

Leitungen oder abgeknickte Verbindungschläuche dagegen halten an den Zellenverdichtern ein höheres Vakuum.

In einem Fall in der Praxis z. B. war eine verstopfte Zuleitung zu einem Zellenverdichter die Ursache für mehrere Ausfälle.

2. Es sind nur vakuumfeste Schläuche zu verwenden. Die Radien sollen genügend groß gewählt werden, um ein Abknicken der Schläuche zu vermeiden. Jeder Knick führt nämlich zu einer Querschnittsverminderung und kann die Ursache für verschlechtertes Melken sein.

3. Wichtig ist auch, genügend Meßgeräte zur Kontrolle der Vakuumverhältnisse in den Leitungen anzubringen. Wir halten 1 Vakuummeter je Maschinensatz im Maschinenraum für erforderlich. Im Stall sollten an jedem Leitungsstrangende 2 Vakuummeter (1 am Förderventil für die Vakuumanzeige in der Milchleitung und 1 an der Vakuumleitung) installiert sein.

Von Zeit zu Zeit sind die Vakuummeter auf richtige Anzeige zu überprüfen und defekte Instrumente sofort auszuwechseln.

4. Auftretende Undichten sind umgehend zu beseitigen. Es ist darauf zu achten, daß alle Schläuche fest auf den Stutzen und die Deckel an Schwitzwasserabscheider, Drucklöser, Milchfilter und Tank richtig sitzen.

5. Mindestens zweimal im Jahr sollten die Schalldämpfer der Zellenverdichter gesäubert werden (ausbrennen im Schmiedefeuer und auswaschen), damit nicht infolge ansteigenden Gegendruckes eine Saugleistungsminderung eintritt. Messungen ergaben bei einem Gegendruck auf der Auspuffseite von 0,5 at Überdruck eine Saugleistungsminderung von fast 50 % und einen Anstieg der Antriebsleistung auf über 150 %.

6. Bei den Pulsatoren sind richtige Pulszahleinstellung, gleichmäßiger Lauf und Sauberkeit der Filterscheibe wichtig.

7. Die Melkzeuge sind beim Melken auf alle Leitungsstränge

zu verteilen, je Leitungsstrang sollten keinesfalls mehr als 4 Melkzeuge gleichzeitig angeschlossen werden. Noch bessere Vakuumverhältnisse lassen sich durch Anschluß von nur 2 Melkzeugen je Leitungsstrang erzielen.

Ohne Zweifel wird mit steigender Konzentration unserer Kuhbestände der Einsatz moderner Melkstandanlagen zunehmende Bedeutung erlangen. Rohrmelkanlagen dürften jedoch in Anbindeställen bis zu 200 Kühen auch in Zukunft eine zweckmäßige Lösung zur maschinellen Milchgewinnung darstellen.

## Zusammenfassung

Ausgehend von den Einsatzerfahrungen der in großer Stückzahl in unserer Landwirtschaft eingesetzten Rohrmelkanlagen wird auf Ursachen und Auswirkungen von Vakuumschwankungen hingewiesen.

Danach werden Hinweise für eine Verbesserung der Arbeit mit Rohrmelkanlagen erläutert. Es kommt insbesondere auf leistungsfähige Vakuumerzeuger, richtige Einstellung der Regel- und Förderventile, saubere und dichte Leitungen, ungeknickte Schläuche und Verteilung der Melkzeuge auf alle Leitungsstränge an.

## Literatur

- [1] BARTMANN, R.: Mechanisierte Milchgewinnung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 2. Auflage 1966, 160 S.
- [2] GABLER, E.: Impulsa-Rohrmelkanlage zur Vollmechanisierung der Milchgewinnung in Anbindeställen. Deutsche Agrartechnik 12 (1962) H. 8, S. 373 bis 376
- [3] KEHR, K.: Melktechnische Untersuchungen an Rohrmelkanlagen und Schlußfolgerungen für die Praxis. Tierzucht 21 (1967) H. 7, S. 348 bis 352
- [4] SCHWIDERSKI, H.: Ein Beitrag zur maschinellen Milchgewinnung unter den Bedingungen der Anbindestallhaltung im Winter und Weidehaltung im Sommer. Diss. DAL zu Berlin, Sekt. Tierzucht, Tierernährung und Fischerei, Berlin 1966, 117 S. A 7298

Dipl.-Ing. M. TÜRK, KDT\*

## Zur leistungsabhängigen Kraftfutterdosierung im Fischgrätenmelkstand

Milchleistungen von 4000 bis 4500 kg/Tier · Jahr zu erreichen, wozu die Veranlagung in der Landesucht bereits gegeben ist, wird zum großen Teil Aufgabe der leistungsgerechten Kraftfutterdosierung sein [1]. Künftig werden in steigendem Maße Großanlagen gebaut, in denen die Mechanisierung bzw. Automatisierung der stationären Futterkette Schwerpunkt ist. Gegenwärtig betragen die Futterkosten etwa 60 bis 70 % der Produktionskosten in der Viehwirtschaft, vor allem die Anwendung der leistungsgerechten Kraftfutterzuteilung läßt eine Einsparung erwarten.

