

gespeicherten Sollwerten dosiert. Die Eimer der Kette passieren einen Geber. Zu jedem Eimer wird unverzüglich die diesem Tierplatz zugeordnete Speicherzelle abgefragt. In vier Spalten der Programmwalze eines Kugelschrittschaltwerks sind 16 Informationen je Tierplatz für 100 Tierplätze binär gespeichert. Die gesamte Informationsspeicherung für den Tränkkälberbereich kann in zwei Kugelschrittschaltwerken zusammengefaßt werden. Die Binärzahl jeder Speicherzelle wird sofort entschlüsselt. Das Ausgangssignal des Dekodierers veranlaßt für eine vorher eingestellte Zeit das Öffnen der Auslaufventile, die der gewünschten Dosiermenge und Tränkeart entsprechen. Die Ansteuerdauer der Magnete der Auslaufventile liegt entsprechend den geforderten Mengestufen und Daten der Eimerkette zwischen 160 ms und 1000 ms. Die systematischen Fehler der Ansteuerzeit und damit der Dosiermenge können unter 5% gehalten werden.

Die Bearbeitungsstation kann nur zwei Tränkearten bevorraten und dosieren. Im Normalfall sind das Normaltränke und Diättränke. Bei Bedarf können anstelle von Normaltränke auch Wasser bzw. verdünnte Normaltränke bevorratet werden.

### 3. Steuerung der Trockenfutterdosierung

Das Trockenfutter wird im gleichbleibendem Verhältnis zwischen Kraftfutter und Trockengrünzeug je Eimer dosiert. Der Mengensollwert ist für sämtliche Tiere einer Stalleinheit gleich und an einem Stufenschalter im Schaltraum für jede Stalleinheit getrennt einstellbar. Der Soll-Ist-Vergleich der Trockenfutterdosis wird durch Zählung der Umdrehungen der Kraftfutteraustagschnecke in einem Zählwerk mit Fernvorwahl realisiert. Einstellbar sind Sollwerte von 0 bis 7 Umdrehungen. Bei Erreichen des eingestellten Sollwerts wird die Kupplung und damit der Futtervorschub für Kraftfutter und Trockengrünzeug ausgeschaltet.

Die Eimer der Kette passieren zwei Geber. Der erste Geber löst unverzüglich die Speicherabfrage aus und startet nur für belegte Tierplätze die Dosierung, während der zweite Geber ebenfalls nur für belegte Tierplätze das Öffnen der Übergabeklappen veranlaßt, wenn sich der Eimer in der richtigen Position befindet. Der Abstand beider Geber entspricht maximal dem kleinsten Abstand zwischen zwei Eimern. Der gemeinsame Dosierantrieb für Kratzerkette und Kraftfutteraustagschnecke läuft dann, wenn in verriegelter Betriebsart die Eimerkette gestartet wird. Das Drehmoment für Kratzerkette und Kraftfutteraustagschnecke

wird über eine Magnetkupplung nach dem Erreichen der Nenndrehzahl der Frästrommeln übertragen. Der Frästrommelantrieb läuft nur, wenn die Eimerkette läuft und ein Eimer für einen belegten Tierplatz als letzter den ersten Geber passiert hat. Die Information über die belegten Tierplätze wird aus dem Kugelschrittschaltwerk abgefragt.

### 4. Unterbringung der Steuerbaugruppen

Es werden nur diejenigen Steuerbaugruppen, Bedien- und Signaleinheiten unmittelbar im Stall (Weißbereich) angeordnet, bei denen dies funktionell notwendig ist oder größere materialökonomische Vorteile bietet. Hierzu gehören die Vor-Ort-Steuerung für Bearbeitungsstation und Futterverteilereinrichtungen sowie die Signalisation des Fütterungsablaufs einschließlich der zentralen und individuellen Störungsmeldungen.

Der größte Teil der Steuertechnik wird aber im Schaltraum (Schwarzbereich) in Schränken konzentriert. Zwischen Bedienplatz im Stall und dem Schaltraum besteht Fernsprechverbindung.

### 5. Arbeitskräftebedarf

Der Teilprozeß Futterdosierung und -verteilung im Tränkkälberbereich erfordert eine Arbeitskraft je Schicht für die manuell gesteuerte Nachfüllung der Bearbeitungsstation und die Überwachung des programmierten Ablaufs der Futterverteilung. Zusätzlich wird eine Teilarbeitskraft bei Normalschicht für die Korrektur der gespeicherten Fütterungsinformationen je Tierplatz benötigt.

