

Bei der Bewertung der Ergebnisse der technologischen Gestaltung erfolgt an dieser Stelle nach der Höhe der Meßzahlen für den Gebrauchswert der Gestaltung die Auswahl der weiter zu betrachtenden Varianten. Damit erfolgt eine weitere Eingrenzung des Lösungsfeldes.

Bei der Bewertung der Ergebnisse zur technischen Lösung (Ausrüstung und Bau) werden entsprechend der Zielfunktion

$$\frac{\text{Gebrauchswert}}{\text{Investbedarf}} \rightarrow \max$$

die Meßzahlen für den Gebrauchswert der technischen Lösung der Varianten auf die entsprechenden Werte für den Investbedarf bezogen.

Bei Vertauschen von Zähler und Nenner wird der einmalige Aufwand je Gebrauchswerteinheit ausgewiesen. Die Zielfunktion lautet dann

$$\frac{\text{Investbedarf}}{\text{Gebrauchswert}} \rightarrow \min$$

Die Variante mit dem günstigsten Verhältnis zwischen dem Gebrauchswert als Summe einer Reihe von Gebrauchseigenschaften und dem Investbedarf kann als Vorzugsvariante angesehen werden. Ein Beispiel hierfür ist in den Tafeln 7 und 8 enthalten. Daraus ist ersichtlich, daß bei der Variante 1 eine Gebrauchswerteinheit durch die Ausrüstung mit rd. 68 400 M

belastet wird. Bei Variante 2 wird eine Gebrauchswerteinheit allein durch die Ausrüstung mit rd. 62 900 M, durch Ausrüstung und Mehraufwendungen für Bau aber mit rd. 83 500 M belastet.

#### 4. Zusammenfassung

Bei der Entwicklung neuer Verfahren der landwirtschaftlichen Produktion ergeben sich häufig mehrere Lösungsmöglichkeiten, die den gestellten Anforderungen in unterschiedlichem Maß gerecht werden. Um eine umfassende und objektive Bewertung von Varianten vornehmen zu können, wird eine neue Bewertungsmethode dargelegt, die auf der Gebrauchswert-Kosten-Analyse beruht. Sie berücksichtigt die vielfältigen Gruppen von Gebrauchseigenschaften der zu entwickelnden Verfahren und erlaubt eine schrittweise Bewertung nach Kriterienkomplexen. Damit wird eine rechtzeitige Selektion weniger günstiger Lösungsvarianten im Prozeß der Verfahrensprojektierung möglich. Durch eine Reihe von Beispielen wird die Methode anwendungsbereit erläutert.

#### Literatur

- [1] Grimm, R.: Einführung in die GKA. Gebrauchswert-Kosten-Analyse, Lehrbrief 1. Herausgeber: Kammer der Technik 1972.
- [2] Ökonomisches Lexikon. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1966.
- [3] Michel, W.: Die Ermittlung des Ist-Zustandes. Gebrauchswert-Kosten-Analyse, Lehrbrief 3. Herausgeber: Kammer der Technik 1972.

A 1176

## Zur Methodik der Analyse und des Vergleichs von Milchproduktionsanlagen

Dozent Dr. agr. R. Werner/Dipl.-Lehrer Ing. B. Melow, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

In der Direktive des IX. Parteitag der SED zur Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR von 1976 bis 1980 wird der Durchsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts auf der Grundlage der vom VIII. Parteitag beschlossenen Hauptaufgabe eine hervorragende Bedeutung beigemessen. Es geht darum, den wissenschaftlich-technischen Fortschritt als den Hauptfaktor der Intensivierung mit großer Umsicht und Wissenschaftlichkeit für spezielle volkswirtschaftliche Aufgaben so zu leiten, zu planen und produktionswirksam zu machen, daß die Effektivität der Produktion zielstrebig und schnell erhöht wird. Als Ergebnis der Durchsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts hat die Steigerung der Arbeitsproduktivität eine besondere Bedeutung.

