

1. Aufgabenstellung

In der Landwirtschaft der DDR beträgt die Bruttoproduktion je Arbeitskraft nur rund ein Drittel derjenigen in der Industrie. Die Grundfondsausstattung eines Arbeitsplatzes beträgt in der Landwirtschaft 34 441 M im Gegensatz zu 87 000 M in der Industrie /1/. Daraus folgt, daß die gegenwärtig angewendeten Produktionsverfahren durch neue ersetzt werden müssen, die eine höhere Arbeitsproduktivität ermöglichen.

Für das spezielle Gebiet der Fütterung von Milchkühen lassen sich diese Bestrebungen in 3 Etappen unterteilen:

1. Teilweiser Ersatz von Handarbeit durch Maschinen (z. B. Futtermittelverteilungswagen anstelle von Futtermittelverteilern in Handarbeit vom Plattformanhänger)
2. Völliger Ersatz von Handarbeit durch Maschinen (z. B. ortsfest installierte Verteileinrichtungen, die automatisierbar sind)
3. Automatisierung der Fütterung.

Gegenwärtig beginnt sich der Übergang zur 2. Etappe zu vollziehen /2/; erste Untersuchungen beschäftigen sich mit Realisierungsmöglichkeiten der 3. Etappe /3/.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß heute mit dem Bau von Großstallanlagen eine wesentlich höhere Investitionssumme absolut (M je Anlage) wie relativ (M je Arbeitsplatz) bereitzustellen ist als bei dem in den 50er Jahren noch üblichen Bau von Anlagen mit 100 bis 200 Tieren. Mit steigender Investitionssumme steigt das Investitionsrisiko. Zur Vermeidung von Fehlinvestitionen sind daher die Verfahrenskosten weit schärfer zu kalkulieren, als das in der Vergangenheit der Fall war. Über die zu diesem Zweck angewendete Methode und die ersten Ergebnisse soll nachfolgend berichtet werden.

2. Methodik

Betrachtet man ein bestimmtes Fütterungsverfahren, dann kann man feststellen, daß es aus mehreren Teilabschnitten besteht. Jeder dieser Teilabschnitte enthält im allgemeinen mehrere Funktionselemente. Unter einem Funktionselement werden ein einzelnes mechanisches Produktionsinstrument, ein einzelnes Gebäude bzw. eine einzelne bauliche Einrichtung verstanden, die der Erfüllung einer bestimmten Aufgabe dienen.

In der Gesamtheit eines Verfahrens kann man seine Funktionselemente als Bausteine des Verfahrens betrachten. Ein bestimmtes Verfahren ergibt sich, wenn bestimmte Bausteine in bestimmter Weise zueinander in Beziehung gebracht werden. Dieser „Bausteincharakter“ von Verfahren kann auf ökonomische Untersuchungen übertragen werden. Genauso, wie man bei der Zusammenstellung eines Verfahrens aus einzelnen technisch-technologischen Bausteinen, also mechanischen Produktionsinstrumenten und baulichen Einrichtungen, die Vor- und Nachteile eines jeden einzelnen abwägt, so kann man auch die Verfahrenskosten als aus einer Vielzahl ökonomischer Bausteine bestehend betrachten. Jeder dieser Bausteine verursacht Kosten, die sich aus dem Wirken einer Vielfalt von Einflußfaktoren ergeben, in einer durch die jeweilige Stellung des Funktionselementes im Verfahren bedingten unterschiedlichen Höhe. Das Wirken aller Einflußfaktoren ist für jeden einzelnen ökonomischen Baustein, also für jedes einzelne Funktionselement zu erfassen und für die Kalkulation der Verfahrenskosten zu berücksichtigen.

In Bild 1 sind diese Gedankengänge schematisch dargestellt. Der Vorteil eines solchen Vorgehens besteht in der Möglichkeit, daß alle in Frage kommenden Einflußfaktoren dem unmittelbaren Zugriff zugänglich gemacht werden. Dadurch wird die Entscheidung für die Wahl eines bestimmten von mehreren möglichen Verfahren auf einer viel breiteren Basis möglich als bisher. Wenn davon in der Vergangenheit kaum Gebrauch gemacht wurde, so ist das sicherlich darauf zurückzuführen, daß ein solches Vorgehen mit beträchtlichem Aufwand bei der Kalkulation verbunden ist. Hinzu kommt auch noch die Tatsache, daß noch vor wenigen Jahren nicht eine solche Vielfalt von Verfahren zur Auswahl stand, wie das heute der Fall ist.

