

Technik und Technologie der Milchgewinnung bei verschiedenen Melkverfahren und daraus abgeleitete Schlußfolgerungen für Hersteller und Anwender von Melkanlagen

Dr. agr. Kornelia Kram/Dr. agr. W. Eborndorf, Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck der AdL der DDR

1. Problemstellung

Beim Milchentzug bzw. Melken stehen Tier, Technik und Mensch in direktem Kontakt miteinander und wirken komplex zusammen als ein kompliziertes System. Hinsichtlich des Tieres ist die dem Euter entziehbare Milch zu jeder Melkzeit vollständig zu gewinnen. Dabei muß das Melken in physiologisch und hygienisch optimaler Weise erfolgen, damit das Milchbildungspotential der Kuh voll ausgenutzt oder gar noch gesteigert wird. Nur so ist ein hoher Status der Euter Gesundheit und Rohmilchqualität zu gewährleisten. Die technische Ausrüstung soll die Erfüllung dieser Anforderungen des Tieres mit geringem Aufwand ermöglichen und gute Arbeitsbedingungen bieten. Dem Menschen kommt dabei die Aufgabe zu, Tier und Technik so zu bedienen und einzusetzen (Handhabung, Kontrolle, Überwachung, Pflege), daß o. g. Ziele erreicht werden. In den vergangenen 2 Jahrzehnten wurden in der Entwicklung der Melktechnik große Fortschritte erreicht. Vor allem mit der Entwicklung der Melkautomatik „Physiomatik“, die durch automatische Euterstimulation eine optimale Milchhergabebereitschaft der Kühe und damit hohe Milcherträge sichert, sowie mit Baugruppenverbesserungen, z. B. großvolumige Milchleitungen und leistungsfähige Vakuumerzeuger, die ein euterschonendes, schnelles und sicheres Melken garantieren, konnten der Landwirtschaft der DDR Melkanlagen zur Verfügung gestellt werden, die hohen Ansprüchen an die melkphysiologische und hygienische Wirksamkeit genügen sowie die Voraussetzungen für die Erreichung einer hohen Arbeitsproduktivität bieten. Gute Voraussetzungen durch verbesserte Melktechnik bringen jedoch erst dann den gewünschten Effekt einer hohen Arbeitsproduktivität bei geringem Aufwand an vergebensständlicher Arbeit und hohen tierischen Leistungen, wenn der Technik angepaßte Verfahren angewendet werden. Die technischen Ausrüstungen und die Technologie sind deshalb als Einheit zu entwickeln. Die Kenntnis von Auswirkungen veränderter Technik auf die Organisation der Melkarbeit und umgekehrt bildet die Voraussetzung, um diese Einheit und damit das Optimum in der Praxis der Milchgewinnung zu erreichen.

2. Technik und Technologie der Milchgewinnung bei verschiedenen Melkverfahren

Bild 1 enthält eine Einteilung der gebräuchlichen Melkanlagen bzw. -verfahren nach technologischen Kriterien. In der DDR haben sich die Rohrmelkanlage (RMA) für Bestände bis 400 Kühe, der Fischgrätenmelkstand (FGM) ab 200 Kühe und das Melkkarussell (MK) ab 1000 Kühe Bestandsgröße als vorteilhaft erwiesen und durchgesetzt. Über die Spezifik des MK wurde bereits in [1] ausführlich berichtet. Das Arbeitsverfahren bzw. der