### 6. Sicherung hoher Verfügbarkeit

Um ausreichend hohe Verfügbarkeit der Steuerung des Futterverteilensystems bei einem Mehraufwand für die Steuerungstechnik von etwa 25% zu gewährleisten, sind im gesamten Steuersystem lückenlos geeignete Maßnahmen realisiert. Sie stellen sicher, daß bei Eintritt einer beliebigen Störung im Steuersystem

- Folgeschäden in jedem Falle verhindert werden
- Futterverluste weitestgehend ausgeschlossen sind
- die laufende Fütterung mit einem Minimum an Verlustzeit fortgesetzt werden kann
- Störungen in untergeordneten Teilsystemen den programmierten Ablauf im übergeordneten System prinzipiell nicht blockieren können.

A 1415

## Fütterungstechnologie in Milchproduktionsanlagen unter Berücksichtigung des verfügbaren Zeitfonds für die Fütterung

Dr.-Ing. J. Scholz, KDT, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

Dipl.-Ing. U. Jacobi, Wissenschaftlich-technisches Zentrum für Land- und Nahrungsgüterwirtschaft beim Rat des Bezirks Dresden

### Problemstellung

Die Intensivierung ist der Hauptweg zur weiteren Steigerung der Arbeitsproduktivität und damit zur weiteren Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft. Intensivierung bei der Fütterung in Milchviehanlagen (MVA) bedeutet u. a. eine intensivere Nutzung des verfügbaren Zeitfonds mit dem Ziel, die Grundmittel besser auszulasten, höhere Tierkapazitäten zu erreichen und industriemäßig zu produzieren.

In diesem Beitrag sollen die leistungsbegrenzenden Faktoren des Fütterungssystems hinsichtlich der Anlagenkapazität aufgezeigt bzw. ermittelt werden.

Bedeutsam sind die zu erwartenden Auswirkungen des an-

gestrebten Fütterungsregimes. Dazu gehören die feste zeitliche Zuordnung des Fütterungsprozesses zum Melkprozeß (Synchronfütterung), die Möglichkeit der mehrmaligen Futtervorlage je Mahlzeit (Nachfütterung) und der Anteil der nachzufütternden laktierenden Tiere. Weitere Faktoren, die die Leistungsfähigkeit beeinflussen, sind:

- Technische Parameter der Futterverteilereinrichtungen
- Einsatzbedingungen der Futterverteilereinrichtungen
- Rationsvolumen
- Liegeboxenanordnung
- Gruppengröße bzw. Krippenlänge
- Zuverlässigkeit des gesamten Fütterungssystems.

Bei der Realisierung der vorgenannten Bedingungen werden die Leistungsgrenzen der Verteileinrichtungen erreicht und teilweise überschritten. Die Kenntnis der Auswirkungen dieser Bedingungen ist unerlässlich für die Projektierung zukünftiger Verfahren und Maschinen.

### Voraussetzungen

Um die Einflüsse aller Faktoren auf die optimale Kapazität einer MVA zu erfassen, wurde ein Rechenprogramm erarbeitet. Die Berechnungen sind unter folgenden Voraussetzungen durchgeführt worden:

- Der im Bild 1 als Beispiel dargestellte Fütterungsablauf gilt für alle Varianten. Wird nicht nachgefüttert, so werden alle Krippen in der Reihenfolge des Melkens nacheinander beschickt. Bei der Nachfütterung werden jeweils im Wechsel Krippen im Produktionsbereich mit entsprechenden Teilgaben und Krippen der Bereiche für trockenstehende Tiere und für Reproduktion mit der vollen Gabe beschickt.
- Auf der Grundlage der Liegeboxenanordnungen LBA 1 bis LBA 5 wurden für MVA Vorzugskonzeptionen bezüglich ihres geometrischen Aufbaus erarbeitet (Tafel 1).
- Für die Fütterung wurde ein verfügbarer Zeitfonds von 8,5 h je Mahlzeit zugrunde gelegt. Innerhalb dieser Zeit werden die laktierenden Tiere, die trockenstehenden Tiere und die Tiere im Reproduktionsbereich versorgt.
- Der Anteil an den gesamten Tierplätzen der Anlage beträgt für laktierende Tiere 77%, für trockenstehende Tiere 14% und für Tiere im Reproduktionsbereich 9%.
- Zur Ermittlung der Durchsätze wurde ein Rationsvolumen von  $0,12 \text{ m}^3$  je Tier und Mahlzeit unterstellt.