Daraus ergibt sich die Aufgabe, ein einheitliches Rechenschema zu entwickeln, dessen Aufgabe es sein muß, nach einer bestimmten Vorschrift in immer demselben Ablauf der Rechenoperationen die Berechnung der Verfahrenskosten beliebiger Fütterungsverfahren zu ermöglichen. Ist diese Aufgabe gelöst, kann der so geschaffene Algorithmus für die Abarbeitung auf einem Rechenautomaten programmiert werden. Für die vorliegenden Untersuchungen wurde die Rechenanlage ROBOTRON 300 eingesetzt. Über die erzielten Ergebnisse soll abschließend am Beispiel des nachfolgend beschriebenen Fütterungsverfahrens berichtet werden.

3. Ergebnisse

Der Aufwand an Handarbeit ist in der projektierten Anlage soweit reduziert, wie das zum gegenwärtigen Zeitpunkt möglich ist. Folgende Arbeitsgänge laufen ohne Handarbeit ab:

- Entnahme von Silage aus Hochsilos
- Entnahme von getrockneten Zuckerrübenschnitzeln aus Hochsilos
- Entnahme von Trockengrünutpellets aus Aluminiumlagerbehältern
- Transport, Dosierung und Verteilung der genannten Futtermittel an die Tiere
- Annahme, Transport, Dosierung und Verteilung von Naßsilage und Grünfütter
- Entnahme, Dosierung, Transport und Verteilung von Mineralstoffgemisch (und Kraftfutter an nicht im Melkkarussell gemolkene Kühe).

Lediglich das Entnehmen und der Zwischentransport von Naßsilage zwischen Horizontalsilo und Anfang Futtersammelband machen den Einsatz von Handarbeit notwendig. Bei einer Bestandsgröße von 2 000 Kühen, darunter 1 520 melkenden, die in einem Stall (Laufstall) untergebracht sind, beträgt das Tier:Freßplatzverhältnis 1 : 1. Die vielseitig zusammengesetzte Futtermittelration besteht im Winter aus

Anwecksilage, Naßsilage, Trockengrünutpellets und Trockenschnitzeln, Mineralstoffgemisch und Kraftfutter und im Sommer aus Grünfütter und Naßsilage.

Nachdem sämtliche Daten, die zur Berechnung der Verfahrenskosten benötigt werden, in einer Datenerfassungstabelle zusammengestellt sind, wird ihr Inhalt (1 039 Daten) auf Lochstreifen übertragen, worauf die Verfahrenskosten mit Hilfe des Rechenautomaten errechnet werden. Das Ergebnis in Form der Entwicklung der Summe der Verfahrenskosten über der technologisch bedingten Reihenfolge der einzelnen Funktionselemente veranschaulicht Bild 2, Kurve 1.

Aus der graphischen Darstellung ergeben sich noch deutlicher als bei Betrachtung der zahlenmäßigen Rechenergebnisse die Struktur und damit die Schwerpunkte der Verfahrenskosten. Mit einem Anteil von rd. 54 Prozent an den Verfahrenskosten

* VEB Kombinat Fortschritt Neustadt

¹ Gekürzte Fassung eines Vortrages anlässlich der 2. Wissenschaftlichen Tagung der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik der TU Dresden am 23. und 24. Juni 1970