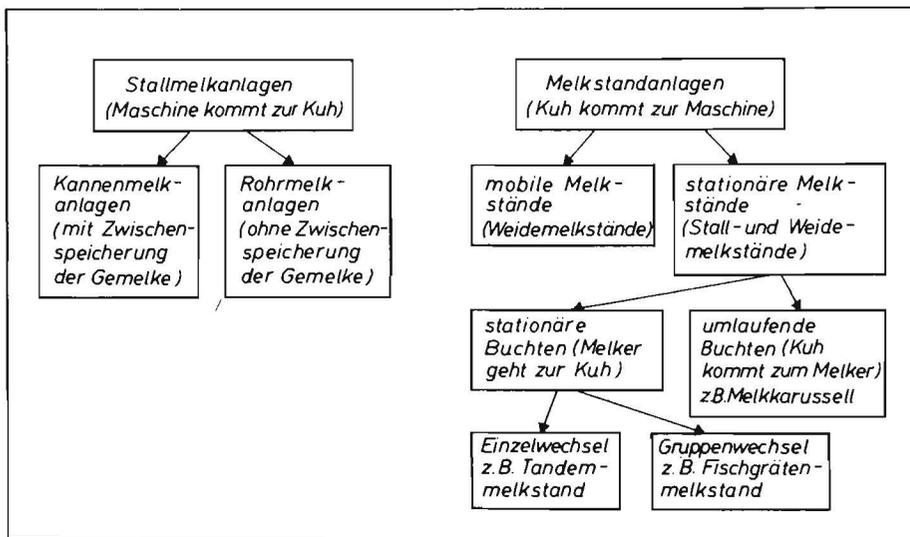


Bild 1. Einteilung von Melkanlagen nach technologischen Kriterien

Melkablauf bei einer bestimmten Melkanlage muß neben der Erfüllung tierphysiologischer Forderungen eine hohe Arbeitsproduktivität (Anzahl gemolkenener Kühe/AKH) und einen hohen Durchsatz (Anzahl gemolkenener Kühe je Melkanlage und Stunde) gewährleisten. Aus tierphysiologischer Sicht sollen eine vollwertige Euterstimulation sowie ein euterschonendes, gründliches Ausmelken der Kühe gesichert sein. Die Variation der von Mensch und Maschine am Euter aufzuwendenden Bearbeitungszeiten – vor allem Milchflußdauer und Nachmelkzeit – führt zu mehr oder weniger langen unproduktiven Leerlauf- bzw. Wartezeiten für Mensch, Maschine und Kuh. Diese sowie technologisch bedingte Wartezeiten sind zu minimieren. Tierphysiologisch nachteilig wirken sich Wartezeiten der Kuh zwischen manueller Eutervorbereitung und Melkzeugansetzen sowie Blindmelkzeiten (Melkmaschine arbeitet noch am bereits entleerten Euter) aus. Im ersten Fall kann eine unvollständige Euterent-

leerung die Folge sein, da die Melkbereitschaft der Kuh nach der Eutervorbereitung nur bis zu etwa 10 min anhält, und im zweiten Fall können Eutergewebsschäden mit Folgeerkrankungen auftreten.

2.1. Analyse des Melkablaufs und der Arbeitsproduktivität

Die Analyse des Melkablaufs ermöglicht die Erkennung der Wechselwirkung von Melktechnik und -technologie und zeigt dabei Möglichkeiten zu ihrer optimalen Gestaltung auf. Sechs verschiedene Melkverfahren wurden dazu herangezogen (Tafel 1). Spezielle Berücksichtigung fanden dabei fahrbare Weidemelkanlagen. Der Weidegang der Kühe hat als kostengünstige, energiesparende und umweltfreundliche Haltungsform in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen, und das wird auch in den kommenden Jahren so bleiben. Dementsprechend sind in der Praxis verstärkt Weidemelkanlagen zum Einsatz gekommen. Dabei

Tafel 1. Kurzcharakteristik der untersuchten Melkverfahren

Melkverfahren	I	II	III	IV	V	VI
Erzeugnisbezeichnung	Fischgrätenmelkstand mit Physiomatik			Rohrmelkanlage	fahrbare Weiderohrmelkanlage	fahrbarer Weidemelkstand
Typ	M 866/0	M 868/1	M 866/1	M 622	M 685-12/1	Versuchsmuster
Melkzeugsatz	M 869/0	M 870/1	M 869/1	M 624		
Melkzeuge je AK	einfach	doppelt	doppelt	–	einfach	doppelt
Melkplätze je AK	5	8	10	3	3	4
Art des Gruppenwechsels	2 × 5	2 × 4	2 × 5	–	6	4
	versetzt	versetzt	gleichzeitig	–	unabhängig	unabhängig

einfacher Melkzeugsatz: 1 Melkzeug für 2 Melkplätze
doppelter Melkzeugsatz: 1 Melkzeug für 1 Melkplatz

hat sich gezeigt, daß die gegenwärtig im Einsatz befindlichen mobilen Weidemelkanlagen hinsichtlich der konstruktiven Gestaltung und der Organisation der Melkarbeit noch entwicklungsfähig sind. Es ist möglich und notwendig, hier relativ kurzfristig Verbesserungen herbeizuführen und damit Reserven zu erschließen.

In Tafel 2 sind die Teilzeiten für die Durchführung notwendiger Operationen bzw. Handarbeitsgänge bei den o. g. 6 Melkverfahren angegeben. Es sind Modellzahlen, die aus tatsächlich ermittelten Werten der Verfasser abgeleitet wurden. Die Zeiten für die Arbeitsgänge, die bei allen Verfahren in gleicher Weise durchzuführen sind und die den gleichen Mechanisierungsgrad aufweisen, wurden bewußt einheitlich gewählt, um subjektiv bedingte Differenzen zwischen den Melkverfahren auszuschließen. Bild 2 enthält die Arbeitsabläufe.

