

Untersuchung der verfügbaren Zeitfonds für die Instandhaltung von industriemäßig produzierenden Milchviehanlagen

Dipl.-Ing. G. Rupp, KDT, Ingenieurbüro für Rationalisierung beim VEB Kombinat für Landtechnische Instandhaltung Suhl

1. Problematik

Die zunehmende Konzentration der Tierbestände in industriemäßig produzierenden Milchviehanlagen ist mit einer stärkeren Auslastung der technischen Arbeitsmittel verbunden. Die dadurch bedingte Abnahme der technologischen Stillstandszeit führt zur Verkürzung der verfügbaren Zeit für Instandhaltungsmaßnahmen. Für die vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen stehen nur beschränkte Zeiten zur Verfügung, da aus den biologischen Eigenheiten der Tiere und aus der Haltungstechnologie sehr harte Forderungen an den zeitlichen Rhythmus des Maschineneinsatzes entstehen /1/.

Unterbrechungen des Produktionsprozesses können je nach Unterbrechungsdauer neben hohen Produktionsverlusten zu Tiererkrankungen oder Tierverlusten führen.

Die erhöhte Auslastung der Technik bringt aber nicht nur eine Verringerung der verfügbaren Zeit für Instandhaltungsmaßnahmen mit sich, sondern führt auch je Zeiteinheit zu einer Zunahme des erforderlichen Zeitbedarfs für die Instandhaltung, da der Instandhaltungsaufwand der meisten technischen Arbeitsmittel leistungsabhängig ist. Untersuchungen haben ergeben, daß der größte Teil der Instandhaltungsarbeiten in unseren derzeitigen Milchviehanlagen während der technologischen Pausen durchgeführt werden kann. Es gibt aber auch Instandhaltungsmaßnahmen, deren Durchführung entweder mit einer Störung des Hauptprozesses verbunden ist, oder nur unter großem Aufwand während der technologischen Pausen möglich wird, z. B. die Grundüberholung des Melkkarussells. Aber auch die Durchführung einer ganzen Reihe Pflegemaßnahmen ist äußerst aufwendig, wenn diese nur während der technologischen Stillstandszeit T_{IS} erfolgen können. Bei der Erarbeitung der Instandhaltungsvorschrift für die 1600er-Milchviehanlage Heubisch /2/ ergab sich beispielsweise für die Pflegegruppe 6 des Fischgrätenmelkstands FGM 632 $2 \times 2 \times 10$ (Pflegeintervall = 32 Wochen) folgende Situation:

Wird die Pflegegruppe nur während der technologischen Pausen durchgeführt, so erstreckt sich deren Durchführung über einen Zeitraum von 8 Wochen. Da über 60 Prozent der Maßnahmen ohne Störung des Hauptprozesses außerhalb der technologischen Stillstandszeit durchführbar sind, kann diese Pflegegruppe schon nach 3 Wochen abgeschlossen werden. Dadurch wird eine beträchtliche Einsparung an Vorbereitungs- und Abschlußzeit t_A erzielt.

Verwendete Symbole

A_{IHR}	Anteil der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung, der bedingt durch Redundanz während T_{08} durchgeführt werden kann
A_{IHB}	Anteil der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung, der unmittelbar während des Betriebs durchgeführt werden kann
A_{IHG}	Anteil der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung, der während T_{08} durchgeführt werden kann ($A_{IHR} + A_{IHB}$)
n	Anzahl der Stichproben (untersuchte technische Arbeitsmittel)
NDI	Nutzungsdauerintervall
t_A	Vorbereitungs- und Abschlußzeit nach TGL 2860-56 (Zeitgliederung in der Produktion)
T_{08}	Schichtzeit nach TGL 22 289
T_{IHe}	erforderliche Zeit für Instandhaltungsmaßnahmen
T_{IHu}	Zeit für Instandhaltungsmaßnahmen, die ohne Unterbrechung durchgeführt werden müssen
T_{muS}	maximale ununterbrochene technologische Stillstandszeit
\bar{T}_{muS}	mittlere maximal ununterbrochene technologische Stillstandszeit
T_{NDI}	Gesamtzeit eines Nutzungsdauerintervalls
T_{tS}	technologischer Stillstandszeit
\bar{T}_{tS}	mittlere technologische Stillstandszeit
f	relative Häufigkeit

Besonders bei höherer Auslastung der technischen Arbeitsmittel gewinnt die Durchführung der Instandhaltung außerhalb der technologischen Pausen an Bedeutung.

