

- 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 Futtermittelversorgung 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)

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

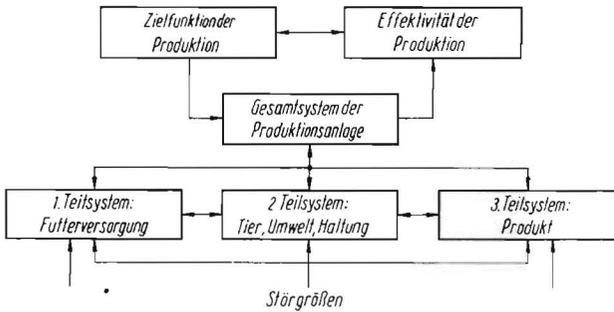


Bild 1. Systemdarstellung von Anlagen der Viehwirtschaft

### 1. Methode der Modellsuche

Die Modellsuche beinhaltet die Methode zum Auffinden aller funktionierenden, d. h. technisch und technologisch anwendbaren Prinzipien.

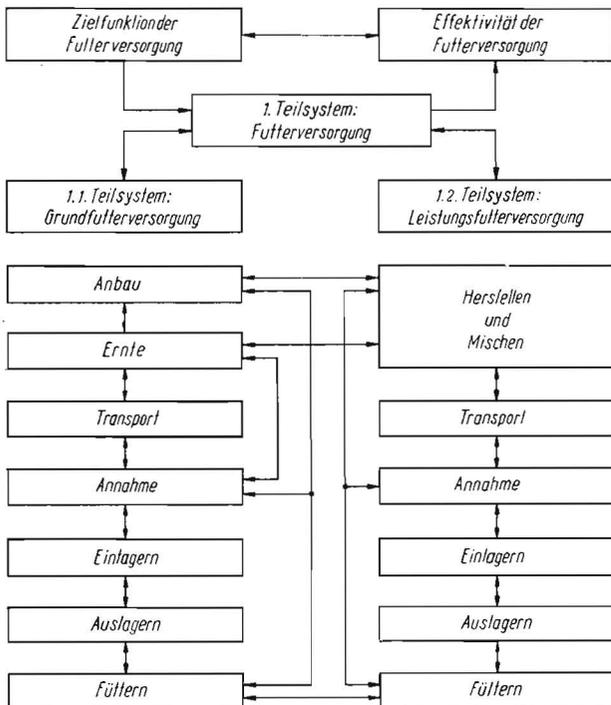
Mit Hilfe einer abgewandelten Konstruktionssystematik können alle Funktionsprinzipien gefunden werden, die zu sinnvollen Projektgrundlösungen führen/4/. Dabei wird von den erwähnten Modellen zur technologischen Charakterisierung von Rinderanlagen ausgegangen. Diese Einflußgrößen auf die Behälteranordnung können nach Klassifizierungsmerkmalen in sogenannte „ordnende Gesichtspunkte“ und „unterscheidende Merkmale“ eingeteilt werden. Die möglichen Funktionslösungen ergeben sich aus der technologisch sinnvollen Kombination der unterscheidenden Merkmale. Die ordnenden Gesichtspunkte sind logisch voneinander unabhängige Einteilungsprinzipien, die unterscheidenden Merkmale ihre innere Einteilung (Bild 5).

Die weiter zu untersuchenden Grundlösungen werden in zwei Stufen erarbeitet/2/.

- Relative Anordnung der Silos  
(Gegenseitige Zuordnung der Behälter)
- Absolute Anordnung der Silos  
(Behälterzuordnung zu Gesamtanlagen)

Die Funktionsprinzipien der gegenseitigen Behälterzuordnung werden mit den Futterbau- und Fördermaschinenmodellen kombiniert. Diese mit konkretem Inhalt erfüllten Varianten tragen die Bezeichnung „Modell“. Die Kombination

Bild 2. Teilsystem der Futterversorgung in Produktionsanlagen der Rinderhaltung



der Modelle der relativen Siloanordnung mit den verwendeten Modellen von Anlagen ergibt die Modelle der absoluten Siloanordnung, d. h., der Behälterzuordnung zu Gesamtanlagen/5/ /6/.

