umschalten von 50,7 auf 32 kPa		<i>direkte Diagnose</i>			
Unterdruck	$q_{m1}$	Milchströme	$q_{m1}$ $q_{m2}$	zu Beginn und während des Melkens	Algorithmus für die Peripherie-Steuerinheit
Milchstrom bei Melkzeugabnahme	$q_{m2}$				

Strukturkenngrößen	Sym- bol	Diagnosekenngrößen	Sym- bol	zeitliche Durch- führung der Diagnose	Grenzzustands- bestimmung
Milchwege der Melkanlage					
Keimkontamination	q				
Tragringantrieb					
Leistungsbedarf des Antriebsmotors	$P_{id}$	direkte Diagnose Leistungsbedarf Stromstärke	$P_{id}$ $I_{id}$	vor Beginn und während des Melkens	Abhängigkeits- Algorithmus $P_{id} = f(I_{id})$ evtl. $P_{id} = f(T)$

Tafel 2. Ventileinstellung zur Diagnose des Melkvakuumsystems

Diagnosekenngröße		Ventileinstellung (Bezeichnungen nach Bild 1) <sup>1)</sup>							
		35	34	37	33	18	19	20	17
Luftstrom des Verdichters 1	$Q_{sv1}$	O	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
Luftstrom des Verdichters 2	$Q_{sv2}$	O	O	Z	Z	Z	Z	Z	Z
Leitungs-Verluststrom (50,7 kPa)	$Q_{z1}$	O	O	O	Z	Z	Z	Z	Z
Milchleitungs-Verluststrom	$Q_{z2}$	O	O	O	O	Z	Z	Z	Z
Melkzeug-Arbeitsluftstrom	$q_{vz}$	O	O	O	O	Z	Z	Z	P
Melkzeug-Gesamtluftstrom	$q_c$	O	O	O	O	Z	O	Z	P
Luftstrombedarf der Abnahmevorrichtung	$q_s$	O	O	O	O	Z	Z	O	Z

1) O Ventil geöffnet, Z Ventil gesperrt, P Pulsator in Tätigkeit

Diagnosekenngröße		Ventileinstellung (Bezeichnungen nach Bild 1) <sup>1)</sup>		
		36	18	19
Luftstrom des Verdichters	$Q_{sv}$	Z	Z	Z
Leitungs-Verluststrom (32 kPa)	$Q_{z2}$	O	Z	Z
Melkzeug-Förderluftstrom (32 kPa)	$q_p$	O	O	Z

Tafel 3  
Ventileinstellung zur Diagnose des Nachmelkvakuumsystems

1) O Ventil geöffnet, Z Ventil gesperrt

beachten sind, wird vorerst keine Möglichkeit gesehen, den Zitzengummi in die rechnergestützte Zustandsdiagnose und Restnutzungsdauerprognose einzubeziehen.

#### 4. Schlußfolgerungen

Die Ausnutzung eines Prozeßrechners zur technischen Diagnostik und Restnutzungsdauerprognose von Melkanlagen bietet eine Möglichkeit zur weiteren Entwicklung dieser Instandhaltungsmaßnahmen. Die Besonderheit besteht darin, daß der Rechner mit einer gewissen „Selbstverständigung“ nach vorgegebenen Algorithmen für geeignete Baugruppen zu jeder Einzelmelkanlage den individuellen Abnutzungsverlauf ermitteln und danach die Restnutzungsdauerprognose präzisiert ausweisen kann. Zur Bestimmung der zeitabhängigen Kenngrößen müssen die Diagnosewerte für die dafür notwendige Dauer gespeichert werden. Die technische Diagnose auf Rechnerbasis läßt sich bei erweiterter Speicherkapazität auf eine Doppelfunktion auslegen. In erster Funktion dient sie vorrangig betrieblichen Interessen, d. h. der Gewährleistung der ständigen Funktionsfähigkeit der Melkanlage und mit einer gesicherten Restnutzungsdauerprognose auch einer besseren Planbarkeit vorbeugender Instandsetzungsmaßnahmen. In zweiter Funktion kann sie wichtige Kennwerte liefern, die für die technische Bewertung der gesamten Melkanlage und der Baugruppen, für die zweckmäßige Gestaltung von Pflegesystemen und für die konstruktive Weiterentwicklung der Ausrüstung benötigt werden.

Eine genauere Vorschrift für die Gestaltung der rechnergestützten Melkanlagendiagnose läßt sich erst während der Erprobung eines vorläufigen Rechnerprogramms ermitteln. Auf

diesem Wege werden instandhaltungstechnische Kenndaten gewonnen, die heute noch nicht zur Verfügung stehen. Dies betrifft u. a. auch Beziehungen zwischen den biologischen Anforderungen der Kuh und den technischen Grenzwerten und Toleranzen. Schrittweise kann somit das Rechnerprogramm auf eine optimale Aussagefähigkeit ausgelegt werden.

#### 5. Zusammenfassung

Im Beitrag wurde das Modell einer rechnergestützten technischen Diagnose und Restnutzungsdauerprognose von Melkanlagen dargestellt. Es beinhaltet in seiner höchsten Form die automatische Erfassung und Verarbeitung von Diagnosedaten, wodurch mit der individuellen Ermittlung des Abnutzungsverlaufs eine effektiver anwendbare Restnutzungsdauerprognose erreicht werden soll. Der Nutzen der rechnergestützten Diagnose wird betrieblich in einer besseren Gewährleistung der Funktionsfähigkeit einer Melkanlage und in der Gewinnung von Informationen für allgemeine instandhaltungstechnische Belange sowie für die konstruktive Weiterentwicklung gesehen.