Aus den Teilzeiten der im wesentlichen durch den Melkanlagentyp bestimmten notwendigen Operationen errechnen sich der Arbeitszeitbedarf für das Melken einer Kuh und die mit dem jeweiligen Verfahren mögliche Arbeitsleistung des Melkers. Die höhere Arbeitsproduktivität der Verfahren mit FGM gegenüber denen mit RMA und Weidemelkanlage ergibt sich neben der kürzeren Eutervorbereitungszeit (automatische Stimulation mit der Physiomatik) vor allem durch kürzere Wege und geringeren Zeitaufwand für Nebenarbeiten (Wasseranschluß vor Ort, Geräte und Hilfsmittel im Griffbereich). Ein Vergleich der 3 FGM-Varianten zeigt gering ansteigende Arbeitsproduktivität von Verfahren I zu Verfahren III. Beim Verfahren I treten Wartezeiten auf, wenn eine Kuh auf die Eutervorbereitung bzw. das Melkzeug warten muß, weil auf der gegenüberliegenden Seite eine langsam- bzw. schwermelkende Kuh steht. Beim Verfahren III bringt der gleichzeitige Wechsel eine Zeitersparnis.

2.2. Rückkehrzeit als wichtiger Parameter für die Gestaltung des Melkablaufs

Die im Bild 2 wiedergegebenen Arbeitsabläufe der einzelnen Verfahren sind relativ unterschiedlich. Vom Melkzeugansetzen bei einer Kuh bis zum Nachmelken derselben muß bei jeder Variante eine unterschiedliche Anzahl von Teilarbeiten verrichtet werden. Diese Zeitspanne wird als Rückkehrzeit bezeichnet. In Tafel 3 sind die Rückkehrzeiten für die einzelnen Melkverfahren ausgewiesen. Sie wurden nach den in Tafel 4 angegebenen Formeln für jede Kuh errechnet. Die sonstigen Arbeiten und Wartezeiten sind im Bild 2 in die Abfolge der Arbeitsgänge aus Gründen einer überschaubaren Darstellung fest eingeordnet, obwohl sie in bestimmten Grenzen zeitlich verschiebbar sind und daher nur z. T. in die Rückkehrzeiten eingehen. Demzufolge erscheinen die Rückkehrzeiten im Bild 2 etwas länger als sie mit Hilfe von Tafel 4 errechnet wurden. Die Rückkehrzeiten ermöglichen Aussagen über die von einem Melker zu bedienende Anzahl von Melkzeugen bzw. Melkplätzen und über die zu erwartenden Blindmelkzeiten. Im Normalfall sollte die Rückkehrzeit etwa der mittleren Milchflußdauer der jeweiligen Herde entsprechen. Ist die Rückkehrzeit kürzer als die Milchflußdauer, treten Wartezeiten für den Melker auf, ist sie länger, werden die Kühe blindgemolken. Bei FGM mit Physiomatik ist das Blindmelken durch automatisches Abschalten der Pulsation bei Milchfluß-