Die Suchsystematik für die skizzierte Untersuchung zeigt Tafel 1.

Als Methode der Darstellung der Modelle sind sowohl Kennzahlen als auch Abbildungen für das Ansetzen der Bewertungsmaßstäbe und zur Demonstration zweckmäßig. Die bildliche Darstellung wird mit der Methode der Fotoprojektierung verwirklicht. Hierfür ist erforderlich, die unteilbaren Modellelemente zu zeichnen. Die Modelle werden durch zweidimensionale Auslegung gegebenenfalls in mehreren Ebenen zusammengesetzt, fotografisch wiedergegeben und maßstabgerecht vervielfältigt/7/.

### 2. Methode der Modellbewertung

Die Modellbewertung beinhaltet die Verfahren der Einschätzung der gefundenen Modelle hinsichtlich des Untersuchungsziels. Dabei werden sowohl qualitative als auch quantitative Maßstäbe verwendet. Sollen qualitative Aussagen präzisiert werden, sind exakte Bewertungsmaßstäbe erforderlich. Die gegenseitige Verrechnung von Zahlenwerten für Einzelaussagen ermöglicht es, die Varianten zu vergleichen.

Die Qualitätsmerkmale lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

- Technisch-technologische Maßstäbe
- Ökonomische Maßstäbe

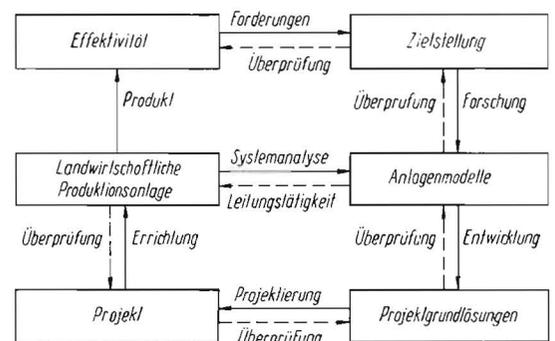
Diese Einteilung ist nur formal richtig; tatsächlich sind die Kriterien verknüpft. Dieser Gedanke soll den Sachverhalt kennzeichnen, daß eine nicht funktionierende Lösung unzulässig ist, andererseits aber nicht jede brauchbare Lösung ökonomisch vertretbar ist.

#### 2.1. Technisch-technologische Bewertung

Für eine zusammenfassende funktionelle Einschätzung dienen neben förder-technischen und landwirtschaftlich-technologischen Kennwerten auch umfassende Kriterien der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit/8/. Für die Einschätzung der Modelle mit zugleich ökonomisch verwertbaren Größen eignet sich besonders die Verfügbarkeit. Sie kennzeichnet die Wahrscheinlichkeit des Grundzeitanteils an der geplanten Durchführungszeit und verdeutlicht damit dem Landwirt diesen Begriff/9/.

Sie kann aus Untersuchungen des Betriebsverhaltens bereits bewirtschafteter Grundfuttersysteme mit Hochbehältern für die verwendeten Elemente angegeben werden. Aus der Einzelverfügbarkeit der Elemente läßt sich die Systemverfügbarkeit unterschiedlicher, aber aus standardisierten Elementen zusammengesetzter Modelle kalkulieren. Die Kenntnis der Verfügbarkeit gestattet den Vergleich der Maschinenleistungen in der Grundzeit mit den erforderlichen Verfahrensleistungen in der Durchführungszeit. Die erforderliche Größtmenge, die je Zeiteinheit von einem Maschinensystem z. B. in die Silos gefördert werden muß, richtet sich nach den verwendeten Futterbaumodellen, der zugeordneten Futter-