Als günstige Lösung bietet sich in der stationären Futterkette bei Laufstallhaltung die dosierte Verabreichung des Kraftfutters während des Melkens im Melkstand an. Diese Variante hat sich international durchgesetzt und man ist bemüht, diesen Arbeitsgang zu mechanisieren bzw. zu automatisieren. Damit wird ein weiterer Schritt zur komplexen Mechanisierung der Milchproduktion getan.

### 1. Probleme der Kraftfutterdosierung im Melkstand

Bei der Mechanisierung und Automatisierung in der Milchproduktion sind die Ziele:

- Senkung des Handarbeitsaufwandes und
- Steigerung der Produktion durch höhere Milchleistung und damit verbunden eine Verringerung der Futterkosten durch bessere Futterausnutzung.

\* Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin (Direktor: O. BOSTELMANN)

#### 1.1. Bestimmung der Kraftfuttermenge

Voraussetzung zur leistungsentsprechenden Kraftfutterzuteilung ist eine Milchmengenmessung zur Istwertgewinnung und eine entsprechende wissenschaftlich gesicherte Sollwertvorgabe (Zuordnung der Kraftfutter- zur Milchmenge). Die gegenwärtig allgemein in der DDR durchgeführte monatliche staatliche Milchleistungskontrolle kann bei einer Mechanisierung bzw. Automatisierung der Kraftfutterdosierung im Melkstand nicht mehr ausreichen, da die Leistung einer Kuh in diesem Zeitraum zu unterschiedlich ist (Schwankungen im Monat  $\pm 2$  kg), um Grundlage eines Steuerbefehls für das Dosierorgan zu sein. Bei halb- und vollautomatischen Dosieranlagen in Fischgrätenmelkständen (FGM) muß eine tägliche Milchmengenmessung (Recorder o. a.) gefordert werden, wobei in Zukunft eine Verbindung mit der Speicherung und Verarbeitung der Daten sinnvoll wäre [2].

Allgemein rechnet man, wenn 10 kg der täglich abgegebenen Milchmenge vom Nährstoffgehalt des Grundfutters gedeckt werden, für jedes zusätzliche kg Milch mit einer Kraftfuttermenge (je kg sind 600 STE erforderlich) von 0,5 kg [3] (Bild 1).

Eine andere Möglichkeit der leistungsabhängigen Kraftfutterdosierung besteht in der Zuteilung in Abhängigkeit von der täglich aufgenommenen Wassermenge. Eine Kuh benötigt etwa 37 kg Wasser je Tag zur Erhaltung ihrer Körperfunktionen zuzüglich der wieder mit der Milch abgeführten Wassermenge (87 % Wasser in der Milch), wobei Haltungsbedingungen, Jahreszeit, Futter u. a. Faktoren eine Rolle spielen. Die

ses System befindet sich allerdings noch im Stadium der Entwicklung und hat sich bisher noch nicht durchsetzen können [4].

### 1.2. Zeit für die Kraftfutteraufnahme

Ein weiteres Problem besteht darin, die Verweilzeit der Kühe im Melkstand effektiv zur Kraftfutteraufnahme zu nutzen. Die allgemein zur Verfügung stehende Zeit entspricht etwa der Melkdauer eines Tieres (rd. 60 % der Aufenthaltszeit im Melkstand). Die Frage, ob eine Hochleistungskuh in der verfügbaren Zeit in der Lage ist, die gesamte benötigte Kraftfuttermenge aufzunehmen oder ob eine festgesetzte Menge zusätzlich im Stall gegeben werden muß, ist noch nicht geklärt. Bei einer Automatisierung der Kraftfütterzuteilung ist aber anzustreben, die gesamte Menge im Melkstand zu verteilen.

Hierzu muß man

- die Freßzeit durch schnelllaufschmbare Kraftfutterformen (Pellets) senken;
- die Nährstoffkonzentration des Leistungsfutters entsprechend gestalten;
- der Freßlust des Tieres, die in erster Linie das Allgemeinbefinden kennzeichnet, und den Umweltbedingungen (Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit, Licht CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>-Gehalt der Luft u. a.) entsprechende Aufmerksamkeit schenken;
- die Aufenthaltszeit der Kühe im Melkstand durch technische Maßnahmen besser ausnutzen, indem z. B. eine bestimmte „Loekfuttermenge“ schon beim Betreten des Melkstandes zugeteilt wird.

Es ist vor allem die Freßgeschwindigkeit zu erhöhen und eine sinnvolle Rationsverteilung des Kraftfutters während der zur Verfügung stehenden Zeit anzustreben.

### 1.3. Anforderungen an das Kraftfutter

Untersuchungen zur Kraftfutteraufnahme [5] haben als günstigste Form Pellets mit 3,2 mm Dmr. ausgewiesen. Wenn sich die Tiere an gepreßtes Kraftfutter gewöhnt haben, werden die Freßzeiten noch geringer [6]. Amerikanische Untersuchungen zeigten, daß bei einem Besprühen der Pellets in der Futterschale mit Wasser bis zu 50 % geringere Aufnahmezeiten auftraten [7]. Während einer Melkzeit von z. B. 7 min kann eine Kuh günstigstenfalls etwa 3,4 kg Kraftfutter aufnehmen, was einer Milchleistung von etwa 11,8 kg entsprechen würde. Erfolgt eine Kraftfütterzuteilung schon mit dem Betreten des Melkstandes, kann die gesamte benötigte Futtermenge im Melkstand aufgenommen werden, ohne daß sich dadurch die durch den Arbeitsgang „Melken“ festgelegte Zeit erhöht.