### Ergebnisse

Aus den Untersuchungen zum Fütterungssystem wurden unter den vorgenannten Voraussetzungen folgende Ergebnisse erhalten:

- Im Bild 2 ist dargestellt, welchen Einfluß die technischen Parameter der Verteileinrichtungen auf die Kapazität einer Anlage ausüben. Erhöht man die Anzahl der Abstreicher beim Gurtbandförderer mit Abstreicher von 1 auf 4, so wird die Anlagenkapazität um rd. 75% gesenkt. Diese Tendenz trifft auch für die längsverfahrbaren Gurtbandförderer (Anzahl der Überlagerungen) und für die Futterlore (Anzahl der Einfahrten) zu. Mit der Änderung der Bandgeschwindigkeit der Gurtbänder werden ebenfalls zum Teil wesentliche Kapazitätserhöhungen erreicht (Bild 2).

- Bild 1. Fütterungsablauf;  
ohne Nachfütterung:  
 $L1 \rightarrow L2 \rightarrow \dots \rightarrow T1 \rightarrow T2 \rightarrow \dots \rightarrow R1 \rightarrow R2 \rightarrow \dots$   
mit Nachfütterung:  
 $L1 \rightarrow T1 \rightarrow L2 \rightarrow T2 \rightarrow L3 \rightarrow \dots \rightarrow Li \rightarrow R1 \rightarrow \dots$   
L1, L2, L3... Krippen für laktierende Tiere  
T1, T2... Krippen für trockenstehende Tiere  
R1, R2... Krippen im Reproduktionsbereich

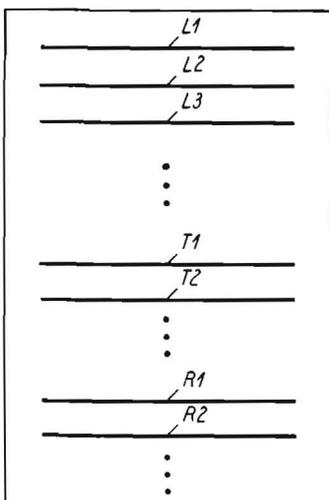
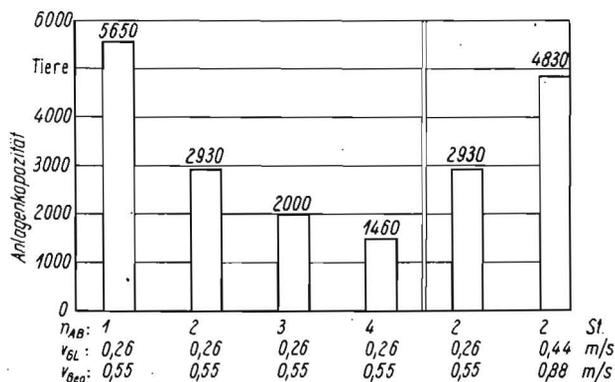


Bild 2. Anlagenkapazität bei Gurtbandförderern mit Abstreicher in Abhängigkeit von der Anzahl der Abstreicher  $n_{AB}$ , von der Gleichlaufgeschwindigkeit  $v_{GL}$  und von der Gegenlaufgeschwindigkeit  $v_{Geg}$

Tafel 1. Anlagenkonzeptionen für MVA mit unterschiedlichen Liegeboxenanordnungen

Liegeboxenanordnung	MVA	Tier-Freßplatz-Verhältnis
LBA 1	Heinersdorf	3:1
LBA 2	Dedelow	1:1
LBA 3	Dummerstorf	2:1
LBA 4	AP 1930	2:1
LBA 5	Paulinenaue	1:1