Bild 3. System des Generationswechsels landwirtschaftlicher Produktionsanlagen



Tafel 1. Kombination zu Funktionsauslösungen der Siloanordnung

Ordnenende Gesichtspunkte	Unterscheidende Merkmale		
1. Produktionsrichtung der Rinderhaltung	1.1 Milchrinderhaltung	1.2 Junggrinderhaltung	1.3 Mastrinderhaltung
2. Bauweise der Stallgebäude	2.1 Pavillonbauweise	2.2 Kompaktbauweise	2.3 Geschoßbauweise
3. Rationstyp des Grundfutters	3.1 Typ I	3.3 Typ III	3.5 Typ V
	3.2 Typ II	3.4 Typ IV	
4. Größenordnung der Anlage	4.1 $z_T = 1000 \text{ GV}$	4.2 $1000 \text{ GV} = z_T = 2000 \text{ GV}$	4.3 $z_T = 2000 \text{ GV}$
5. Relative Anordnung der Silos	5.1 einreihig	5.2 mehrreihig	5.3 ringförmig
6. Absolute Anordnung der Silos	6.1 einzeln	6.2 paarweise	6.3 in Batterie
7. Befüllung der Silos mit Steilförderern	7.1 Gebläse	7.2 Mechanische Stetigförderer	
8. Art der Rationszuteilung	8.1 ohne Vorratsdosierer	8.2 mit Vorratsdosierer	

fläche und der Anzahl der Silos je Maschinenkette. Die Optimierung der Befüllleistung ist in gewissen vorgezeichneten Grenzen, die durch die Silierreife der Pflanzen bestimmt sind, über die Schlupfzeiten aus einer Netzplananalyse möglich/10/.

Die maximal erforderliche Förderleistung aus dieser Untersuchung ergibt, dividiert durch die Verfügbarkeit des Fördersystems, die erforderliche Maschinenleistung in der Grundzeit für eine bestimmte Zuordnungsvariante (Bild 6). Hieraus können die Bedingungen für die Kapazitätszuordnung von Behältereinheiten zu den Fördersystemen abgeleitet werden/11/ /12/.

Fördertechnisch sind die Modelle einschätzbar nach den Gesichtspunkten:

- Anzahl der Fördermaschinen und -antriebe als Maß für die Zuverlässigkeit der eingesetzten Fördersysteme
- Projektierte Förderleistung in  $\text{tkm} \cdot \text{h}^{-1}$
- Anzahl, Art und Problematik der erforderlichen Übergabestellen.

Die Auswirkungen von Übergabestellen zwischen aufeinander folgenden Fördermaschinen innerhalb einer Linie beeinträchtigen die Gleichmäßigkeit des Mengenstroms und bewirken gegebenenfalls die stetige Erhöhung der erforderlichen Leistungen aufeinander folgender Fördermaschinen. Experimentelle Untersuchungen der Übergabe von Halmgut sind vorgesehen.