Für die Projektierung von Anlagen mit höherer Tierkonzentration macht es sich deshalb erforderlich, die Grenze für die Auslastung der technischen Arbeitsmittel in Abhängigkeit von erforderlicher und verfügbarer Instandhaltungszeit zu ermitteln.

Im folgenden Beitrag wird untersucht, welche prinzipiellen Möglichkeiten bestehen, die verfügbare Zeit für die Instandhaltung in Milchviehanlagen über die Zeit der technologischen Pausen hinaus zu verlängern, ohne daß Verluste im Hauptprozeß entstehen.

2. Grundlagen

Die Gesamtzeit eines Nutzungsdauerintervalls T_{NDI} der technischen Arbeitsmittel in Milchviehanlagen läßt sich in die beiden Zeiteile Schichtzeit T_{08} und technologische Stillstandszeit T_{tS} unterteilen.

Die technologische Stillstandszeit eines technischen Systems (oder Elements) einer Milchviehanlage ist die Zeit, in der das technische System (oder Element) infolge technologisch bedingter Pausen des Hauptprozesses nicht genutzt wird. In dieser Betrachtung wird die kampagneweise eingesetzte Technik, die in geringem Umfang zur Anlage gehören kann (z. B. die Technik zur Futtereinlagerung), nicht mit berücksichtigt, da die planmäßige Instandhaltung für diese Arbeitsmittel ohne Schwierigkeiten während der mehrere Monate dauernden Kampagnepause erfolgen kann.

Bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten in Milchviehanlagen ohne Störung des Hauptprozesses können folgende 3 Fälle auftreten, die in den Abschnitten 3 bis 5 untersucht werden.

a) $T_{tS} \geq T_{IHe}$

Die technologische Stillstandszeit ist größer oder gleich der erforderlichen Zeit für die Instandhaltung. Alle Instandhaltungsmaßnahmen lassen sich ohne Schwierigkeiten während der technologischen Stillstandszeit durchführen.

b) $\frac{T_{tS}}{NDI} < \frac{T_{IHe}}{NDI}$

Die technologische Stillstandszeit während eines Nutzungsdauerintervalls (Monat, Jahr) ist kleiner als die erforderliche Zeit für Instandhaltungsmaßnahmen während dieser Zeit. Es muß untersucht werden, ob die Instandhaltung während T_{08} durchgeführt werden kann, entweder bedingt durch Redundanz der technischen Arbeitsmittel oder unmittelbar während des Betriebes.

c) $T_{muS} < T_{IHu}$

Die maximal ununterbrochene Stillstandszeit ist kürzer als die erforderliche Zeit für Instandhaltungsmaßnahmen, die ohne Unterbrechung durchgeführt werden müssen.

In diesem Fall muß untersucht werden, ob

- die Instandhaltung während T_{08} durchführbar ist wie im Fall b)
- durch Verschiebung der technologischen Stillstandszeit (entsprechend Abschnitt 5) die ununterbrochene Stillstandszeit vergrößert werden kann.

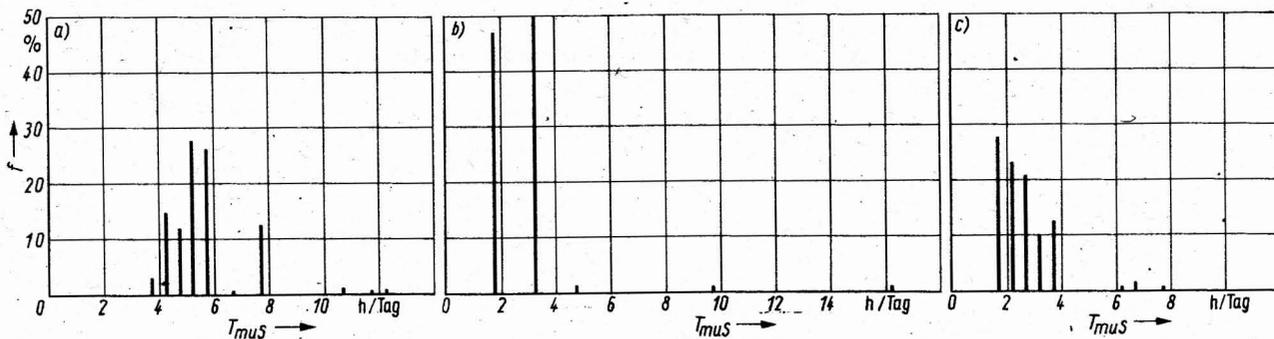


Bild 1. Empirische Verteilung der maximalen ununterbrochenen technologischen Stillstandszeit $T_{\mu S}$ des technischen Systems „Milch“ in Milchviehanlagen (MVA)
 a) 1000er-MVA Kaltensundheim, Suhl, Henfstädt, Goldbach, Heinersdorf
 b) 1600er-MVA Heubisch
 c) 2000er-MVA Berstedt, Schackendorf, Eibau, Kröpelin