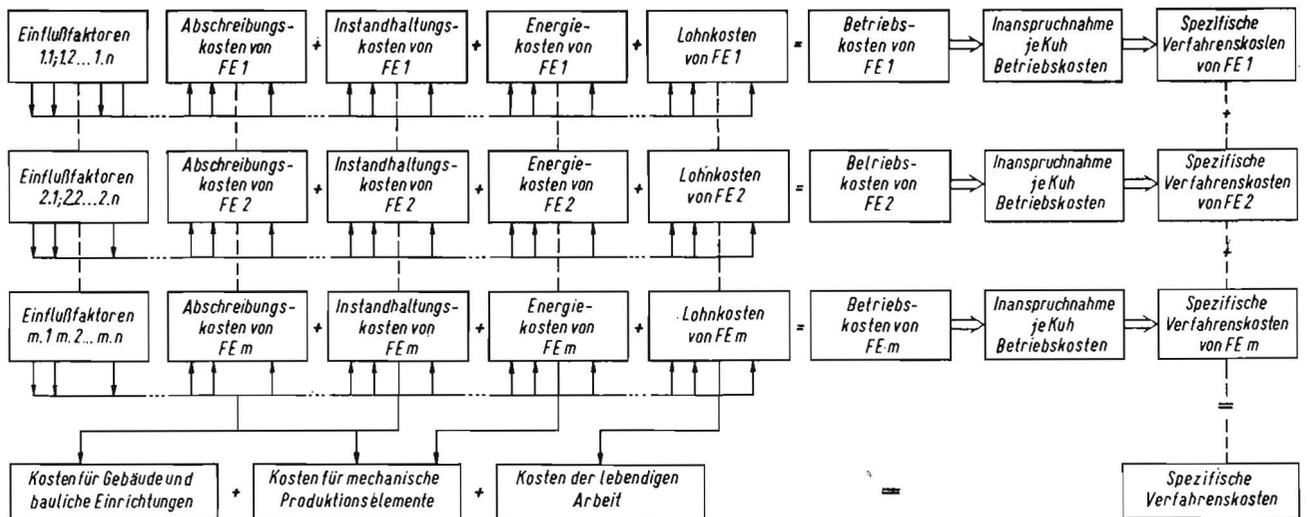


Bild 1. Entstehung der Verfahrenskosten aus ökonomischen Bausteinen; FE Funktionselement

dominieren dabei die Kosten für die „Futterkonservierung“. Die Ursachen für diesen hohen Anteil bilden die Kosten für die Gärfutterbehälter und die Beschickungskosten.

Der Anteil des Abschnittes „Verteilung“ an den Verfahrenskosten beträgt rd. 20 Prozent. Auch hier sind 3 Kostenschwerpunkte in der Reihenfolge „Krippenfutterband“, „Zentralfutterband“ und „Selbstfangreißgitter“ zu erkennen. Diese Tatsache ergibt sich aus der Aufstallung „1 Tier je Freßplatz“. Praktisch denselben Anteil an den Verfahrenskosten nehmen mit 19 Prozent die Funktionselemente des Abschnittes „Entnahme, Zwischentransport“ ein. Hier, wie auch im Abschnitt „Mischung, Dosierung“ (7 Prozent der Verfahrenskosten) lassen sich keine Funktionselemente als ausgesprochene Kostenschwerpunkte bezeichnen.

Technologische Untersuchungen mit dem Ziel, die Verfahrenskosten zu senken, müssen demzufolge in erster Linie bei den genannten Kostenschwerpunkten einsetzen. Darüber hinaus muß aber neben diesen Schwerpunkten jedes einzelne Funktionselement eines Verfahrens daraufhin untersucht werden, ob dessen Anteil an den Verfahrenskosten einerseits technologisch notwendig und andererseits ökonomisch gerechtfertigt ist.

Beginnend mit dem Abschnitt „Konservierung“ soll daher nachfolgend der Einfluß bestimmter technologischer Veränderungen auf die Verfahrenskosten des beschriebenen Verfahrens untersucht werden. Dabei darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß die ökonomische Aussage immer nur eine Seite einer Maßnahme beleuchtet; technisch-konstruktive Fragen, territoriale und solche der Systemvereinheitlichung u. a. können der ökonomischen Aussage entgegenstehen.

1. Veränderung

Als erstes erhebt sich die Frage, ob eine Bevorratung mit Feuchtsilage für die gesamte Futterperiode notwendig ist. Aus der folgenden Übersicht geht hervor, daß 60 Tage im Jahr aus doppelt befüllbarem Siloraum gefüttert werden kann, wenn man akzeptiert, daß in der Zeit vom 20. Sept. bis zum Ende der Vegetation noch genügend Grünmasse aufwächst, die sich für die Silierung in Horizontalsilos eignet.

Beginn der Grünfuterernte Datum	Füllungs-ende des 1. Silos Datum	Entnahme-beginn des 1. Silos Datum	Entnahme-schluß des n-ten Silos Datum	Zeitdauer der Doppel-nutzung Tage
15. Mai	20. Mai	20. Juli	20. Sept.	60

Die mögliche Einsparung beträgt 3 500 m³ Siloraum, das entspricht einer Verringerung des Siloraumbedarfs auf

84 Prozent gegenüber der Ausgangsvariante. Die Verfahrenskosten, die sich aufgrund dieser Maßnahme ergeben, sind in Kurve 2, Bild 2, dargestellt. Die Verfahrenskosten sinken auf 98 Prozent derjenigen des Ausgangsverfahrens. Betrachtet man die — prozentual gesehen — sehr geringe Senkung der Verfahrenskosten, dann ist man versucht, diesen Wert als innerhalb der Grenze eines Fehlers liegend zu betrachten. Daß diese Grenzen sicherlich sehr eng gesteckt sind, geht aus der Betrachtung solcher Aspekte wie Senkung der Investitionen, Einsparung von Beton, Montage und Arbeitskapazität sowie von Teilen des Bodenfonds hervor.