- Der Einfluß der Gruppengröße auf die Anlagenkapazität ist zwar nicht so gravierend wie der Einfluß der technischen Parameter, jedoch läßt sich bei allen Varianten mit steigender Gruppengröße eine Erhöhung der Versorgungskapazität der Verteileinrichtungen erreichen (Bild 3).
- Mit steigender Tierkonzentration sinkt die verfügbare Zeit zur Befüllung einer Krippe (Bild 4).
- Einen bedeutenden Einfluß auf die Anlagenkapazität hat die Nachfütterung (Bild 5). Mit steigender Anzahl der Teilgaben je Mahlzeit verringert sich die Kapazität erheblich. Eine Veränderung der Anzahl der Teilgaben je Mahlzeit von 1 auf 2 bedeutet z. B. eine Reduzierung der Anlagenkapazität um 40 bis 50%. Bei 2 Teilgaben je Mahlzeit hat ein Anteil der nachzufütternden Tiere bis zu 46% vom Gesamtbestand keinen Einfluß auf die Anlagenkapazität. Eine weitere Erhöhung des Anteils der nachzufütternden Tiere führt zu Kapazitätsminderungen.
- Zwischen der Zuverlässigkeit und der möglichen Anlagenkapazität besteht ein linearer Zusammenhang. Eine Änderung der Zuverlässigkeit um 10% (0,1) bedeutet eine Kapazitätsänderung um 200 Tiere. Die gleichmäßigen Abstände zwischen den dargestellten Kurven im Bild 6 verdeutlichen, daß das für alle verfügbaren Befüllzeiten zutrifft.
- Der Vergleich zwischen Synchron- und Asynchronfütterung zeigte, daß sich mit wachsenden Tierkonzentrationen die Auslastung des Fütterungssystems bei beiden annähert, d. h., mit steigender Auslastung des Fütterungssystems ist in bezug auf Zeiteinsparungen die Art der Fütterung (Synchron- oder Asynchronfütterung) frei wählbar. Bei der Synchronfütterung treten in einem solchen Einsatzfall keine Zeitverluste auf.
- Ein Vergleich der in Abhängigkeit vom Melk- und Fütterungssystem maximal erreichbaren Anlagenkapazität ergab, daß durch die Fütterungstechnik eine weitere Leistungssteigerung der Melktechnik nicht behindert wird.
- Mit den derzeitigen Verteileinrichtungen werden maximale Kapazitäten von 2600 Tierplätzen (Gurtbandförderer mit Abstreicher) von 5230 Tierplätzen (längsverfahrbare Gurtbandförderer) und von 4230 Tierplätzen (Futterlore) erreicht (Tafel 2). Die Kapazitäten gelten für Varianten mit einer Zuverlässigkeit von 0,85, bei Synchronfütterung und einmaliger Nachfütterung von 46% des gesamten Tierbestands und bei Ausnutzung der maximal zulässigen Krippenlängen. Eine weitere Erhöhung der Anlagenkapazität erfordert höhere Bandgeschwindigkeiten und Bandbreiten sowie eine weit-



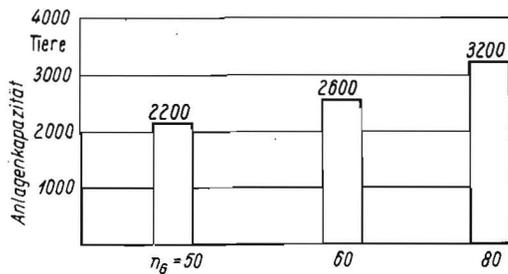


Bild 3 Anlagenkapazität in Abhängigkeit von der Gruppengröße  $n_g$ ; verfügbare Zeit zur Befüllung einer Krippe 12 min

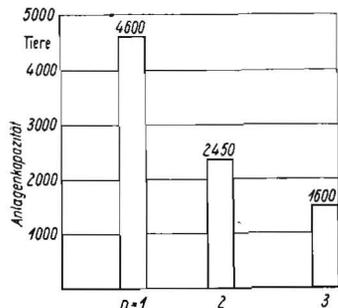
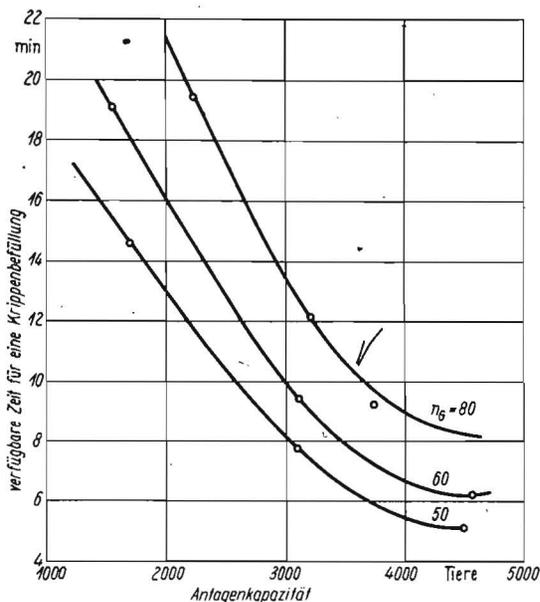


Bild 5 Einfluß der Nachfütterung auf die Anlagenkapazität; verfügbare Zeit zur Befüllung einer Krippe 12 min  
n Anzahl der Teilgaben je Mahlzeit

Bild 6 Verfügbare Zeit für eine Krippenbefüllung in Abhängigkeit von Anlagenkapazität und zulässiger Zuverlässigkeit  $p_{zul}$