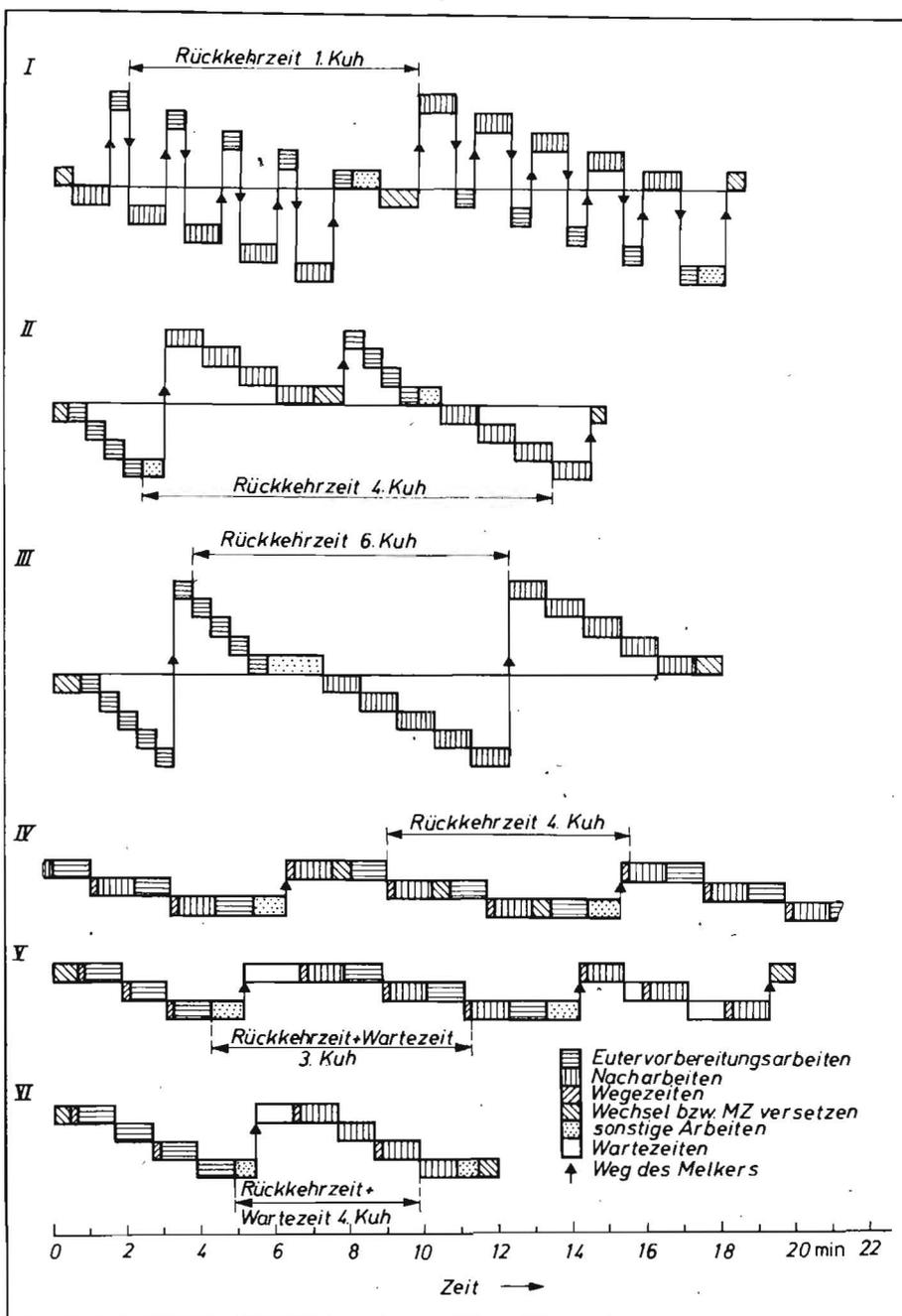


Bild 2. Arbeitsabläufe bei den verschiedenen Melkverfahren nach Tafel 1

Tafel 2. Teilzeiten in AKmin/Kuh bei verschiedenen Melkverfahren bzw. -anlagen nach Tafel 1 (MZ Melkzeug, MP Melkplatz)

Melkverfahren	I	II	III	IV	V	VI
Eutervorbereitungsarbeiten	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00
Nacharbeiten	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Wegezeiten	—	—	—	0,25(0,20) ³⁾	0,30(0,20) ³⁾	0,25(0,20) ³⁾
Wechsel ¹⁾	0,20(1,00) ³⁾	0,20(0,80) ³⁾	0,15(1,50) ³⁾	0,25(0,20) ³⁾	0,25(1,50) ³⁾	0,25(1,00) ³⁾
sonstige Arbeiten ²⁾	0,15	0,15	0,15	0,30	0,30	0,30
Wartezeiten	0,05	—	—	0,05	0,50	0,25
AK min je Kuh	1,90	1,85	1,80	2,85	3,35	3,05
Anzahl gemolkener Kühe	je AKh 31,6 je MZh 6,3 je MPH 3,2	32,4 4,0 4,0	33,3 3,3 3,3	21,1 7,0 —	17,9 6,0 3,0	19,7 4,9 4,9

1) Bei RMA (Verf. IV) Versetzen des Melkzeugs

2) sonstige Arbeiten: Hebung von Störungen, Reinigungs- und Desinfektionslösung wechseln, Lappen, Hände und Melkzeuge säubern, Melkzeugzwischeninfektion, Kehren