2. Veränderung

Der Beitrag der Trockenschnitzel zur Energiebilanz der Winterfütterration beträgt rd. 6 Prozent. Trockenschnitzel haben im Durchschnitt dieselbe Energiekonzentration wie Trockengrüngutpellets, die ohnehin in der Ration vorgesehen sind. Daher war es naheliegend zu untersuchen, welchen Einfluß ein Ersatz des sowieso geringen Anteils der Trockenschnitzel durch Trockengrüngutpellets auf die Verfahrenskosten ausübt.

Systemcharakter und Komplexität der Verfahrenskosten zeigen sich unter anderem auch darin, daß diese einzelne Maßnahme nicht für sich betrachtet werden kann, sondern folgende Veränderungen nach sich zieht:

- Verringerung der Investitionen für die Trockenfutterlagerung
- Wegfall von 2 Obenentnahmefräsen für Trockenschnitzel
- Wegfall des Bandförderers für Trockenschnitzel
- Verkürzung des Bandförderers zwischen den Hochsilos
- Wegfall des Dosierers für Trockenschnitzel.

Die Verfahrenskosten, die sich aus den bisherigen Veränderungen ergeben, veranschaulicht Kurve 3 (Bild 2). Sie betragen nunmehr 95 Prozent derjenigen des Ausgangsverfahrens.

In der gleichen Weise wurde nun der Einfluß weiterer im folgenden kurz aufgeführter Veränderungen auf die Verfahrenskosten untersucht.

3. Veränderung

- Nutzung einer Fräse für die Entleerung mehrerer Silos (Kurve 4), (Senkung der Verfahrenskosten auf 94 Prozent).

4. Veränderung

- Nutzung des Annahmedosierförderers außer für Grüngutannahme auch für Feuchtsilageannahme.