3. Durchführen der Instandhaltung während der technologischen Stillstandszeit

Sind die technologischen Pausen größer als die erforderliche Zeit für die Instandhaltung, so lassen sich die Instandhaltungsarbeiten am zweckmäßigsten während der technologischen Stillstandszeit durchführen, weil hierbei der Instandhaltungsprozeß völlig ohne Störung des Hauptprozesses ablaufen kann.

Zur Ermittlung des Umfangs der technologischen Stillstandszeit wurden in 6 Milchviehanlagen Analysen des technologischen Zeitfonds in Form von Befragungen des Anlagenpersonals und durch Auswerten der technologischen Projekte durchgeführt. Für 4 weitere Anlagen konnten die Zeitfondsanalysen von Mante /3/ ausgewertet werden. Für diese 10 Anlagen (Tafel 1) wurden die technologischen Pausen des technischen Systems „Milch“, bestehend aus den Teilsystemen Milchgewinnung, Milchkühlung und -lagerung und Kraftfutteranlage, statistisch ausgewertet.

Die empirischen Verteilungen der maximal ununterbrochenen technologischen Stillstandszeit $T_{\mu S}$ sind im Bild 1 für unterschiedliche Anlagengrößen dargestellt. Die Mittelwerte der statistischen Auswertung sind für die verschiedenen Anlagen in Tafel 1 zusammengefaßt.

4. Durchführen der Instandhaltung während T_{08}

Eine Bedingung für die planmäßige Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen während T_{08} ist, daß der Hauptprozeß ohne Störungen ablaufen kann.

Die Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen außerhalb der technologischen Stillstandszeit hat bei den heutigen Anlagen besonders für komplexe Instandhaltungsmaßnahmen an technischen Arbeitsmitteln mit hohem Auslastungsgrad Bedeutung. Zur Lösung dieser Probleme sowie für die Projektierung künftiger Anlagen soll deshalb prinzipiell untersucht werden, in welchem Maße und unter welchen Bedingungen die Instandhaltung ohne Störung des Hauptprozesses auch während T_{08} durchführbar ist. Eine Übersicht hierzu gibt Bild 2.

Die in der Übersicht angegebenen Beziehungen haben folgende Bedeutung:

— Instandhaltung von technischen Arbeitsmitteln unmittelbar während des Betriebs

Ein Teil der Instandhaltungsarbeiten kann unmittelbar während des Betriebs der technischen Arbeitsmittel (bei laufender Maschine) durchgeführt werden, wenn z. B. keine sich bewegenden oder stromführenden Teile berührt werden und auch keine Schutzvorrichtungen entfernt werden müssen, d. h., wenn nicht gegen Forderungen des Arbeitsschutzes verstoßen wird. Bei einer ganzen Reihe Instandhaltungs-

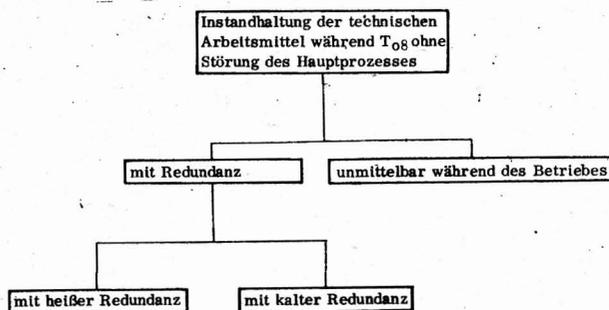


Bild 2. Möglichkeiten der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen während T_{08} ohne Störung des Hauptprozesses

Tafel 1. Mittelwerte der technologischen Stillstandszeiten des technischen Systems Milch für verschiedene Tierkonzentrationen

Anlagen- größe (Tier- plätze)	Anzahl der unter- suchten Anlagen mit FGM 632 Melk- karussell 2 × 2 × 10		T_{ts}	$T_{\mu S}$	n
		691-40	h/Tag	h/Tag	
1000	2	3	11,25	6,18	616
1600	1	—	5,58	2,97	130
2000	—	4	6,25	3,03	541