Entscheidende Bedeutung für die Arbeitsweise von Lager-

Förder- und Dosieranlage für schüttfähige Kraftfuttermittel haben die mechanischen Gutseigenschaften:

- Oberflächenbeschaffenheit der Teilchen;
- Reibung (innere und äußere);
- Kohäsion (Zusammenhang der Teilchen untereinander);
- Adhäsion (Zusammenhang verschiedener Körper);
- Feuchtigkeit des Dosiergutes;
- Schüttwinkel;
- Schütt- und Rüttdichte;
- Dichteunterschiede im Gut;
- Struktur der Teilchen.

Dabei sind die meisten Gutseigenschaften untereinander verknüpft und beeinflussen sich gegenseitig. So steht z. B. die Oberflächenform und -beschaffenheit der Teilchen in engem Zusammenhang mit dem inneren Reibwinkel. Am wichtigsten für die Konstruktion von Dosieranlagen sind die Kenndaten äußerer und innerer Reibwinkel (statisch und dynamisch), Feuchtigkeit des Gutes, Schüttdichte und Struktur der Teilchen. Pelletiertes Gut hat günstigere mechanische Eigenschaften als mehl- oder schrotförmiges Kraftfutter. So besteht z. B. keine Entmischungsfahr, der äußere dynamische Reibungswinkel an der Wirkpaarung Gut-Wand sind geringer, Dichteunterschiede im Gut treten nicht auf.

Sowohl auf Grund der ernährungsphysiologischen Erkenntnisse, als auch aus den mechanischen Eigenschaften des Dosiergutes folgernd ist eine breite Anwendung von pelletiertem Kraftfutter anzustreben.

## 2. Allgemeine Entwicklung

### 2.1. Stand der Entwicklung

Bild 2 zeigt als Übersicht die Steuerkette der Kraftfütterdosierung in Abhängigkeit von der Milchleistung einer Kuh als Blockschaltbild mit verschiedenen Wegen, die den Mechanisierungsstufen entsprechen.

Tafel I kennzeichnet die Merkmale der Mechanisierungsstufen der Kraftfütterdosierung ausführlicher. Besonders bei der Istwertübertragung und Istwertverarbeitung greift der Mensch oft in die Steuerkette ein, was durch eine Automatisierung verhindert werden soll.

Durch den offenen Wirkungsablauf der Steuerkette wird bei Änderung der Milchmenge (Störgröße Z<sub>1</sub>) die Kraftfüttermenge verändert (Weg 1, 2; Bild 2). Damit wird für eine Automatisierung das Meßglied am wichtigsten; es hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Anzeige (und evtl. Informationsübertragung zum Speicher) der gemessenen Gesamtmilchmenge zur Leistungsüberprüfung,
- Abgabe eines Steuerbefehls an das Dosierorgan (Impulsabgabe) während des Melkens.

Tafel I. Merkmale der Mechanisierungsstufen der Kraftfütterdosierung im Fischgrätenmelkstand

Lfd. Nr.	Mechanisierungsstufe	Weg-Nr. (Bild 2)	Istwert-Gewinnung (Meßglied)	Übertragung	Verarbeitung	Sollwertvorgabe (Verhältnis Milch- bzw. Wassermenge zur KF-Menge)	Steuerorgan	Beispielanlage-Hersteller
1	Handdosierung	—	staatl. Milchleistungskontrolle (Zwösch.)	Mensch	Mensch	subjektiv (Mensch) Futtertabelle (Mensch)	Futter-Meßschaufel (Volumendos.)	„Feed Saver“-Meßschaufel; Gascoigne (England) [11]
2	mechanische Dosierung (Handantrieb)	4	staatl. Milchleistungskontrolle (Zwösch.) Recorder Milko-Scope	Mensch	Mensch	Futtertabelle (Mensch)	Volumendosierer Massendosierer	„M-40“; Technical Industries (USA) [10]
3	halbautomatische Dosierung (Antr. durch E-Motor o. Melkvakuum)	3	Recorder Milko-Scope	Mensch	Mensch	Mensch entspr. Futtertabelle	Volumendosierer mit Zeitschaltuhr Massendosierer	„Dribble-Motor“; Chy (USA) [11]; Anlage von Elfa Elsterwerda
4	automatische Dosierung nach der Milchleistg.	2 1	Milk-o-Meter (Recorder, Milko-Scope) Durchlaufmeßgerät (Milk-o-Meter)	elekt. elekt.; (pneumat.)	elekt. (Mensch-Speicherung; Korrektur) Speicher; Datenverarbeitung	direkte Abh. von gem. Milchmenge, entspr. Futtertabelle Speicher (Mittelwertbildung); Verrechnung nach Futtertabelle, Laktationszeit, Alter usw.)	Volumendosierer Massendosierer	„Tesa-Feeding-System“; Technical Industries (USA) [10]
5	automatische Dosierung nach der verbrauchten Wassermenge	—	Messung der verbr. Wassermenge	elekt.	elekt.	direkte Abh. von gemessenem Wasserverbrauch	Volumendosierer	„Challenger“-Futterautomat; Flowers Equipment (England) [4]

Die zur Zeit verwendeten Milchmengenmeßgeräte können in drei Gruppen eingeteilt werden [8]:

- Geräte, in denen die gesamte ermilchene Milchmenge gesammelt und massen- oder volumenmäßig erfaßt wird (Recorder);
- Geräte, in denen ein bestimmter Teil der durchfließenden Milchmenge gesammelt und gemessen wird (Milko-Scope);
- Geräte, die die gesamte durchfließende Milchmenge volumetrisch oder massenmäßig erfassen (Durchflußmesser) und anzeigen (Milk-o-Meter).