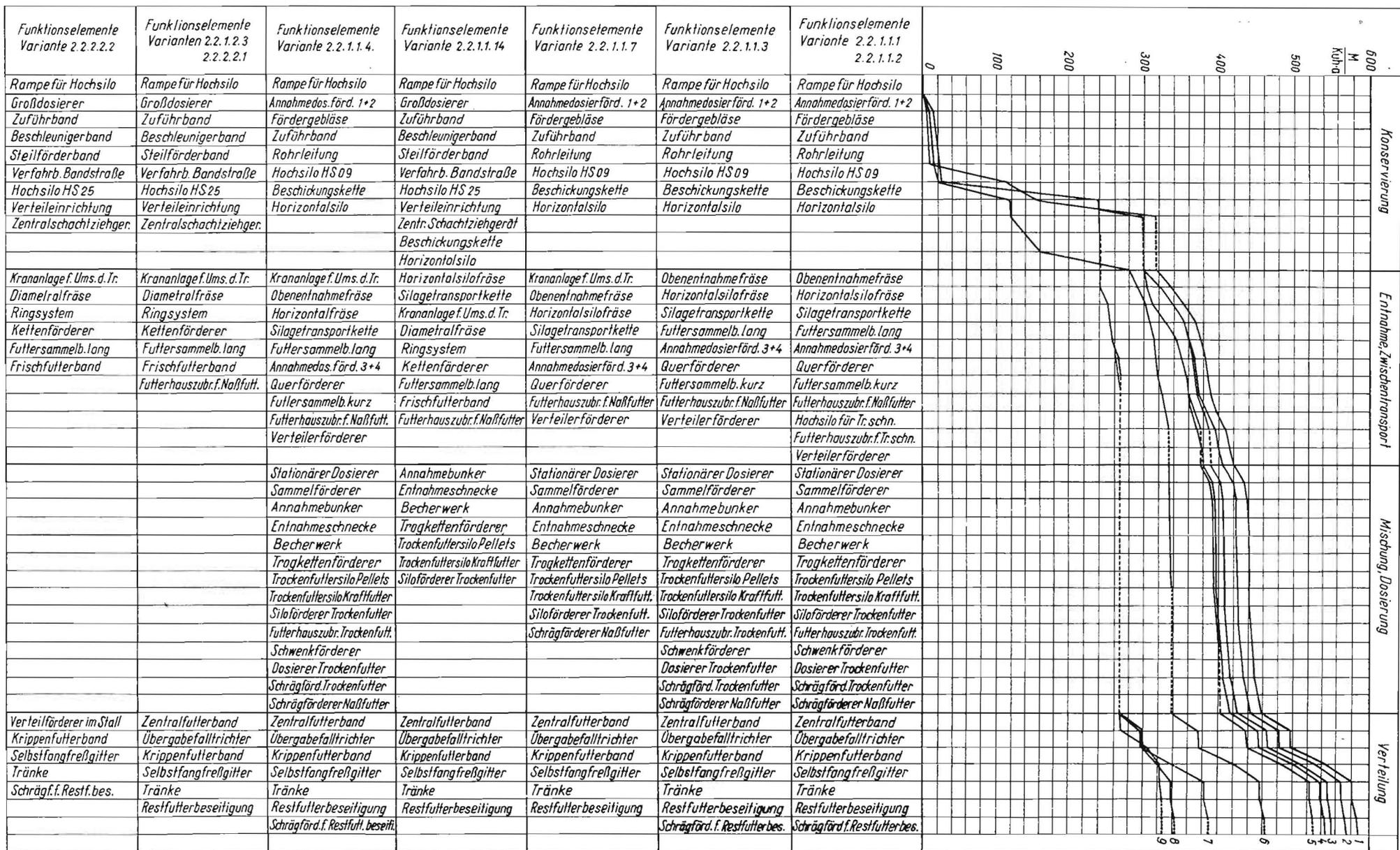


Bild 2. Die Entwicklung der Verfahrenskosten über der Reihenfolge der Funktionselemente

- Anordnung aller Hochsilos an einem durchgehenden Bandförderer
- Nutzung der Austragschnecken der Trockenfutterlagerbehälter als Dosierelement
- Drehung der Grundfutterdosierer um 180 Grad zwecks Verkürzung des Zentralfutterbandes und Wegfall von 2 Bandförderern. (Kurve 5) (Senkung der Verfahrenskosten auf 91 Prozent)

5. Veränderung

- Einführung großvolumiger Hochsilos und damit leistungsfähigerer Beschickungs- und Entnahmegeräte. Übernahme der Dosierfunktion durch letztere. (Kurve 6) (Senkung der Verfahrenskosten auf 80 Prozent)

6. Veränderung

- Übergang zu ausschließlicher Silagefütterung im Winter, bzw. ausschließlicher Grünfütterung im Sommer unter Beibehaltung eines Silageanteils von 25 Prozent der Winterration (Kurve 7) (Senkung der Verfahrenskosten auf 64 Prozent)

7. Veränderung

- Erhöhung des Tier:Freßplatzverhältnisses in 2 Varianten (Kurve 8 und 9) (Senkung der Verfahrenskosten auf 57 Prozent bzw. 54 Prozent).

Zusammenfassung

Eine wichtige Entscheidungsgrundlage bei der Errichtung von Großstallanlagen stellen die zu erwartenden Verfahrenskosten dar. In Anbetracht des mit zunehmender Anlagengröße und zunehmender Zahl von technisch-technologischen Realisierungsmöglichkeiten einzelner Verfahren steigenden Investitionsrisikos sind die zu erwartenden Verfah-

renskosten daher viel schärfer zu kalkulieren, als das in der Vergangenheit der Fall war. Als Beitrag zur Lösung dieser Aufgabe werden im vorliegenden Aufsatz eine Methode und einige Ergebnisse ihrer Anwendung dargestellt.

Letztere lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die mit Hilfe des angewendeten Rechenprogramms ermöglichte Untersuchung des Einflusses einzelner Parameter auf die Verfahrenskosten zeigt, daß eine große Zahl von Möglichkeiten zur Beeinflussung der Verfahrenskosten auch durch scheinbar geringfügige technologische Veränderungen besteht.
2. Der durch vollständig durchgeführte Mechanisierung bzw. Automatisierung erreichte praktisch vollständige Verzicht auf Handarbeit führt gegenwärtig noch zu höheren Kosten als bei herkömmlichen Verfahren.
3. Arbeitssparende Produktionsverfahren sind daher unter Beibehaltung der Vorteile der Automatisierung derart zu mechanisieren, daß ihre Verfahrenskosten diejenigen herkömmlicher Verfahren nicht überschreiten. Das läßt sich nur durch weitestgehende Vereinfachung der Verfahren erreichen.
4. Voraussetzung für eine Vereinfachung der Mechanisierung ist eine Vereinfachung der Ration.
5. Der Aufstallung von mehreren Tieren je Freßplatz ist gegenüber nur einem Tier je Freßplatz der Vorzug zu geben.