3) Zeitaufwand je Vorgang in Klammern

Kuh-Nr. nach Reihen- folge des Ansetzens	Melkverfahren					
	I	II	III	IV	V	VI
1	7,6	9,0	4,9	5,2	2,9	4,0
2	7,6	9,5	5,4	5,7	4,0	4,0
3	7,6	10,0	5,9	6,3	5,2	4,0
4	7,6	10,6	6,5	6,3	5,2	4,0
5	7,6	9,0	7,0	5,7	4,0	
6	7,6	9,5	7,6	5,2	2,9	
7	7,6	10,0	8,1			
8	7,6	10,6	8,6			
9	7,6		9,2			
10	7,6		9,7			
\bar{x}	7,6	9,8	7,3	5,7	4,0	4,0

Tafel 3
Rückkehrzeiten in min
bei verschiedenen
Melkverfahren nach
Tafel 1 (ohne Arbeits-
pausen)

kürzen. Das Verfahren IV mit Rückkehrzeiten von 5,2 bis 6,3 min ist also nur in Beständen mit entsprechend langer Milchflußdauer ohne Risiken für die Eutergesundheit anwendbar.

Die fahrbare Weide-RMA (Verfahren V) nimmt hinsichtlich der Technologie eine Sonderstellung ein. Sie ist zwar technisch und konstruktionsmäßig gesehen eine RMA, wird aber nach dem Melkstandverfahren mit gruppenweisem Kuhwechsel und ortsfesten Melkzeugen betrieben. Die Melkarbeit selbst läuft wie bei der RMA im Anbindestall ab (vgl. Bild 2, Verfahren IV und V). Durch die diskontinuierliche Arbeitsweise können jedoch nur Anfangs- und Endsituation des Arbeitsablaufs einer RMA realisiert werden. Dementsprechend treten sehr ungleiche Rückkehrzeiten und lange Wartezeiten für den Melker auf. Eine Erhöhung der Anzahl der Melkzeuge je Melker würde zwar die Wartezeiten verringern, aber die Rückkehrzeit für die mittleren Kühe unzulässig erhöhen.

3. Neuer Weidemelkstand mit besseren Parametern hinsichtlich Materialaufwand, Arbeitsproduktivität und Melkphysiologie in Entwicklung

Zur Überwindung der o. g. widersprüchlichen Situation wurde in Gemeinschaftsarbeit von Mitarbeitern des Instituts für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck und des VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda ein Weidemelkstand mit 2 x 8 Melkplätzen und einem Melkzeug je Melkplatz konzipiert, als Funktionsmuster gebaut sowie in der Praxis eingesetzt (Verfahren VI). Der Arbeitsablauf (Bild 2) gestaltet sich gleichmäßiger. Er entspricht im Prinzip dem Ablauf beim Verfahren III (FGM und „gleichzeitiger Wechsel“). Der Materialaufwand ist geringer, die Arbeitsproduktivität und der Durchsatz sind höher als bei der gegenwärtigen Weiderohrmelkanlage M685-12/1. Die einheitliche Rückkehrzeit wirkt sich melkphysiologisch günstiger aus. Bei den hier vorgegebenen Teilzeiten, aus denen sich eine Rückkehrzeit von 4 min errechnet, scheint ein Melker zunächst nicht voll ausgelastet zu sein.

Mobile Weidemelkanlagen kommen jedoch in der Praxis fast nur bei kleineren Herden zum Einsatz. Nicht selten sind es Nachnutzungseinheiten größerer Milchviehanlagen. Hier treten u. a. durch Problemkühe häufig längere Nachmelkzeiten auf, als in Tafel 2 aus Gründen der Einheitlichkeit unterstellt wird. Weiterhin werden von den Melkern zumeist noch Tätigkeiten erledigt, die dem Melkprozeß nicht zuzuordnen sind (Kühe sortieren, Zufütterung von Hand u. a.) und daher auch bei der Errechnung der Rückkehrzeit unberücksichtigt blieben. Aus diesen Gründen ist eine Erhöhung der Melkzeuganzahl je Melker ohne Teilautomatisierung auch bei weiterführenden Untersuchungen zu diesen Varianten nicht beabsichtigt. Gegenwärtig wird das Funktionsmuster mit 2 x 8 Melkplätzen in Gemeinschaftsarbeit von Technologen und Konstrukteuren sowie Praktikern der Tierproduktion zu einem Serienerzeugnis entwickelt, um damit das bisherige Erzeugnis abzulösen.