- Zur automatischen Dosierung in Abhängigkeit vom augenblicklichen Milchfluß ist ein Mengenmeßgerät zu fordern, das
- nach dem Durchlaufmeßprinzip die Milchmenge erfaßt;
  - bei 300 bis 400 Torr Melkvakuum arbeitet, ohne einen nennenswerten Vakuumabfall zu verursachen;
  - unabhängig vom Durchsatz 0 bis 4 kg/min innerhalb einer Fehlertoleranz von  $\approx \pm 2\%$  (auf das Gemelk bezogen) anzeigt;
  - eine sofortige Ablesung ermöglicht;
  - einen der augenblicklich abgegebenen Milchmenge entsprechenden elektrischen Impuls erzeugt;
  - die Gesamtmilchmenge mit Nachgemelk anzeigt und evtl. ein entsprechendes Signal bei Beendigung des Melkens abgibt;
  - die Entnahme einer Durchschnittsprobe zur Milchanalyse ermöglicht;
  - den hygienischen Anforderungen gerecht wird und in den Kreislauf der Umlaufspülung mit einbezogen werden kann;
  - robust und einfach hergestellt ist, sich ohne Werkzeug auseinandernehmen läßt und eine hohe Betriebssicherheit aufweist.

Das einzige bisher industriell hergestellte Durchlaufmengenmeßgerät zur Istwertgewinnung, das mit einem Dosierer in einer Steuerkette verbunden wird (2. Weg; Bild 2), ist das in Serie gebaute „Milk-o-Meter“ [10] (Tafel 1, Lfd. Nr. 4). Das Gerät (Bild 3) besteht aus einem zweiteiligen Plastmantel, der durch einen Bügel zusammengehalten wird. Die Milch fließt von oben über Verteilschalen in die Kippgefäße, die mit einer Zählvorrichtung und einem Impulsgeber verbunden sind [9]. Da aus der Literatur sehr unterschiedliche Prüfergebnisse bekannt sind, wurden mit diesem Gerät eigene Untersuchungen unter betriebsähnlichen Bedingungen gemacht. Dabei zeigte sich, daß

- je Kippung und Impuls etwa 0,11 kg abgemessen werden;
- das Gerät bei einem Melkvakuum von 200 bis 450 Torr einwandfrei arbeitet;
- der Vakuumabfall, besonders bei Durchsätzen über 3 kg/min, erheblich wird;
- geringe Undichtheiten einen bedeutenden Vakuumabfall verursachen können;

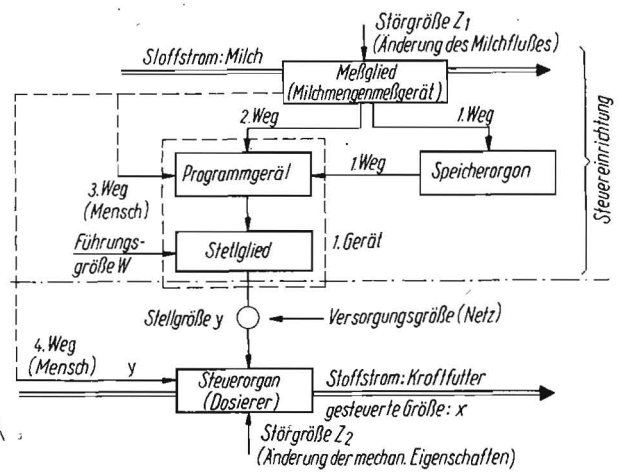


Bild 2. Darstellung der Steuerkette „Kraftfutterdosierung“ auf der Grundlage der Milchleistung einer Kuh [2]. Dabei bedeuten:

1. Weg: Automatische Kraftfutterdosierung in Abhängigkeit vom Mittelwert der Milchleistung über eine gewählte Zeit. Wirkungsablauf: Meßglied  $\rightarrow$  Speicherorgan (Speicherung, Auswertung der Informationen, Abfrage in konst. Zeitabständen)  $\rightarrow$  Programmgerät (Umformung der Informationen in Befehle an das Steuerorgan laut Führungsgröße W)  $\rightarrow$  Steuerorgan (Dosierer);
2. Weg: Automatische Kraftfutterdosierung in Abhängigkeit vom augenblicklichen Milchfluß. Wirkungsablauf: Meßglied  $\rightarrow$  Programmgerät (Empfang und Umformung der Informationen zu Befehlen an Steuerorgan laut Sollwertvorgabe)  $\rightarrow$  Steuerorgan (Dosierer);
3. Weg: Halbautomatische Kraftfutterdosierung. Wirkungsablauf: Mensch (als Teil der Steuerkette erkennt die Kuh, ordnet die der Milchleistung entsprechende Kraftfuttermenge zu oder startet nur die Dosierung entsprechend der konstanten Führungsgröße W)  $\rightarrow$  Programmgerät (mit Zeitschaltuhr)  $\rightarrow$  Steuerorgan;
4. Weg: Mechanische Handdosierung. Wirkungsablauf: Mensch (als Teil der Steuerkette) wirkt unmittelbar auf den Dosierer ein, auf Grundlage von Erfahrungswerten oder der Milchleistungskontrolle

- der Variationskoeffizient bei Durchsätzen von 0 bis 4,5 kg/min unter normalen Betriebsbedingungen geringer als 5% ist;
- eine durchschnittliche Probenahme (etwa 1 bis 2% der Gemelkmenge) möglich ist;
- sich das Gerät schwierig säubern läßt.