### 1. Aufgabenstellung

Die ständige Sicherung dieses Anliegens ist auch bei der Produktion von landwirtschaftlichen Erzeugnissen eine erstrangige Leitungsaufgabe. Zur Realisierung der genannten Aufgabenstellung des IX. Parteitages soll ein Beitrag zur Methodik der komplexen Analyse und des Vergleichs für die industriemäßige Tierproduktion geleistet werden, um Grundlagen zum objektiv richtigen Verallgemeinern der besten Ergebnisse der Ökonomie, Technologie und Technik bei der Rationalisierung und Synthese von industriemäßigen Anlagen der Milchproduktion zu entwickeln.

Diese Methodik soll einen Vergleich des Istzustandes von bestehenden Milchproduktionsanlagen ermöglichen. Außerdem sollen Anregungen für methodische Verallgemeinerungen von Verfahren zur Analyse und zum Vergleich der Tierproduktion insgesamt gegeben werden, die auch von der Methodik her für Verfahren der Pflanzenproduktion anwendbar sind.

### 2. Systematik zur Analyse

Die Vielschichtigkeit und Kompliziertheit einer industriemäßigen Milchproduktionsanlage kann zur Veranschaulichung als „Black-box“ dargestellt werden (Bild 1). Von besonderem Interesse bei

einer Milchproduktionsanlage ist die Struktur, da sie einen Einblick gibt, warum unter gegebenen Bedingungen die beobachteten Funktionen erfüllt werden (Systemanalyse). Ferner lassen sich auf der Grundlage einer vorliegenden Struktur Rückschlüsse zur weiteren optimalen Gestaltung des Systems (Synthese, Optimierung) ableiten. Mit der Frage nach der Struktur ist der Übergang zur „White-box“-Methode verbunden (Tafel 1). Ähnliche Überlegungen zur systematischen Gliederung von Tierproduktionsanlagen sind bereits bekannt [1].

### 3. Komplexe Vergleichssystematik

Zum Sichern eines umfassenden Vergleichs von Milchproduktionsanlagen im Rahmen von Istzahlen ist analog zu den Vorstellungen zur Analyse und zur Auswahl von Vergleichskriterien ein Vergleich auf verschiedenen Ebenen erforderlich. Diese Betrachtungsweise ist bei verhältnismäßig umfangreichen Gesamtsystemen, wozu auch industriemäßige Milchproduktionsanlagen gehören, und zum Erkennen von Gesamt- und Teilzusammenhängen eine wichtige Voraussetzung. Zur umfassenden Analyse von Milchproduktionsanlagen wird deshalb der Vergleich auf drei Ebenen vorgeschlagen, wobei die Schwerpunkte der Beurteilung der einzelnen Ebenen unterschiedlich angelegt sind:

Abteilung I: Gesamtsystem (Milchproduktionsanlage)

Abteilung II: Teilsysteme (Futtermittelversorgung, Milchgewinnung, Entmistung)

Abteilung III: Elemente (Maschinen oder Maschinenketten).

Ausgehend von der Analysen- und Vergleichsstruktur der vorgeschlagenen Methodik beinhaltet der Vergleich in der Abteilung I eine überwiegend ökonomische, in der Abteilung II eine stärker technologische und auf die Arbeitsbedingungen bezogene und in der Abteilung III eine weitgehend technisch-ökonomische Beurteilung (Bild 2). Die Zielstellung lautet, mit einer minimalen Anzahl von Vergleichskriterien die optimale Variante herauszufinden. Außerdem ist es zweckmäßig, daß die komplexe Vergleichssystematik einen abhängigen und unabhängigen Vergleich auf den drei genannten Ebenen ermöglicht. Wird im