#### Verwendete Formelzeichen

E	$J/m^3$	spezifischer Energiebedarf der Verdichter
$F_d, F_s$	N	dynamische und statische Kraft für die Zitzengummibewertung
$I_{id}$	A	Stromstärke in Abhängigkeit von der Anzahl der Tiere
$i_d$	—	Anzahl der auf der Melkplattform befindlichen Kühe
$i_n$	—	Anzahl der Risse an der Zitzengummioberfläche
$k_0$	—	Abnutzungskoeffizient der Verdichter
l, b	m	Länge und Breite der Zitzengummirisse

$l_c, b_c$	$m/m^2$	auf die Fläche bezogene Länge und Breite der Risse
$m_0$	—	Schmierölverbrauch
n	—	Kerbe zum Anspannen der Zitzengummis
$n_p, \Delta n_p$	Hz	Pulsationsfrequenz, Frequenzänderung
$P_{id}$	W	Antriebsleistungsbedarf des Drehteils der Melkanlage
$P_{0d}$	W	Antriebsleistungsbedarf der Verdichter
$p_N$	Pa	Betriebsunterdruck der Verdichter
$\Delta p$	Pa	Unterdruckabnahme infolge Porosität der Zitzengummis
q	$l/m^2$	Keimbesatz an der Zitzengummi-oberfläche
$q_c$	$m^3/s$	anfallender Gesamtluftstrom je Melkzeug
$q_m$	$m^3/s$	Milchstrom je Melkzeug
$q_p$	$m^3/s$	anfallender Luftstrom für Milchförderung je Melkzeug
$q_s$	$m^3/s$	anfallender Luftstrom für Melkzeug-Abschalt- und Abnahmeautomatik
$q_{vz}$	$m^3/s$	Arbeits-Luftstrom des Melkzeugs
$Q_g$	$m^3/s$	Luftstromverlust durch Porosität des Zitzengummis
$Q_R$	$m^3/s$	Luftstromreserve der Verdichter
$Q_{sc}$	$m^3/s$	Luftstrombedarf der gesamten Melkanlage
$Q_{sid}$	$m^3/s$	Luftstrombedarf der Melkzeuge insgesamt
$Q_{sv}$	$m^3/s$	verfügbarer Luftstrom der Verdichter
$Q_{z1}$	$m^3/s$	Luftstromverlust der Unterdruckleitung 50,7 kPa
$Q_{z2}$	$m^3/s$	Luftstromverlust der Unterdruckleitung 32 kPa
$Q_{z3}$	$m^3/s$	Luftstromverlust der Milchleitung
S	$m^2$	theoretische Fläche der Risse an der Zitzengummioberfläche
$S_c$	$m^2/m^2$	Anteil der Rißfläche an der Zitzengummioberfläche
$t_i$	s	Zeitwert zur Pulsationscharakteristik
T	h	Nutzungsdauer
$V_a$	$m^3$	Pulsraum-Volumen

#### Literatur

- [1] Calabro, S. R.: Základy spolehlivosti a jejich využití v praxi (Grundlagen der Zuverlässigkeit und ihre Nutzung in der Praxis). Praha: SNTL 1965.
- [2] Šor, J. B.: Statistické metody analýzy a kontroly jakosti a spolehlivosti (Statistische Methoden der Analyse, Qualitätskontrolle und Zuverlässigkeit). Praha: SNTL 1975.
- [3] Polívka, E.; Skrivánek, M.: Provozní spolehlivost a údržba strojů (Betriebszuverlässigkeit und Maschinenpflege). Praha: SNTL 1974.
- [4] Morozov, A. Ch.: Techničeskaja diagnostika v sel'skom chozjajstve (Technische Diagnostik in der Landwirtschaft). Moskva: Kolos 1979.
- [5] Kolář, K.: Zjišování technického stavu činnosti dojcích zaffzení (Ermittlung des technischen Zustands und der Funktion von Melkvorrichtungen). Forschungsinstitut für Landtechnik Praha, Bericht 1974.
- [6] Mazáč, J.: Postupy při zkoušení dojcích zaffzení a používané měřicí přístroje (Verfahren der Melkanlagenprüfung und der Einsatz von Meßeinrichtungen). Landwirtschaftliche Hochschule Brno 1973.
- [7] Groda, B.: Provozní spolehlivost dojcí techniky (Betriebszuverlässigkeit der Melktechnik). Zemědělská technika 26 (1980) H. 1, S. 51—57.
- [8] Groda, B.; Hronová, A.: Spolehlivost dojírny DZKD-15 (Zuverlässigkeit der Melkanlage DZKD-15). Zemědělská technika 27 (1981) H. 8, S. 461—480.
- [9] Groda, B.: Funkční spolehlivost dojcí techniky (Funktionszuverlässigkeit der Melktechnik). Landwirtschaftliche Hochschule Brno, Abschlußbericht 1979.
- [10] Souček, Z.: Snímače tlaku pro výzkum dojcích strojů (Druckabnehmer zur Untersuchung von Melkmaschinen). Forschungsinstitut für Landtechnik Praha, Bericht 1965. A 3493