Die o. g. Forderungen an ein Durchlaufmengenmeßgerät werden zum Teil erfüllt; das Funktionsprinzip kann als brauchbar angesehen und weiterentwickelt werden. Allerdings wird der Vakuumabfall bei der Ausrüstung eines FGM mit je einem Milk-o-Meter für jede Box zu hoch sein (Strömungs-

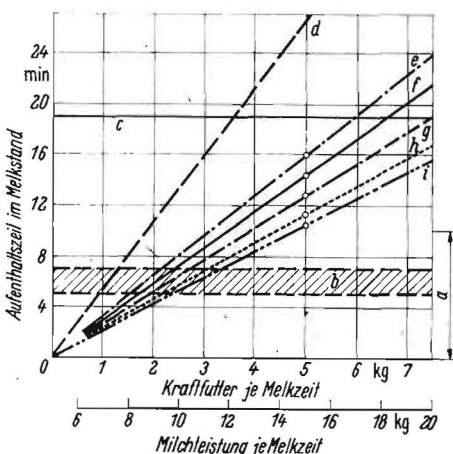
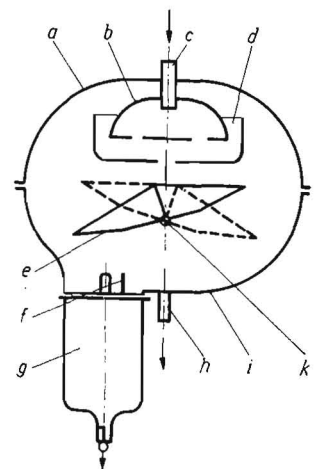


Bild 1

Einfluß der Kraftfutteraufbereitungsarten auf die Preßzeit - nach MÜLLER [5]. a maximale Aufenthaltszeit im Melkstand, b Grenze der Melkdauer, c theoretisch maximale Aufenthaltszeit im Melkstand, d 5,3 min/kg trockenes Kraftfuttermisch, e 3,2 min/kg Preßlinge mit 13 mm Dmr., f 2,9 min/kg Kraftfuttermisch: Wasser = 1 : 2, nicht fließfähig, g 2,6 min/kg Preßlinge mit 8 mm Dmr., h 2,2 min/kg Kraftfuttermisch: Wasser = 1 : 2, fließfähig, i 2,1 min/kg Preßlinge mit 3,2 mm Dmr.

Bild 3

Schematische Darstellung des Milk-o-Meters [2] a Oberteil; b geschlossene Schale; c Anschluß des Milchschlauches vom Melkzeug; d offene Schale; e zweiteilige Kippschale; f Absatz; g Becher zur Entnahme einer Milchprobe; h Anschluß des Milchschlauches zur Milchleitung; i Unterteil; k Achse der Kippschale