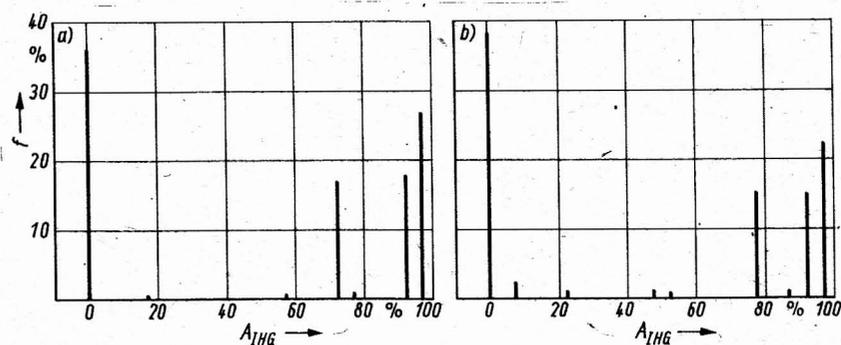
arbeiten müssen einfache Hilfsmittel eingesetzt werden, um eine Durchführung während T_{08} zu ermöglichen.

Hierzu folgendes Beispiel: An jedem Standplatz des Melkkarussells ist eine Baugruppe der Melkautomatik, bestehend aus dem Elektronik-Steuergerät, dem E-Pulsator und der Ventilbaugruppe angebracht. Wird die gesamte Baugruppe durch einen einfachen Membranpulsator überbrückt, so lassen sich an diesen Elementen unmittelbar während des Betriebs des Melkkarussells die Pflegemaßnahmen durchführen. Durch ein am Tragrings angehängtes Trittbrett kann der Instandhalter ungestört mitfahren. Die Ausführung dieser zusätzlichen Arbeiten dauert rd. 1 Minute, während die Pflegedurchführung an den angegebenen Elementen 75 Minuten in Anspruch nimmt. Das sind bei 40 Standplätzen 3000 Minuten. Die Anwendung dieses Verfahrens in der Milchviehanlage Kaltensundheim hat gezeigt, daß dadurch der Hauptprozeß nicht gestört wird.

— Instandhaltung von technischen Arbeitsmitteln mit kalter Redundanz

Bei kalter Redundanz /4/ werden die redundanten Elemente erst bei Bedarf in Funktion gesetzt. Ist dies z. B. durch einen einfachen Umschaltvorgang möglich, so können an tech-

Bild 3. Empirische Verteilung von A_{IHG} für das System „Milch“; a) 1000er-MVA Suhl, b) 2000er-MVA



nischen Arbeitsmitteln mit kalter Redundanz Instandhaltungsmaßnahmen während T_{08} durchgeführt werden, ohne daß der Hauptprozeß gestört wird. Beispielsweise sind die beiden Eiswasserpumpen der Milchkühlung parallel angeordnet. Nur eine Pumpe wird für den Eiswassertransport eingeschaltet. Je nach Bedarf kann durch einfaches Umschalten die eine oder andere Pumpe eingesetzt werden.

— Instandhaltung von technischen Arbeitsmitteln mit heißer Redundanz

Die redundanten Elemente /4/ sind gleichzeitig mit allen übrigen in Funktion und damit der Funktionsbeanspruchung ausgesetzt. Wird ein Teil der Elemente abgeschaltet, so bleibt die Funktionsfähigkeit des Systems bestehen. An diesen abgeschalteten Elementen können dann Instandhaltungsmaßnahmen ohne Störung des Hauptprozesses erfolgen. Dazu gehören z. B. die Lüfter des Systems Be- und Entlüftung in den Ställen. Wird ein Lüfter während der Arbeitszeit des Systems wegen Instandhaltungsmaßnahmen abgeschaltet oder ausgebaut, so bleibt trotzdem das System Lüftung funktionsfähig.

Die hier angegebenen Möglichkeiten über die Durchführung von Instandhaltungsarbeiten außerhalb der technologischen Stillstandszeit ohne Störung des Hauptprozesses wurden für das technische System „Milch“ an praktischen Beispielen untersucht.