4. Schlußfolgerungen und Zusammenfassung

Den Herstellern und Anwendern von FGM wird empfohlen, die Erzeugnisse mit doppeltem Melkzeugsatz zu bevorzugen und den

ende ausgeschaltet. Es treten bei verlängerter Rückkehrzeit lediglich Wartezeiten für das Tier und die Technik auf. Bei einer durchschnittlichen Milchflußdauer von 6 bis 7 min im FGM mit Physiomatik ist eine Rückkehrzeit von 8 bis 10 min durchaus akzeptabel, um genügend Arbeitsvorrat für die Melker zu haben. Aus der bei den einzelnen Verfahren gewünschten bzw. erforderlichen Rückkehrzeit läßt sich die Anzahl der einem Melker zuzuordnenden Melkzeuge bzw. Melkplätze errechnen. Betriebliche Besonderheiten müssen dabei berücksichtigt werden. Bei den Verfahren I und III sind einem Melker trotz gleicher Teilzeiten erheblich mehr Melkplätze zuzuordnen als beim Verfahren II. Beim Verfahren I ist zwar der Durchsatz je Melkzeug sehr hoch, jedoch treten in der Praxis durch Kühe mit langen Melkzeiten (Problemkühe) häufig längere Wartezeiten auf. Außerdem werden die Melker dazu verleitet, die Kühe bzw. Euter bereits vorzubereiten, bevor die Melkzeuge frei sind, so daß nachteilige Wartezeiten zwischen dem Eintreten der Melkbereitschaft der Kühe und dem Melkbeginn entstehen. Beim Verfahren III benötigt der Melker sehr viele Melkzeuge, die Auslastung der Technik (s. Tafel 2) bleibt gering. Außerdem steigt die Rückkehrzeit von der ersten bis zur letzten Kuh eines jeden Wechsels erheblich an. Diese Faktoren sowie technische Weiterentwicklungen, z. B. tiefverlegte großvolumige Milchleitungen zur Vakuumstabilisierung, die funktionsbedingt den doppelten Melkzeugsatz fordern, haben dazu geführt, daß heute das Melkverfahren II mit doppeltem Melkzeugsatz und versetztem Wechsel den Vorrang hat.

Bei einer RMA (Bild 2, Verfahren IV) ist der Arbeitsablauf prinzipiell anderer Art. Dort treten zusätzliche Wegezeiten auf, die Zeitdauer für Nebenarbeiten erhöht sich, und statt des Wechsels der Kühe müssen die Melkzeuge versetzt werden. Mit 3 Melkzeugen ist der Melker auch bei günstigen Bedingungen (saubere Euter und geringe Nachgemelke) voll ausgelastet. Lediglich am Beginn und am Ende der Melkzeit treten Wartezeiten auf, da dann noch nicht nachzumelken bzw. nicht mehr vorzubereiten ist. Diese kann der Melker bei guter Arbeitsorganisation durch Rüst- und Abschlußarbeiten nutzen. Wie es auch allgemein das Bestreben eines jeden guten Melkers sein muß, durch die Variation der Melkdauer der Kühe zu erwartende Zwangspausen mit vorausschauenden Veränderungen im programmgemäßen Ablauf der Arbeitsgänge zu vermeiden. So können z. B. bei langsam melkenden Kühen die Melkzeuge schon eher angesetzt und verschiebbare Nebenarbeiten in solche Pausen verlegt werden. Das ist auch der Grund, weshalb im FGM und bei RMA – im Gegensatz zum Melkkarussell mit nur sehr begrenzt veränderlichem Arbeitsablauf – die Wartezeiten zumeist geringer bleiben, als sie theoretisch bei programmgemäßem Arbeitsablauf zu erwarten sind.

Bei RMA beträgt die mittlere Milchflußdauer 5 bis 6 min. Sie ist kürzer als bei FGM mit Physiomatik, da bei automatischer Stimulation die Melkzeuge bereits vor und bei manueller Stimulation erst nach dem Eintreten der Melkbereitschaft der Kühe angesetzt werden. Außerdem läßt sich durch den Einsatz des neuen Membranpulsators MP80 bei Rohrmelkanlagen die Melkdauer weiter ver-

Tafel 4. Berechnung der Rückkehrzeiten bei verschiedenen Melkverfahren nach Tafel 1

Melkverfahren	Eutervorbereitungszeit je Kuh	Nacharbeiten je Kuh	Wegezeit je Vorgang	Zeit für Wechsel je Vorgang	Zuschlag für sonstige Arbeiten	Gültigkeit von n
I	N - 1	+ N - 1	+ 0	+ 1	+ 8%	
II	N - n	+ (N/2) + n - 1	+ 0	+ 1	+ 8%	n = 1...N/2
III	N - n	+ n - 1	+ 0	+ 0	+ 8%	n = 1...N
IV	N - 1	+ N - 1	+ N	+ n - 1	+ 12%	n = 1...N
	N - 1	+ N - 1	+ N	+ 2N - n	+ 12%	n = N + 1 ...2N
V	N - 1	+ n - 1	+ N	+ 0	+ 12%	n = 1...N
	2N - n	+ N - 1	+ N	+ 0	+ 12%	n = N + 1 ...2N
VI	N - n	+ n - 1	+ (N/2) + 1	+ 0	+ 12%	n = 1...N