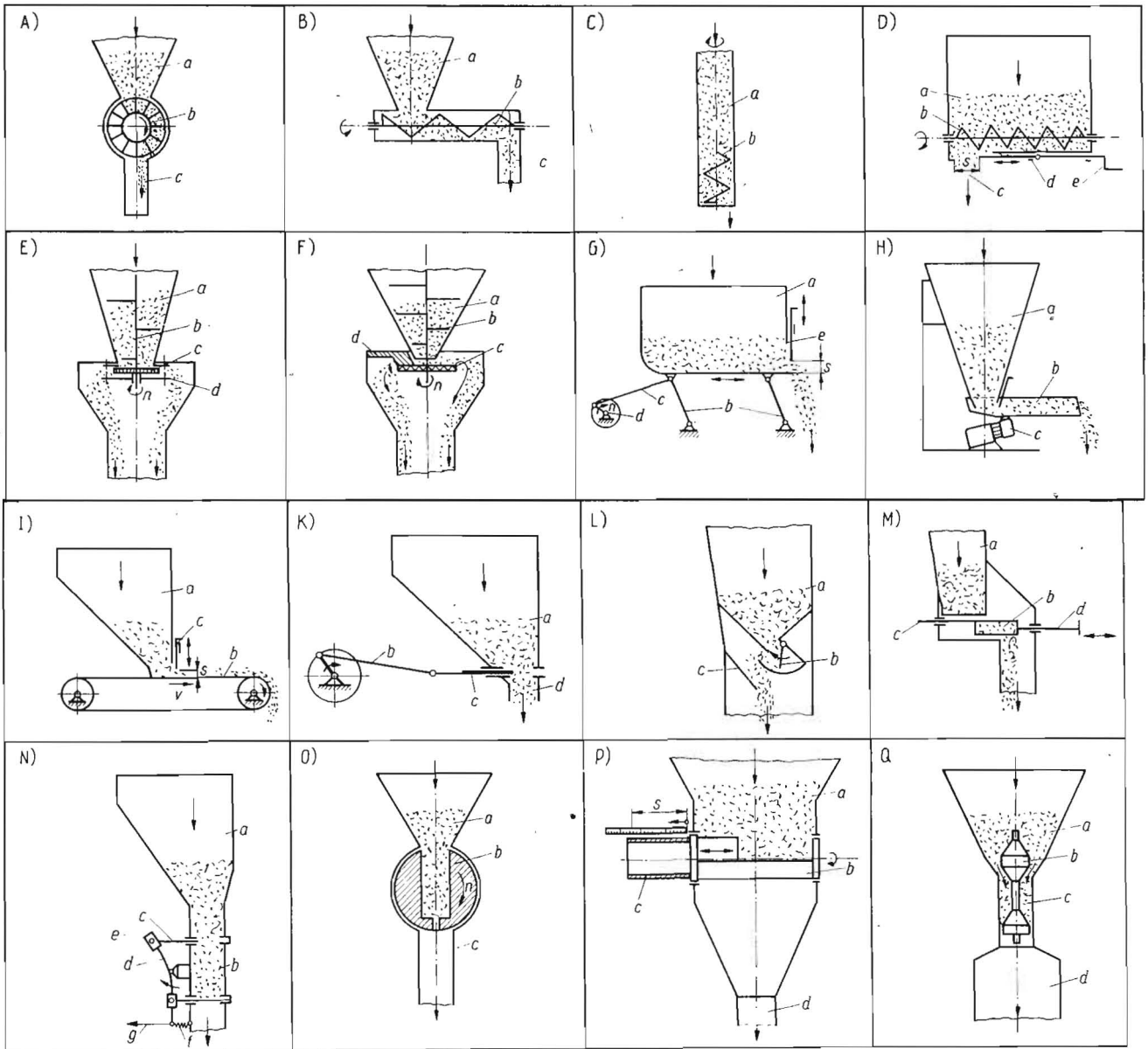


Bild 4. Kinematische Schemata von Dosierprinzipien für die Kraftfuttermischnung in stationären Anlagen [2]

A bis K kontinuierlich arbeitende Dosierer; L bis Q absatzweise arbeitende Dosierer;

- A) Zellenraddosierer ( $n =$  veränderlich); a Vorratsbunker, b Zellenrad, c Futterrohr;
- B) Schneckendosierer ( $n =$  veränderlich); a Vorratsbehälter, b Schnecke, c Futterrohr;
- C) Schneckendosierer, senkrecht ( $n =$  veränderlich), a Vorratsbehälter, b Schnecke;
- D) Schnecken-Schieberdosierer ( $n =$  const.,  $s =$  veränderlich), a Vorratsbunker, b Schnecke, c Ausfallöffnung, d Schieber, e Handkurbel;
- E) Tellerdosierer mit starrem Teller und drehenden Auswerferarmen ( $n =$  veränderlich); a Vorratsbehälter, b Antriebswelle mit Rührwerken, c drehbare Auswerferarme, rückwärts gebogen, d starr befestigter Teller;
- F) Schleuder-Tellerdosierer mit drehendem Teller und starren Abstreifblechen ( $n =$  veränderlich); a Vorratsbehälter, b Antriebswelle mit Rührarmen, c drehbarer Teller, d Abstreifbleche (starr);
- G) Schwingrinnen-(Schüttler)-Dosierer ( $s, n =$  veränderlich); a Vorratsbehälter, b Doppelschwinge, c Schubstange, d Kurbeltrieb ( $n =$  veränderlich), e Schieber

- H) Vibrator ( $f =$  veränderlich); a Vorratsbehälter, b Schwingrinne, c Unwuldmotor ( $n =$  veränderlich);

- I) Dosierband ( $v, s =$  veränderlich); a Vorratsbehälter, b Förderband, c Schieber;

- K) Schwingender Schieber (Taktzahl veränd.); a Vorratsbehälter, b Kurbeltrieb ( $n =$  veränderlich), c hin- und hergehender Schieber, d Ausflußrohr des Futters;

- L) Auswurfdosierer (Taktzahl veränd.); a Vorratsbehälter, b Auswurfklappe (schwingend), c Leitblech;

- M) Schubladendosierer (Taktzahl veränd.); a Vorratsbehälter, b Schublade (viereckiger Rahmen ohne Boden), c Abdeckblech, d Zugstange;

- N) Schieberdosierer (Taktzahl veränd.); a Vorratsbehälter, b Dosierkammer, c Schieber, d Kipphebel, e Gleitstück, f Zugfeder, g Handzug;

- O) Drehkolbendosierer ( $n =$  veränderlich); a Vorratsbehälter, b drehender Kolben mit Dosierraum, c Abflußrohr;

- P) Drehkolbendosierer ( $s =$  veränderlich); a Vorratsbehälter, b Dosierkolben (halber Zylinder), c Füllzylinder (axial beweglich), d Abflußrohr des Futters;

- Q) Doppelkegeldosierer (Hubzahl veränderlich); a Vorratsbehälter, b Doppelkegel (axial beweglich), c Dosierraum, d Futterabfluß

widerstände, eventuell Undichtheiten). Dazu sind noch wesentliche konstruktive Verbesserungen notwendig.