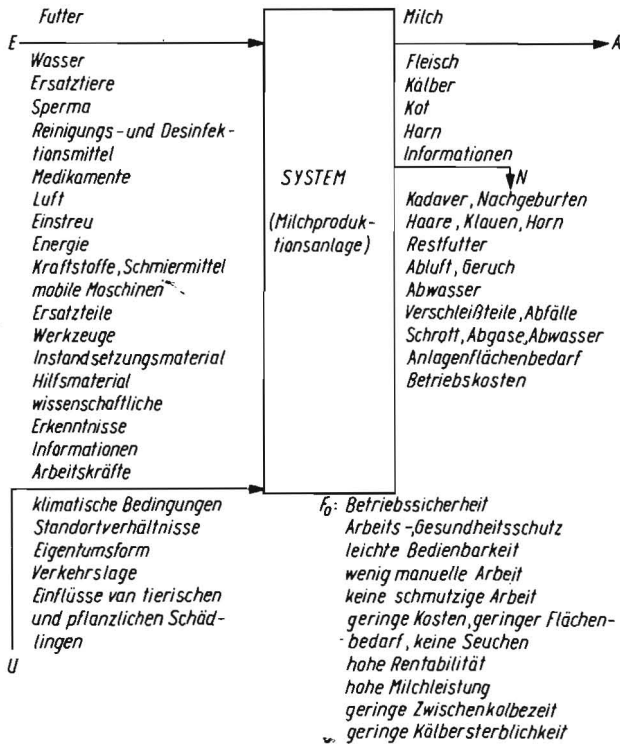


Bild 1. Verhalten einer Milchproduktionsanlage als System; E Eingänge, U Umstände, A Ausgänge, N Nebenwirkungen, Fo Forderungen

Bedarfsfall, z. B. auf der Grundlage der Ergebnisse des Vergleichs von Gesamtsystemen, ein Vergleich von Teilsystemen oder Elementen für notwendig erachtet, so ist das mit dieser komplexen Methodik möglich.

Die Ergebnisse des Vergleichs gelten als Vorinformation und sind Grundlage für die Entscheidung zur umfassenden Analyse entsprechend der Gliederung der Systematik (Tafel 1) und somit Ausgangspunkt für die Verallgemeinerung zur Projektierung oder Rationalisierung und in Verbindung mit der Optimierung Grundlage für die Synthese. In den einzelnen Ebenen können außerdem durch Ermitteln von Schwachstellen Forschungsschwerpunkte zur Ökonomie, Technologie und Technik herausgestellt werden.

Der Vergleich erfolgt in allen Abteilungen in der Reihenfolge:

- Verbale Einschätzung der Arbeitsbedingungen, gegebenenfalls als Entscheidungsgrundlage für die Zweckmäßigkeit der Vergleichsdurchführung
- mathematische Vergleichsbewertung auf der Grundlage der ausgewählten Kriterien mit den Schwerpunkten zur Ökonomie, Technologie und Technik

Gesamt-system	Teilsysteme	Elemente
Arbeitsbedingungen (verbale Einschätzung)	Arbeitsbedingungen (verbale Einschätzung)	Arbeitsbedingungen (verbale Einschätzung)
(überwiegend ökonomische Bewertung)	(überwiegend technologisch-ökonomische Bewertung)	(überwiegend technisch-ökonomische Bewertung)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeitsproduktivität</li> <li>Gesamtinvestitionen</li> <li>Kostensatz</li> <li>Milchleistung</li> <li>Rückflußdauer</li> <li>Selbstkosten</li> <li>Arbeitszeitbedarf (mathematische Vergleichsbewertung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeitszeitbedarf</li> <li>Ausrüstungsinvestitionen</li> <li>Verfahrenskosten</li> <li>Gesamtanschlußwert</li> <li>Störanfälligkeit</li> <li>Aufwand für Wartung und Pflege</li> <li>Aufwand für Instandsetzung (mathematische Vergleichsbewertung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedienkomfort</li> <li>Unfallgefahr (ohne mathematische Vergleichsbewertung)</li> <li>Arbeitsqualität</li> <li>Anschaffungspreis</li> <li>Bedienpersonal</li> <li>spezifischer Antriebsleistungsbedarf</li> <li>Durchsatz</li> <li>Betriebssicherheit</li> <li>Aufwand für Wartung und Pflege</li> <li>Aufwand für Instandsetzung</li> <li>Qualitätsbeeinflussung der Durchsatzstoffe</li> <li>Verfahrenskosten (mathematische Vergleichsbewertung)</li> </ul>

Materialökonomie Materialeinsatz	Materialökonomie Materialeinsatz	Materialökonomie Materialeinsatz
Bau	Ausrüstung	Bau
Stahl	Stahl	Stahl
Aluminium	Aluminium	Glas
Beton	Glas	Plaste
Mauerwerk	Plaste	Holz
Glas	Holz	Aluminium
Plaste		Edelmetalle
Holz		
(ohne mathematische Vergleichsbewertung)	(ohne mathematische Vergleichsbewertung)	(ohne mathematische Vergleichsbewertung)

Bild 2. Struktur zum Vergleich von Tierproduktionsanlagen

- Einschätzung der Ergebnisse der mathematischen Vergleichsbewertung in Abhängigkeit von der Materialökonomie (Bild 2).