Tafel 2. Realisierbare Maximalkapazitäten bei Synchron- und Nachfütterung (gesamte Tierplätze);  
 $n_{AB}$  Anzahl der Abstreichungen,  $n_{ÜB}$  Anzahl der Überlagerungen,  $l_K$  Krippenlänge

Technische Lösung der Verteileinrichtung	Anlagenkapazität bei Bedingungen		
Liegeboxenanordnung			
LBA 1 LBA 3			
oder			
LBA 2 LBA 4			
obenliegender Gurtbandförderer mit Abstreicher	2600	—	1770 $n_{AB}=3$
längsverfahrbare Gurtbandförderer	4660	—	3200 $n_{ÜB}=1$
längsverfahrbare Behälterförderer (Futterlore)	—	5230	— $n_{ÜB}=2$
längsverfahrbare Behälterförderer (Futterlore)	4230	—	2875 einseitig, $l_K=48$ m
längsverfahrbare Behälterförderer (Futterlore)	2860	—	1945 einseitig, $l_K=72$ m

Nachfüttern für 46% des Gesamtbestands (das entspricht rd. 138 Laktationstagen) vorgeschlagen.

Die extensive Kapazitätserweiterung durch den Einsatz paralleler Fütterungssysteme (z. B. Verdopplung von Anlagen) ist möglich, jedoch sollte die intensiv Kapazitätserhöhung durch Anwendung nur eines Fütterungssystems je Anlage vorgezogen werden. Berechnungen haben eindeutig ergeben, daß besonders durch Veränderung der technischen Parameter der Verteileinrichtungen Kapazitäten von 6000 und mehr Tieren erreichbar sind. Für Verfahren der Fütterung muß eine Zuverlässigkeit von rd. 0,85 angestrebt werden. Das bedeutet, daß bei exponentiell verteiltem Ausfallverhalten für alle Elemente des Fütterungssystems mittlere störungsfreie Zeiten von 12 bis 16 h und mittlere Störungszeiten von 10 bis 15 min erreicht werden müssen. Daraus resultieren Aufgaben für die Konstruktion sowie für die planmäßig vorbeugende Instandhaltung. Mit den genannten Untersuchungen konnten die leistungsbestimmenden Faktoren für die Futterverteilung in MVA ermittelt werden. Beim Projektieren von künftigen Fütterungsanlagen mit den ausgewiesenen Maximalkapazitäten ist es erforderlich, den verfügbaren Zeitfonds sowie die Zuverlässigkeit zu berücksichtigen. Die Ergebnisse können als Beitrag zur technologischen Projektierung von Futterverteilungsanlagen in MVA mit mehr als 2000 Tierplätzen angesehen werden.

gehende Kompaktierung der Futterration, weil die erforderlichen Maximaldurchsätze die realisierbaren zum Teil erheblich überschreiten (Bild 7).

### Zusammenfassung

Als Vorzugstechnologie für die Fütterung in Milchviehanlagen wird die synchrone Fütterung mit der Möglichkeit des einmaligen

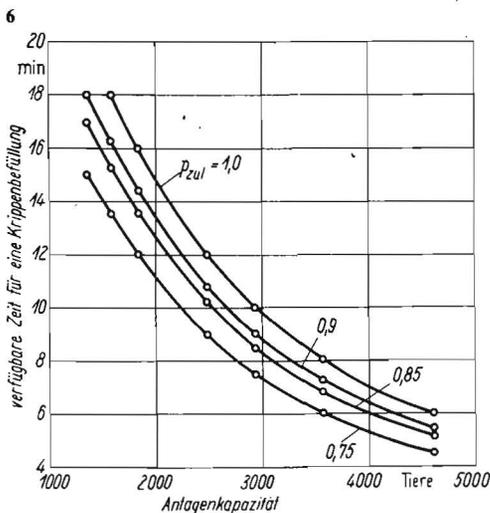


Bild 7 Erforderliche Maximaldurchsätze der Gutführung bei einmaliger Rationseinbringung (Ausgangsration  $0,12 \text{ m}^3$  je Tier und Mahlzeit); a längsverfahrbare Gurtbandförderer, b obenliegender Gurtbandförderer mit Abstreicher, c längsverfahrbare Behälterförderer (Futterlore); Grenzdurchsätze der Gurtbandförderer mit — — — Bandbreite  $b_B = 800$  mm; Bandgeschw.  $v_B = 1,31$  m/s; — — — Bandbreite  $b_B = 650$  mm; Bandgeschw.  $v_B = 1,31$  m/s