Das Steuerorgan arbeitet bei der leistungsabhängigen Kraftfuttergabe vorwiegend nach dem Prinzip der Volumendosierung. Der Geräteaufbau ist einfacher und billiger als bei der Massendosierung und die Genauigkeit der Zuteilung ( $\pm 10\%$  [3]) wird allgemein als ausreichend angesehen. Die Probleme bei dem eigentlichen Dosiervorgang sind vorwiegend technischer Art und lassen sich größtenteils durch konstruktive Maßnahmen lösen. Bild 4 zeigt einige Lösungsmöglichkeiten volumetrisch arbeitender Dosierer für schüttfähiges Kraftfutter. Diese können eingeteilt werden in

- Dosierorgane mit kontinuierlichem Förderstrom (A bis I);
- absatzweise arbeitende Dosierer mit konstanter Portionsgröße (M bis Q; Q) oder regelbarer Portionsgröße (K; L; P).

Am häufigsten finden Zellenrad- und Schneckendosierer Anwendung, wobei der im wesentlichen von der konstruktiven Ausführung und den mechanischen Eigenschaften des Dosiergutes abhängige Dosierfehler sehr gering sein kann (3 bis 5% [3]).

Die in Tafel 1 beschriebenen Merkmale der einzelnen Mechanisierungsstufen kennzeichnen die Unzulänglichkeit der Hand- und mechanischen Dosierung (Lfd. Nr. 1; 2) in einer Großanlage.

Bei der halbautomatischen Dosierung versucht man, durch eine Veränderung der Laufzeit des Dosierorgans (intermittierend oder mit konstantem Durchsatz arbeitend), die Kraftfuttermenge über einen längeren Zeitraum zu verteilen, wobei die Steuerung mit Hilfe von Zeitschaltuhren erfolgt. Die Milchabgabe jeder Kuh kann mit Hilfe von Recordern gemessen werden, wie es bei der Anlage des VEB Elfa Elsterwerda vorgesehen ist. Diese arbeitet mit Schneckendosierern, die an jeder Standseite des FGM von einer durchgehenden Welle über zeitgesteuerte Klinkenkupplungen (mit Zugmagneten) angetrieben werden. Der Melker kann an einem zentralen Schalter für jedes Tier die entsprechende Kraftfuttermenge vorwählen. Der Transport des Futters zu den Dosierern erfolgt von einem Vorratsbunker aus mit Schneckenförderern oder einer endlosen Gliederkette (im Rohrstrang).

Bei dem einzigen bisher industriell auf Baugruppenbasis hergestellten automatisch arbeitenden Kraftfutterdosiergerät (Tesa-Automatic Ratio Feeding System) [9] erfolgt die Zuteilung des Futters in direkter Abhängigkeit vom augenblicklichen Milchfluß (Tafel 1; Lfd. Nr. 4). Dabei strömt die vom Melkzug kommende Milch durch das Milk-o-Meter und die elektrischen Impulse werden zum Programmgerät weitergeleitet (siehe Bild 2), an dessen Stellglied das Verhältnis der Milch- zur Kraftfuttermenge von 2:1 bis 8:1 vom Melker verändert werden kann. Dabei wird technisch die Laufzeit des Dosierantriebsmotors (Zellenraddosierer) je Impuls (0,2 bis 1 s) verändert [10].

## 2.2. Schlußfolgerungen für die Automatisierung der Kraftfutterdosierung

Einer Automatisierung der Kraftfutterdosierung auf Grundlage des augenblicklichen Milchflusses entsprechend dem a. g. Tesa-Dosierer (2. Weg, Bild 2) kann nicht vorbehaltlos zugestimmt werden, da

- ein Absinken der Milchleistung infolge veränderter Umweltbedingungen oder Krankheit des Tieres sofort eine geringere Kraftfuttergabe zur Folge hat;
- die Aufenthaltszeit im Melkstand nicht voll zur Futteraufnahme ausgenutzt werden kann, da die Kuh erst mit Beginn des Milchflusses Kraftfutter zugeteilt erhält;
- ein automatisch arbeitendes Gerät, an dem der Melker entsprechende Einstellungen vornehmen kann, oft den ursprünglichen Charakter verliert, da individuell bei jeder Kuh unkontrollierte Veränderungen möglich sind.

Sinnvoll wird die Automatisierung erst, wenn der Mensch nicht mehr unkontrolliert in den Wirkungsablauf der Steuerung eingreifen kann. Der 1. Weg, Bild 2, stellt diese Steuerkette dar (s. a. Tafel 1). Die vom Tier abgegebene Milchmenge wird gemessen und (evtl. mit den Werten der automatisch vorgenommenen Milchanalyse zusammen)

einem Speicher zugeführt. In entsprechenden Zeitabständen (z. B. 3 Tage) werden die gespeicherten Informationen (Milchmenge) unter Berücksichtigung von Störgrößen (z. B. des Laktationszeitpunktes) verrechnet und beim Erkennen der Kuh als Steuerbefehl an das Programmgerät weitergeleitet. So kann nach vor Beginn des Melkprozesses anhand einer wissenschaftlich gesicherten Sollwertvorgabe die benötigte Kraftfuttermenge dosiert werden.