Tafel I. Struktur und Komplexe zur Systemanalyse einer Milchproduktionsanlage

Gesamtsystem	Teilsysteme	Elemente
Milchproduktionsanlage	Futtermittellieferung, Milchgewinnung, Entmischung	Maschinen oder Maschinenketten
allgemeine Angaben	allgemeine Angaben	technisch-ökonomische Parameter
biologische Parameter und Reproduktion	Abgrenzung der Teilsysteme biologischer Parameter	ökonomische Parameter
technische und technologische Parameter	technologische Parameter	Arbeitsbedingungen
bautechnische Parameter	technische Parameter	Arbeitsschutz
Arbeitsorganisation und Leitung	Arbeitsorganisation	Instandhaltung
Information und Dokumentation	Arbeitsbedingungen	Einwirkung auf biologische Stoffe
ökonomische Parameter	Instandhaltung	Umweltempfindlichkeit
Angaben zu den Investitionen	bautechnische Parameter	Abbildung
Lageplan	ökonomische Parameter	
	Investitionsobjekte	
	Abbildung	

#### 4. Gegenüberstellung von Vergleichsmethoden

Am Beispiel des Gesamtsystems wurden verschiedene mathematische Methoden überprüft.

##### 4.1. Ermittlung der optimalen Variante mit der Standard-Matrix des Pattern-Systems

Wird eine unterschiedliche Wichtung der Vergleichskriterien erforderlich, so sind bei einer mathematischen Vergleichsbewertung den Kriterien Wichtungsfaktoren zuzuordnen [2]. Zur Multiplikation mit den Wichtungsfaktoren ist eine Aufbereitung der technischen und ökonomischen Daten der Kriterien der Vergleichsvarianten notwendig. Aus dem prozentualen Anteil der Zeilensummen der Original- oder Reziprokwerte der zu vergleichenden Daten ergibt sich ein Multiplikationswert. In der Pattern-Matrix [3] erfolgt die Multiplikation der Wichtungsfaktoren mit den Multiplikationswerten. Die Addition der so ermittelten Pattern-Werte läßt die beste Milchproduktionsanlage erkennen.

$$\sum PW = \frac{10^4}{\sum_{i=1}^k F_i} \sum_{m=1}^r \frac{F_i}{W_m} \quad (1)$$

PW	Pattern-Werte
$F_i$	Wichtungsfaktoren der Kriterien
K	Anzahl der Kriterien
$W_i, W_m$	Werte der Kriterien der Milchproduktionsanlage
r	Anzahl der zu vergleichenden Milchproduktionsanlagen
e	$\begin{cases} +1 \text{ bei } W_{i \min} = \text{optimal} \\ -1 \text{ bei } W_{i \max} = \text{optimal} \end{cases}$

##### 4.2. Ermittlung der optimalen Variante durch Bewertung zu theoretischen Optimalwerten

Die Ermittlung des optimalen Gesamtsystems bei Gegenüberstellung bestehender industriemäßiger Milchproduktionsanlagen mit der Standard-Matrix des Pattern-Systems hat den Nachteil, daß die Ergebnisse aller Anlagen vorliegen müssen, um den Vergleich vornehmen zu können. Einzelanlagen können deshalb nur mit verhältnismäßig großem Aufwand verglichen werden, da die Ergebnisse der übrigen Anlagen mit in die Vergleichsberechnung einbezogen werden müssen. Deshalb wurde eine Methode entwickelt [4], mit der die Ergebnisse der Einzelanlage und die theoretischen Optimalwerte verglichen werden können. Diese Optimalwerte sind angenommen und sollen bei allen Kriterien weit besser als das gegenwärtige Optimum sein. Das jeweilige Ergebnis ist ein Maßstab für die Güte G einer Milchproduktionsanlage. Die Anlage ist um so besser, je weiter sie im Ergebnis an die Werte 1 oder 100 heranreicht. Die Anlage ist im Vergleich am besten, die den höchsten Zahlenwert erreicht hat.