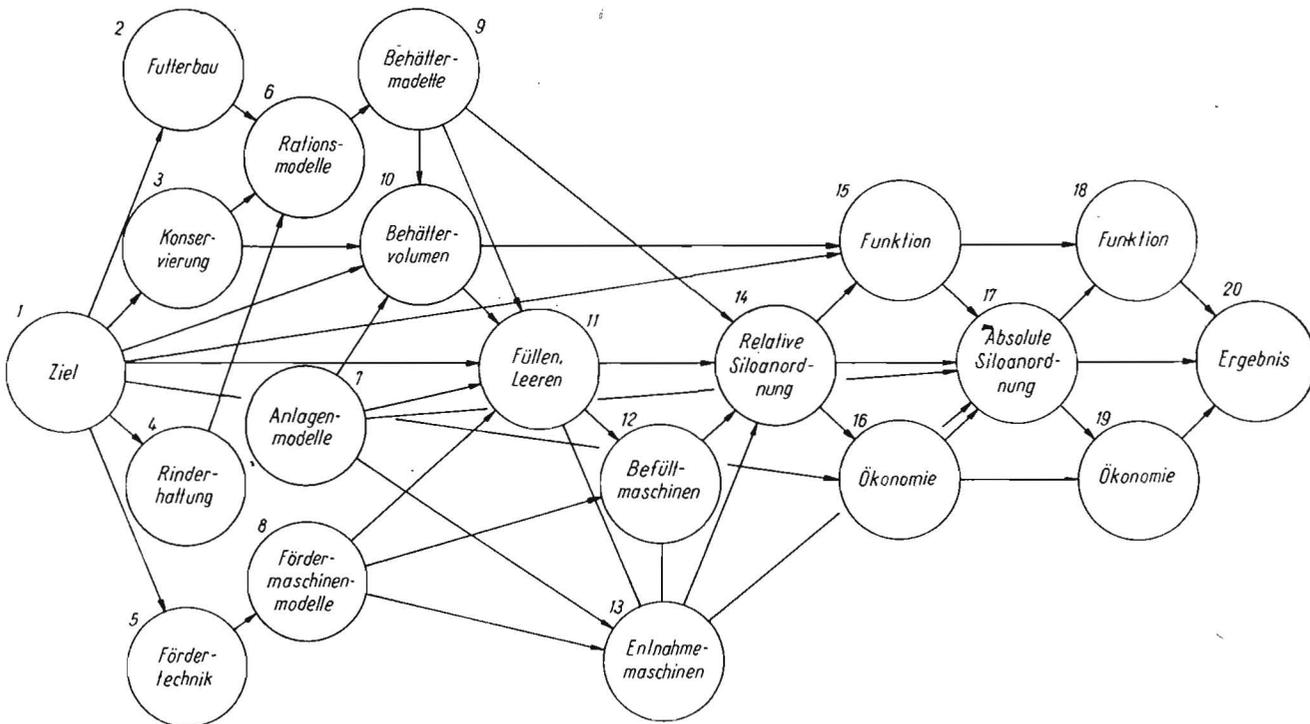
**2.2. Ökonomische Bewertung**

Durch die Standortwahl der Silos werden folgende Kennwerte mit direkter bzw. indirekter ökonomischer Auswirkung beeinflusst:

- Aufwand und Kosten für Mechanisierung und Automatisierung
  - Elektroenergiebedarf und elektrischer Anschlußwert der Förderstrecken
  - Leistungen der Fördermaschinensysteme
  - Flächenbedarf für das Futterversorgungssystem in der Anlage und damit der Gesamtanlage
- Ausschließlich ökonomische Merkmale sind die Verfahrenskosten als Teil der technologischen Kosten /13/. Sollen die Verfahrenskosten der aufgestellten Modelle kalkuliert werden, sind folgende ökonomische Einzelaussagen zu treffen:
- Investitionen für die Modellelemente und deren jeweilige Summe
  - Nutzungsdauer der Elemente entsprechend den Beanspruchungen und ihrem durch die Konstruktion bedingten Abnutzungsverhalten
  - Instandhaltungsaufwand für die Elemente entsprechend Beanspruchungen, Verfügbarkeit, Nutzungsdauer, Instandsetzbarkeit und dem Umfang von Verschleißteilen gemessen an den Dauerteilen
  - elektrischer Anschlußwert, Leistungsaufnahme und Betriebszeit
  - Arbeitszeitaufwand für Bedienung und Überwachung während der geplanten Betriebszeit
  - Flächenbedarf des Teilsystems

Die Bewertungskennziffern müssen entsprechend den Modellelementen aus standardisierten unteilbaren Bausteinen bestehen, die für alle Modelle einheitlich sind.

Bild 4. Untersuchung in Netzplandarstellung.



Die Aussagen werden vergleichbar, wenn einheitliche Bezugsgrößen Verwendung finden. Beispielsweise lassen sich die Qualitätsmerkmale auf die den Tieren verabreichten Nährstoff- bzw. Trockenmassen oder auf die Anzahl der in der zugeordneten Anlage projektierten Tierplätze beziehen. Für die Gesamtbewertung und vergleichende Einschätzung des Modellsystems mit seiner Vielzahl möglicher Einzelmodelle ist ein einheitliches Programm erforderlich, das die Verrechnung auf einer geeigneten EDVA ermöglicht. Der Rechereinsatz gestattet auch eine Sichtung der Einzelergebnisse nach Ergebnismerkmalen hinsichtlich des Untersuchungszieles (Zielfunktionen).