Es ergeben sich hier bei der Realisierung folgende technische Schwierigkeiten:

- die Kennzeichnung einer Kuh, das automatische Erkennen und somit das Abfragen des Speicherorgans sind noch nicht gelöst;
- eine entsprechend betriebssichere und billige Herstellung der Anlage, insbesondere des Speichers, ist noch nicht gewährleistet.

Der Möglichkeit einer ökonomischen Ausnutzung von automatischen Dosieranlagen stehen neben den technischen Problemen noch ungeklärte Fragen der Tierzucht und Tierernährung gegenüber, denn obwohl von Seiten der Landwirtschaft eine Steigerung der Milchproduktion um etwa 10% bei exakter Kraftfutterdosierung und Nährstoffverwertung für möglich gehalten wird, sind bisher noch keine exakten Angaben zum Nachweis dieser Behauptung und damit des ökonomischen Nutzeffektes des hohen technischen Aufwands einer Automatisierung gemacht worden. Vorrangig müssen deshalb folgende Probleme gelöst werden:

- Untersuchung der Möglichkeiten und der Wirtschaftlichkeit einer Erhöhung der Nährstoffkonzentration im Kraftfutter;
- Untersuchung der günstigsten Aufbereitungsform des Kraftfutters und der Zuteilung im Melkstand;
- Untersuchung des Pufferungsvermögens der Kuh in Hinsicht auf die Gefahr einer „Herunterregelung“ und auf die zulässigen Dosierfehler;
- Möglichkeiten der automatischen Erkennung und Kennzeichnung der Kuh;
- Entwicklung eines zentralen Speicherorgans im Melkstand unter Berücksichtigung der erschwerten Betriebsbedingungen;
- Untersuchungen über den ökonomischen Nutzen (Studie) der den o. g. Mechanisierungsstufen entsprechenden Anlagen einschließlich einer Datenverarbeitung im FGM von Großanlagen.

Vor Klärung dieser Fragen ist zur schnellen Einführung der leistungsabhängigen Kraftfutterdosierung der Einsatz von halbautomatischen Anlagen zu empfehlen, wie sie vom VEB Elfa Elsterwerda gegenwärtig entwickelt werden.

## 3. Zusammenfassung

Es wurde versucht, die Probleme und Schwierigkeiten aufzuzeigen, die eine Automatisierung der Kraftfutterdosierung aufwirft. Dabei sind vor allem die tierphysiologischen Forderungen von Bedeutung. Es werden die Mechanisierungsstufen anhand von Beispieldanlagen beschrieben und eingeschätzt. Bei einer Automatisierung des Arbeitsganges „Kraftfutterzuteilung in Abhängigkeit von der Milchleistung der Kuh“ sind die Istwertgewinnung (Milchmengenmessung) und eine gesicherte Sollwertvorgabe vorrangig zu bearbeiten.

Zur schnellen Einführung in die Landwirtschaft stellt zur Zeit eine halbautomatische Dosieranlage für den FGM, entsprechend der vom VEB Elfa Elsterwerda entwickelten Variante, die günstigste Lösung dar.

## Literatur

- [1] KLEIBER, H.: Handbücherei des Genossenschaftsbauern; Milchproduktion. Iden-Rohrbeck (Manuskript).
- [2] TÜRK, M.: Kraftfutterdosierung im Melkstand unter besonderer Berücksichtigung der automatischen Zuteilung in Abhängigkeit von der Milchleistung der Kuh. Literaturbericht, IML der DAL zu Berlin, Potsdam-Bornim 1968 (unveröffentlicht)
- [3] NOACK, W., u. a.: Mechanisierte Rinderfütterung. Forschungsabschlußbericht Nr. 26-80-21-4-12/2 Z. DAL zu Berlin, Institut für Landtechnik, Potsdam-Bornim 1964 (unveröffentlicht)
- [4] —: Challenger. Prospekt der Firma Flowers Equipment Co., Yealmington, Plymouth, Devon (England) 1967
- [5] MÜLLER, M.: Einfluß der Aufbereitungsform auf die Freizeiten bei Milchkuhen. Tierzucht, Berlin 17 (1963) H. 2, S. 72 bis 75
- [6] RÜHMANN, H. / M. SCHURIG: Fütterungstechnik im Melkstand. Kraftfutter, Hannover 50 (1967) H. 4, S. 176 bis 178 und S. 180 bis 182
- [7] —: Electronic devices enable dairyman to feed each cow according to production. Electricity on the Farm, New York, Juli-August, (1961) S. 12 und 13
- [8] KOJAR, K., u. a.: Information über Geräte zum Feststellen der von den einzelnen Kühen ermolkenen Milchmenge. Bericht des VUZT, Prag-Repy 1964 (unveröffentlicht)
- [9] JAQUITH, B. K.: Continuous weighing mechanism for fluids. United States Patent Office, USA Patent Nr. 2 998 722; CL. 73-219 Ausgabetag: 5. Sept. 1961
- [10] —: Bedienungsanleitung des Milk-o-Meter und Feed-o-Meter. Technical Industries Inc., Fort Lauderdale, Florida (USA); 1965/1966
- [11] —: Set a dial to feed each cow. (The Royal Dairy Show) Practical Power Farming; London 31 (1963) H. 11, S. 23 und 25 A 7280