N Anzahl der Melkzeuge je Melker

n Nr. der Kuh nach der Reihenfolge des Ansetzens

Der Zuschlag für sonstige Arbeiten ergibt sich aus dem durchschnittlichen Zeitaufwand für sonstige Arbeiten am Gesamtarbeitsaufwand (ohne Pausen) je Kuh und beträgt etwa 5 bis 15%

Melk Ablauf nach der Methode des „versetzten Wechsels“ zu organisieren. Die fahrbare Weiderohrmelkanlage M685-12/1 mit 2 × 12 Melkplätzen und 12 Melkzeugen ist zwar technisch und konstruktiv eine Rohrmelkanlage, entspricht jedoch technologisch einem Melkstand. Sie sollte daher als fahrbarer Weidemelkstand (FWM) bezeichnet werden.

Sie ist in der gegenwärtigen Form hinsichtlich Materialaufwand, Arbeitsproduktivität, Melkphysiologie und Bedienbarkeit als entwicklungsfähig zu beurteilen. Vom VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda wird daher ein fahrbarer Weidemelkstand mit 2 × 8 Melkplätzen und 16 Melkzeugen als ein neues Serienerzeugnis entwickelt, das bei

einem sehr günstigen Masse-Leistung-Verhältnis dem neuesten wissenschaftlich-technischen Stand entspricht.

Literatur

[1] Ebendorff, W.: Variabilität des Tiermaterials als spezifische Bedingung für die Fließfertigung bei der Milchgewinnung. agrartechnik, Berlin 29 (1979) 4, S. 163–166. A 4522

Einsatzbedingungen und technisch-technologische Anforderungen an Geräte zur Einzelgemelkserfassung

Dr.-Ing. H. Preuß, KDT, Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck der AdL der DDR

Dr.-Ing. G. Beyersdorfer, Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock der AdL der DDR

1. Einleitung

Die aus der Milchmenge und dem Milchfluß abgeleiteten Informationen sind für die Durchführung einer effektiven Produktionskontrolle, für die Organisation einer leistungsorientierten Fütterung sowie zur Steuerung der Melkmaschine bzw. des Milchentzugs erforderlich. Zur Durchführung von staatlichen Milchleistungsprüfungen sind Milchmengenmeßgeräte notwendig, mit deren Hilfe eine Effektivitätssteigerung und Arbeiterleichterung bei den Milchleistungsprüfungen erreicht und gleichzeitig ein Informationszuwachs an EDV-gerechten Prüfdaten gewährleistet wird.

Die Schaffung von Milchmengenmeßgeräten und deren Kopplung mit einem automatischen Tiererkennungssystem stellen die Grundelemente für eine Automatisierung der Produktionskontrolle und Prozeßsteuerung in der Milchproduktion dar.

Die in den letzten Jahren verstärkt durchgeführten Arbeiten auf dem Gebiet der Milchmengenmessung haben zwar eine Reihe von Meßprinzipien hervorgebracht, aber das Problem der Milchmengenmessung konnte noch nicht endgültig und zufriedenstellend gelöst werden. Die Ursachen dafür liegen hauptsächlich in den komplizierten Einsatzbedingungen für derartige Meßgeräte.

2. Einsatzbereich und Einsatzbedingungen Meßgeräte für die Einzelgemelkserfassung

müssen im Normalfall in allen Melkanlagen einsetzbar sein, d. h. bei Rohr- und Kannenmelkanlagen zwischen Melkzeug und Milchleitung bzw. Milchkanne sowie bei Melkständen mit oben bzw. unten verlegter Milchleitung zwischen Melkzeug und Milchleitung. Milchmengenmeßgeräte dienen künftig hauptsächlich für die tägliche Erfassung der Einzelgemelksmengen von Kühen im Rahmen automatisierter Systeme der Produktionskontrolle und -steuerung sowie für die mindestens monatlich durchzuführenden Milchleistungsprüfungen in solchen Milchviehbeständen (vorrangig mit Rohr- bzw. Kannenmelkanlagen), für die der Einsatz eines automatisierten Produktionskontrollsystems nicht vorgesehen bzw. ökonomisch nicht sinnvoll ist. Das Meßobjekt ist der pulsierende, zweiphasige Milch-Luft-Strom mit einem sich ändernden Luftanteil und schwankender Milchzusammensetzung. Die Pulsfrequenz beträgt 0,8 bis 1,1 Hz. Die Milchleitungen stehen unter einem Unterdruck, der ebenfalls mit kurzzeitigen Schwankungen (40 bis 60 kPa bei einem Nenndruck von 50 kPa) behaftet ist. Die Milchdurchflußmenge schwankt während des Melkvorgangs im Bereich von 0 bis 6 kg/min bei einer Absolutmenge von 2 bis 30 kg und ist dabei von Kuh zu Kuh unterschiedlich (Bild 1).