### Zusammenfassung

Es wird eine Methode für die optimale Standortprojektierung von Grundfutterlagern vorgeschlagen. Ergebnisse der Untersuchungen sollen optimale Projektgrundlösungen der Anordnung von Hochbehältern und stationären Förderstrecken in Anlagen der Rinderhaltung sein. Die Ergebnisse können für konkrete Projekte Anwendung finden.

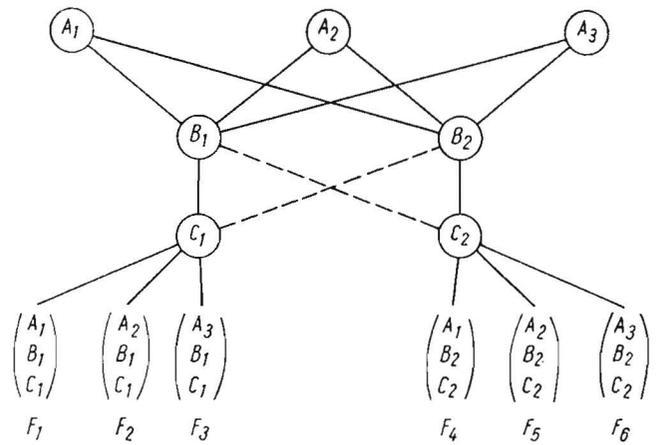


Bild 5. Kombination unterscheidender Merkmale und ordnender Gesichtspunkte A, B und C zu Funktionslösung  $F_m (A_i, B_j, C_k)$ ; — sei sinnvoll, - - - sei nicht sinnvoll