Aufgrund der Pflegegruppen wurde für die 1000er-Milchviehanlage Typ „Suhl“, ausgerüstet mit einem Fischgrätenmelkstand M 632 $2 \times 2 \times 10$, und die 2000er-Milchviehanlage ermittelt, wie hoch der prozentuale Anteil an Maßnahmen der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung für jedes Element des Systems „Milch“ ist, der außerhalb der technologischen Stillstandszeit erfolgen kann. Diese Aussage je technisches Arbeitsmittel wurde statistisch ausgewertet. Die sich daraus ergebenden empirischen Verteilungen sind im Bild 3 dargestellt, bei wieviel Prozent der technischen Arbeitsmittel (Ordinate) welcher prozentuale Anteil der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung (Abszisse) während T_{08} erfolgen kann. Die Darstellung im Bild 3a drückt beispielsweise aus, daß für 36 Prozent aller technischen Arbeitsmittel keine planmäßig vorbeugende Instandhaltung während T_{08} möglich ist oder daß bei 17 Prozent aller technischen Arbeitsmittel 72,5 Prozent der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung während T_{08} durchgeführt werden können.

Die Mittelwerte der statistischen Auswertung sind in Tafel 2 zusammengefaßt.

5. Verschiebung der technologischen Stillstandszeiten

Ist die verfügbare technologische Stillstandszeit kürzer als die erforderliche Zeit für Instandhaltungsmaßnahmen und ist die Durchführung der Instandhaltung nicht während T_{08} möglich, so muß untersucht werden, ob durch Verschiebung der technologischen Pausen die verfügbare Zeit für die Instandhaltung verlängert werden kann. Es soll durch diese Maßnahme erreicht werden, die ununterbrochene technologische Stillstandszeit zu verlängern, unter der Bedingung,

Tafel 2. Mittelwerte der Anteile von Maßnahmen der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung, die während T_{08} durchgeführt werden können

Anzahl der Tierplätze	Melkstandanlage	möglicher Anteil der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung während T_{08} in %			n
		\bar{A}_{IHR}	\bar{A}_{IHB}	\bar{A}_{IHG}	
1000	FGM 632 ($2 \times 2 \times 10$)	32,0	26,0	58,0	238
2000	M 691-40	9,2	42,0	51,2	264

daß durch die Verschiebung keine Produktionsverluste oder sonstige Folgeschäden entstehen. Für die Verschiebung gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten:

— Verschiebung der technologischen Stillstandszeit eines technischen Systems

Sie kann unter Einhaltung der maximal zulässigen Werte nach Röbner/Fitzthum /5/ erfolgen. Bei der Verschiebung der technologischen Pausen eines Systems (z. B. System „Fütterung“) muß beachtet werden, daß dies auch Einfluß auf den technologischen Ablauf anderer Systeme (z. B. System „Milch“) haben kann.

— Verschiebung der technologischen Stillstandszeit einzelner Elemente des technischen Systems ohne Verschiebung der technologischen Stillstandszeit des Systems

Bei einer Reihe von Elementen (Maschinen, Baugruppen) der technischen Systeme ist es möglich, die technologischen Stillstandszeiten bei Bedarf zu verschieben, ohne die Stillstandszeit des Systems zu verändern oder den Hauptprozeß zu stören. Dazu sei ein Beispiel genannt.

In der 2000er-Milchviehanlage erfolgt die Milchkühlung durch Eiswasser. Die Größe des Eiswasserspeichers reicht aus, um die Milch während 4 Stunden (unmittelbar nach dem Melken) zu kühlen. Danach muß das NH_3 -Aggregat eingeschaltet werden, dessen Leistung rd. 70 Prozent höher ist, als für die ständige Kühlung erforderlich.

Die Arbeitszeit des Kälteaggregats kann deshalb bei Bedarf durch einfache organisatorische Maßnahmen um maximal 4 Stunden verschoben werden, ohne die Arbeitszeit des Systems „Milch“ zu verschieben.

Literatur

- 1/ Ihle, G.: Hinweise für die Instandhaltung der technischen Ausrüstung von Großanlagen der Rinderhaltung. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 9, S. 404–407.
- 2/ Rupp, G.: Instandhaltungsvorschrift für die 1600er-Milchviehanlage Heubisch. Ing.-Büro für Rationalisierung Suhl 1975 (unveröffentlicht).
- 3/ Mante, W.: Analyse der technologischen Zeitfonds in Anlagen der Tierproduktion. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1973 (unveröffentlicht).
- 4/ Hummitzsch, P.: Zuverlässigkeit von Systemen. Reihe Automatisierungstechnik, Bd. 28. Berlin: VEB Verlag Technik 1964.
- 5/ Röbner, H. / Fitzthum, H.: Über die zulässige Unterbrechungsdauer von Arbeitsprozessen in landwirtschaftlichen Produktionsanlagen. agrartechnik 23 (1973) H. 7, S. 313–316. A 9896