Rohmilch hat im Gemelk folgende durchschnittliche Zusammensetzung:

- 87,5 % Wasser
- 12,5 % Trockensubstanz.

In der Milch sind rd. 2,7 bis 5,0% Fett und rd. 7,5 bis 9,0% fettfreie Stoffe (Eiweiß, Milchzucker, Mineralstoffe) enthalten. Der Teilchendurchmesser der einzelnen Milchbestandteile schwankt im Bereich von $1 \cdot 10^{-5}$ bis $15 \cdot 10^{-3}$ mm. Die Dichte der frischen Rohmilch variiert entsprechend ihrer Abhängigkeit vom Trockenmasse- und Fettgehalt in einem Bereich von 1,015 bis 1,045 g/cm³. Da die wesentlichen Bestandteile der Milch, Laktose (1,545 g/cm³), Protein (1,4511 g/cm³) und Salze (3,0 g/cm³) zusammengenommen den Fettgehalt (0,931 g/cm³) übersteigen, liegt die Dichte der Milch über 1 g/cm³ [1].

Die Kuhmilch ist ein Elektrolyt und hat demzufolge eine meßbare spezifische elektrische Leitfähigkeit. Die spezifische Leitfähigkeit der Milch schwankt im Bereich von 3,5 bis 8 mS/cm [2]. Die Temperatur übt einen wesentlichen Einfluß auf die spezifische Leitfähigkeit der Milch aus ($\frac{1}{10}$ K Temperaturänderung ergibt rd. 0,2% Leitfähigkeitsverschiebung). Bei den häufig auftretenden Eutererkrankungen ist der wesentlich erhöhte Chloridgehalt die Hauptursache der steigenden Leitfähigkeit. Mit steigendem Fettgehalt der Milch verringert sich die spezifische elektrische Leitfähigkeit der Milch. Der Fettgehalt der Anfangsmilch (Zisternenmilch) beträgt etwa 1% und schwankt dort am geringsten. Der Fettgehalt im Verlauf des Nachgemelks schwankt im Bereich von 7 bis 12%. Die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Rohmilch sind in Tafel 1 zusammengefaßt.

Darüber hinaus treten folgende Umwelteinflüsse beim Einsatz der Milchmengenmeßgeräte auf:

- Tropf- und Spritzwasser
- Warmwasser bis 75 °C
- Reinigungsmittel mit desinfizierender Wirkung
- bis zu 100% relative Luftfeuchte
- Schadgase NH₃, CO₂ und H₂S.

3. Anforderungen an Milchmengenmeßgeräte

Die Meßgeräte zur Einzelgemelkserfassung sollten nach Möglichkeit sowohl für den stationären Einsatz in Melkstandanlagen (Fisch-

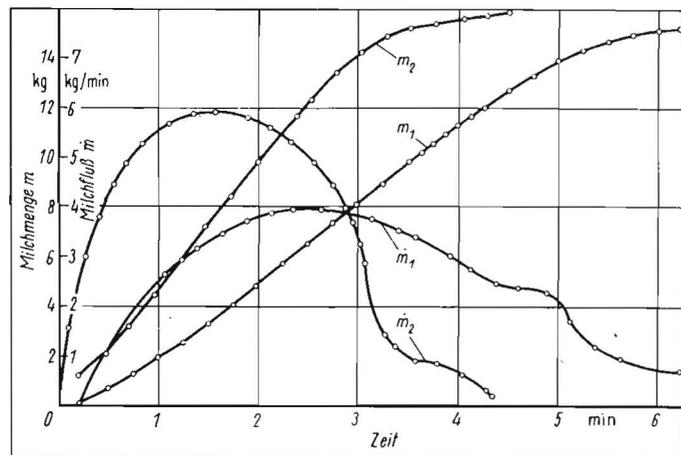


Bild 1 Markante Milchmengen- und Milchflußkurven