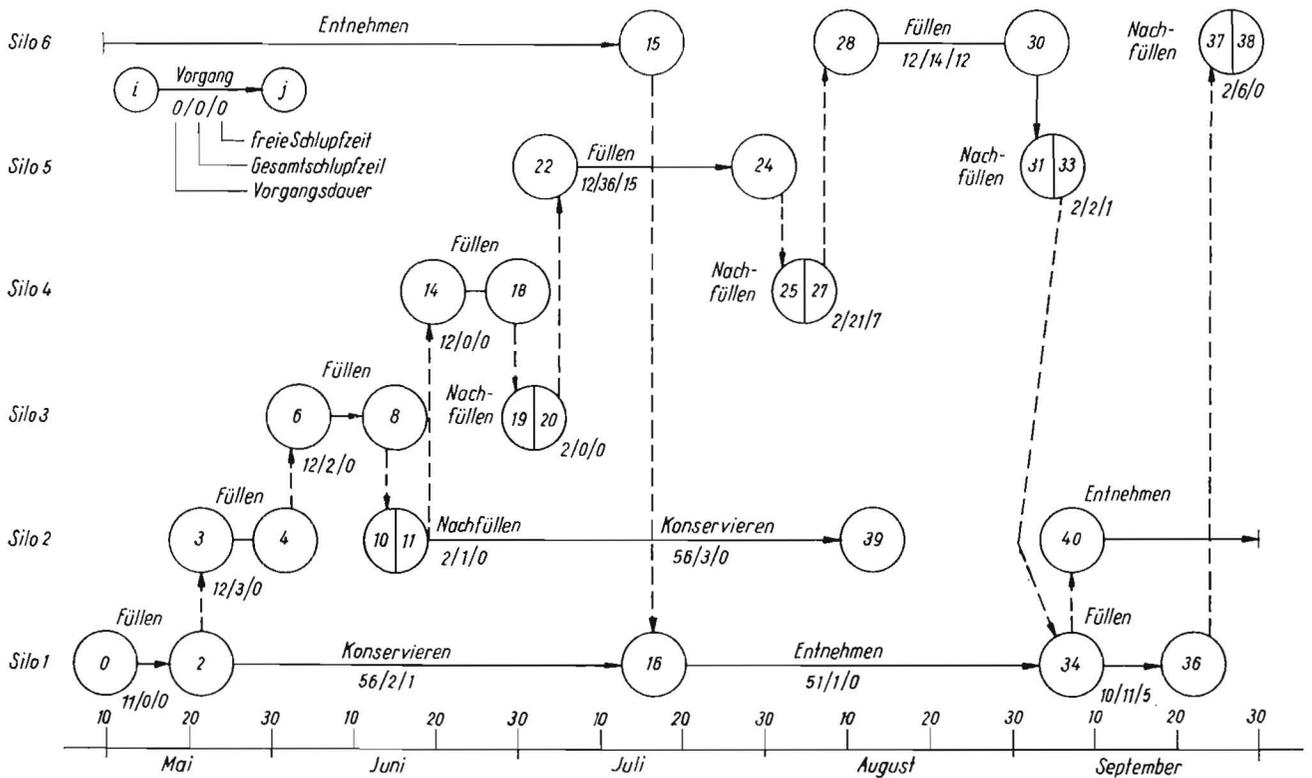


Bild 6. Ort-Zeit-Netz für die Bewirtschaftung einer Batterie mit 6 Gärfutterhochsilos

### Literatur

- [1] HIRRICH, W. / J. HOLZ / P. STILLING / R. THURM: Die Mechanisierung der Futtermittelversorgung des Milchviehs unter besonderer Berücksichtigung verschieden zusammengesetzter Futtermittler. Archiv für Landtechnik (1969) Sonderheft 3
- [2] HOLZ, J.: Die Anordnung von Gärfutterhochsilos in Rinderanlagen. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 2, S. 69 bis 73
- [3] HOLZ, J.: Batterieanordnung großvolumiger Gärfutterhochsilos. Forschungsbericht für das SKL, TU Dresden 1969 (unveröffentlicht)
- [4] HANSEN, F.: Konstruktionssystematik, 2. überarbeitete Auflage. VEB Verlag Technik Berlin 1966
- [5] SCHRÜDER, E. / P. STILLING / J. HOLZ: Technologie der Rinderhaltung. Teil 1: Technologie der Milchviehhaltung. Forschungsbericht für das LBK Frankfurt (Oder), TU Dresden 1969 (unveröffentlicht)
- [6] HOLZ, J. / K.-J. PLASCHNICK: Technologie der Rinderhaltung. Teil 2: Technologie der Jung- und Mastviehhaltung. Forschungsbericht für das LBK Frankfurt (Oder), TU Dresden 1970 (unveröffentlicht)
- [7] HIRSCH, S.: Modellprojektierung. Bauplanung und Bautechnik 14 (1960) H. 9
- [8] HUMMUTZSCH, P.: Zuverlässigkeit von Systemen. 2. Auflage. Reihe Automatisierungstechnik Heft 28. VEB Verlag Technik Berlin 1968
- [9] GYTKÉ, R. / W. RÜSEL: Anwendung ökonomischer Kennzahlen und Betriebskoeffizienten bei der Prüfung landwirtschaftlicher Maschinen. Deutsche Agrartechnik 10 (1960) H. 6, S. 279 bis 281
- [10] PAPPESCHI, J. / J. HIRS: Die Netzplantechnik und ihre Anwendung in der sozialistischen Landwirtschaft. Landwirtschaftsausstellung der DDR, Markkleeberg 1968
- [11] SPIWAKOWSKI, A. D. / W. K. DJATTSCHKOW: Förderanlagen. VEB Verlag Technik Berlin 1959
- [12] PAJER, G. / F. KURTH: Stetigförderer. VEB Verlag Technik Berlin 1959
- [13] ZIMMERMANN, E. / M. EBERHARDT / G. MXTZOLD: Methodische Hinweise und Richtwerte für die Kalkulation von Verfahrenskosten der Pflanzenproduktion. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin 1967