$$G = \frac{1}{\sum_{i=1}^k F_i} \sum_{i=1}^k F_i A_i \quad (2)$$

$$A_i = \left( \frac{W_i}{T_i} \right)^e \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^k F_i = 100 \quad (4)$$

G	Güte der Milchproduktionsanlage
$T_i$	theoretische Optimalwerte der Kriterien
$W_i$	Werte der Kriterien der Milchproduktionsanlage

$F_i$  Wichtungsfaktoren der Kriterien

$$e = \begin{cases} +1 \text{ für } T_i > W_i \\ -1 \text{ für } T_i < W_i \end{cases}$$

K Anzahl der Kriterien.

Nachfolgende theoretische Optimalwerte der Kriterien  $T_i$  werden festgelegt [4]:

— Arbeitsproduktivität in M/AK u. Jahr	200 000
— Gesamtinvestitionen in M/Kuhplatz	5 000
— Kostensatz in %	70
— Milchleistung in kg/Kuh u. Jahr	6 000
— Rückflußdauer in Jahren	5
— Selbstkosten in M/dt Milch	50
— Arbeitsaufwand in AK · h/dt Milch	0,7

##### 4.3. Ermittlung der optimalen Variante nach dem Rangfolgeverfahren

Die Berechnungsgrundlagen zum Vergleich von Milchproduktionsanlagen mit der Standard-Matrix des Pattern-Systems und zur Güte in Bewertung zu theoretischen Optimalwerten berücksichtigen eine unterschiedliche Wichtung der Kriterien. Kann in Abhängigkeit von der Auswahl der Vergleichskriterien unterstellt werden, daß die Kriterien annähernd gleichgewichtig sind, so ist mit der Zuordnung von Platzziffern zu den Kriterien der Varianten und mit der Ermittlung der Rangfolge durch die Summenbildung der Platzziffern eine einfache Methode gefunden.

$$G = \left( \sum_{i=1}^k P_i \right)_{\min} \quad (5)$$

$P_i$  Platzziffern der Kriterien.

#### 5. Zusammenfassung

Auf der Grundlage einer Systematik zur Analyse von Milchproduktionsanlagen wird zur Ermittlung von optimalen Varianten ein Vergleich von Milchproduktionsanlagen auf drei Ebenen mit spezifischen Vergleichskriterien vorgeschlagen. Der Vergleich auf diesen Ebenen erfolgt einheitlich in der Reihenfolge:

- Verbale Einschätzung der Arbeitsbedingungen
- mathematische Vergleichsbewertung
- Einschätzung der Ergebnisse der mathematischen Vergleichsbewertung in Abhängigkeit von der Materialökonomie.

Für die Auswertung der Ergebnisse im Vergleich zum Iststand werden drei mathematische Methoden erläutert.

Die komplexe Analyse und der Vergleich von Milchproduktionsanlagen läßt die enge Verflechtung von Ökonomie, Technologie und Technik erkennen. Die komplizierten und vielschichtigen Probleme bei der Rationalisierung und Synthese von Anlagen der industriemäßigen Milchproduktion zur Durchsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts sind durch wissenschaftliche Auswertung der vorliegenden Ergebnisse der Produktion in sozialistischer Gemeinschaftsarbeit zwischen Ökonomen, Technologen, Technikern und Leitungskadern von industriemäßigen Anlagen komplex zu lösen.

#### Literatur

- [1] Mittag, U.; Buchholz, E.: Analyse von produktionstechnischen Ausrüstungen mit Hilfe einer verallgemeinerungsfähigen Datenerfassungsmethode, dargestellt an Anlagen der Schweinefleischproduktion. agrartechnik 26 (1976) H. 2, S. 49—51.
- [2] Ambos, E.; Bahr, W.: Erarbeitung von Weltstandsvergleichen. Technische Gemeinschaft 18 (1970) H. 6, S. 16—18.
- [3] Nikolajew, V.: Die Zielbaummethoden. Technische Gemeinschaft 17 (1969) H. 3, S. 16—25.
- [4] Werner, R.: Untersuchungen zur Analyse und zum Vergleich von Tierproduktionsanlagen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg 1975 (unveröffentlicht). A 1297