Literatur

- [1] KITTNER, M.: Entwicklungstendenzen beim Einsatz der Grundmittel in der Rinderhaltung. Tierzucht (1968) II. 12, S. 531
- [2] THURM, R.: Entwicklungstendenzen von Verfahren der Milch- und Rindfleischproduktion. Deutsche Agrartechnik (1970) II. 8, S. 348
- [3] SCHÜRDER, E.: Möglichkeiten und Grenzen der Mechanisierung der Milchviehhaltung. Deutsche Agrartechnik (1970) II. 8, S. 350

A 8140

Dipl.-Ing. J. HOLZ, KDT*

Standortprojektierung von Grundfutterhochsilos in Produktionsanlagen der Rinderhaltung

Mit größer werdenden Anlagen der Viehwirtschaft wird eine industriearartige Futtermittellieferung erforderlich. Sie wird u. a. gekennzeichnet durch Zuverlässigkeit der Versorgung, Gleichmäßigkeit der Rationen und Anpassungsfähigkeit an witterungsbedingte Einflüsse. Das verlangt, daß die Grundfutterversorgung mit Konservaten erweitert wird. Typisches Merkmal dieser Entwicklung ist der wachsende Einsatz von Hochbehältern und Förderstrecken/1/.

Eine funktionelle Trennung zwischen Futterpflanzenerzeugung, -ernte, -transport, -konservierung und Fütterung ist in solchen Anlagen nicht sinnvoll. Diese Produktionsanlagen stellen Systeme dar, in denen die Einrichtungen der Futterversorgung ein Teilsystem bilden (Bilder 1 und 2). Hochproduktive Systeme der Grundfutterversorgung erfordern hohe Investitionen. Ihre Wirtschaftlichkeit ist bereits bei der Projektierung zu sichern (Bild 3).

Ziel der hier methodisch skizzierten Untersuchung ist es, für sinnvolle Anlagenvarianten optimale Standortvarianten der Grundfutterhochbehälter zu finden/2/.

Eine allgemeine Lösung des Problems erfordert eine weitgehende Modellierung der Teilprobleme. Der Untersuchung sind standardisierte Behälter eines Einheitssystems zugrunde gelegt. Neben der Typenreihe der Behälter werden standortgebundene Modelle von Rinderanlagen verwendet:

- Anlagen der Milchrinderhaltung bis maximal 3 500 Tierplätze

- Anlagen der Jungrinderhaltung bis maximal 6 000 Tierplätze
- Anlagen der Mastrinderhaltung bis maximal 12 000 Tierplätze

Zur Ermittlung des Flächenbedarfs werden je nach Produktionsrichtung verschiedene Bauweisen der Stallgebäude vorausgesetzt:

- Pavillonbauweise: schmale Flachbauten
- Kompaktbauweise: großflächige breite Flachbauten
- Geschoßbauweise: schmale Hochbauten

Ferner müssen einige Einflußgrößen vorausgesetzt werden, die die Zuordnung und Verbindung von technischen Einrichtungen, Behältern und Stallgebäuden bestimmen/3/. Besonders hervorzuheben sind hierzu:

- Einflüsse des Futterbaues auf einigen typischen Futterbaustandorten
- Menge und Zusammensetzung der Futterrationen
- Verfahrensleistungen bei der Bewirtschaftung der Behälter
- Geeignete Fördermaschinen und -maschinensysteme.

Eine Varianz der Einflußgrößen in der gesamten technologisch sinnvollen Breite ergibt ein System von beträchtlichem Umfang. Daher ist es geboten, ein straffes Ordnungsgefüge für die Untersuchung des Problems einzuführen. Der Ablauf der Bearbeitung läßt sich an einer Netzplandarstellung demonstrieren (Bild 4).

Die Untersuchungsmethode kann in zwei Teilkomplexe eingeteilt werden:

- Methode der Modellsuche — Methode der Modellbewertung

* TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (Direktor: Prof. Dr. agr. habil. R. THURM)

¹ Gekürzte Fassung eines Vortrages anlässlich der 2. Wissenschaftlichen Tagung der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik der TU Dresden am 23. und 24. Juni 1970