

Technisch-ökonomische Modelle zur Entwicklung von Maschinen für die Ernte und Aufbereitung von Feldgemüse

Dr. agr. Dipl.-Ing. Elsa Leuschner

Bei der Entwicklung neuer Maschinen für die Ernte und Aufbereitung von Feldgemüse müssen technische und ökonomische Probleme, die eng miteinander verflochten sind, gelöst werden. Dabei steht der Ingenieur vor der Aufgabe, die von ihm ausgewählte technische Lösung hinsichtlich ihrer ökonomischen Auswirkung zu bewerten. Er benötigt daher Formeln, die eine gewünschte Verknüpfung der projektierten technischen Größen mit ökonomischen Größen in der Weise herstellen, daß die ökonomischen Auswirkungen technischer Größen mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit vorausberechnet werden können. Mathematische Formeln dieser Art werden im Rahmen dieses Beitrags als technisch-ökonomische Modelle bezeichnet. Dabei ist wie in der Operationsforschung [1] ein Modell die Darstellung eines Systems, das sich dazu eignet, die Wirkung möglicher Veränderungen innerhalb des Systems auf die Gesamtwirksamkeit desselben vorherzubestimmen.

Von den möglichen bildhaften, analogen und formalen Modellen sind letztere für das Lösen technisch-ökonomischer Probleme besonders gut geeignet. Bei der Konstruktion derartiger Modelle haben sich die in der Operationsforschung benutzten Methoden bewährt, die jedoch entsprechend der Spezifik technisch-ökonomischer Probleme ergänzt werden müssen. Dazu sind folgende Schritte zweckmäßig:

- Formulieren des technisch-ökonomischen Problems und der mit Hilfe des Modells zu lösenden Aufgabe
- Aufstellen einer verbalen Liste der Komponenten des Systems und deren Unterkomponenten, verbunden mit theoretischen oder praktischen Analysen zum Erkennen wesentlicher und unwesentlicher Komponenten
- Substitution der verbalen Begriffe und Symbole
- Konstruktion des formalen Modells
- analytische und numerische Lösung
- Prüfung der Ergebnisse.

Einige dieser methodischen Schritte sollen nachfolgend erläutert werden.

Beim Formulieren des Problems kommt es darauf an, genau festzulegen, welcher Abschnitt des Verfahrens oder des Maschinensystems betrachtet werden soll, welche Verfahrensabschnitte vergleichbar sind und wann, d. h. nach wieviel Jahren, die Wirksamkeit der untersuchten technischen Lösungen zu erwarten ist. Die Liste der Komponenten des Systems ist zweckmäßigerweise zu gliedern in:

- technische Größen
 - ökonomische Größen
 - technisch-ökonomische Kopplungsgrößen.
- Technische Größen sind:

- maschinenleistungsbestimmende Größen, wie Antriebsleistung, Arbeitsgeschwindigkeit, Arbeitsbreite
- maschinenqualitätsbestimmende Größen, wie Ernteverluste, Beschädigungen des Erntegutes
- energie- und materialbestimmende Größen, wie Kraftstoffverbrauch, Energieverbrauch, Masse und Abmessungen der Maschine, Verschleißkenngrößen usw.
- bedienungsqualitätsbestimmende Größen, wie notwendige Anzahl der Bedienungskräfte, Anzahl der zu kontrollierenden und manuell auszuführenden Funktionen, Kraftaufwand der Bedienung und Sichtverhältnisse.

Ökonomische Größen sind:

- Herstellungsaufwand charakterisierende Größen, wie Maschinenpreis und seine Abhängigkeit von der Fertigungsstückzahl
- maschinenausnutzungscharakterisierende Größen, wie Anzahl der Betriebsstunden, Ausfallzeiten, Dauer des moralischen Verschleißes, Wegezeiten usw.

Technisch-ökonomische Kopplungsgrößen sind Relationen wie:

- Maschinenpreis als Funktion der Leistung oder der Masse bei gegebener Maschinenqualität
- Kraftstoff- oder Energiekosten in M/l oder

M/kWh

— Kosten für lebendige Arbeit in M/ArbK. Alle diese Größen können fix oder variabel sein. Dabei können zu einem Zeitpunkt betrachtete fixe Größen sich in einem bestimmten Zeitraum verändern. Ist die technische Lösung erst zu einem späteren Zeitpunkt zu erwarten, ist es notwendig, mit bekannten Prognosemethoden [2] die wahrscheinliche Größenveränderung zu bestimmen. Beispiele hierzu sind:

- spezifischer Kraftstoffverbrauch für Verbrennungsmotoren
- Entwicklung der Kosten für lebendige Arbeit

— Entwicklung des moralischen Verschleißes. Gleichzeitig können sich variable Größen gegenseitig beeinflussen, wie z. B. durch funktionelle Abhängigkeiten von Arbeitswiderständen und Arbeitsgeschwindigkeiten, Erntemaschinengeschwindigkeiten und Beschädigungen. In vielen Fällen lassen sich diese Beziehungen noch nicht berechnen und müssen experimentell nachgewiesen werden oder bis zum Vorliegen derartiger Ergebnisse mit Hilfe von Analogieschlüssen geschätzt werden.

Bei der Substitution der verbalen Komponentenbegriffe durch Symbole ist darauf zu achten, möglichst standardisierte Symbole zu verwenden und Einheiten des SI-Systems zu benutzen und genau anzugeben.

Bei der Konstruktion technisch-ökonomischer Modelle hat es sich vielfach bewährt, von einem Grundmodell der Verfahrenskosten K_V auszugehen, das die Komponenten Abschreibungskosten K_A , Instandhaltungskosten K_I , Kosten für die lebendige Arbeit K_L , Energiekosten K_E und Unterbringungskosten K_U beinhaltet. Letztere können vernachlässigt werden, wenn ihr Anteil kleiner als 5% von K_V ist:

$$K_V = K_A + K_I + K_L + K_E + K_U.$$

Die Kosten K_V werden im Normalfall in M/h angegeben. Bei Bezug auf Maschinenleistung W_f in ha/h, Durchsatz W_D in St./h oder Ertrag E_t in t/ha ergeben sich als Maßeinheiten M/ha

Bild 1. Verfahrenskosten von zwei Erntemaschinen in Abhängigkeit von der Einsatzzeit; P_{A1} , P_{A2} Grenzen des Anschaffungspreises

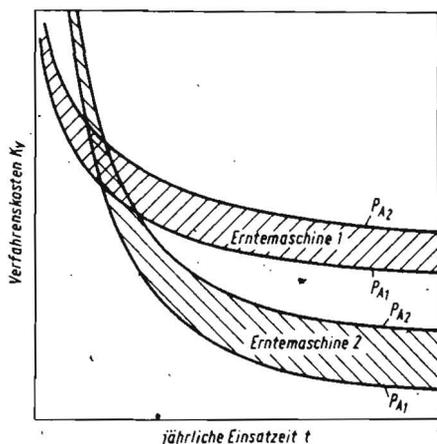


Bild 2. Verfahrenskosten von zwei Aufbereitungsvarianten mit verschiedenen Durchsätzen W_D in Abhängigkeit vom Ertrag

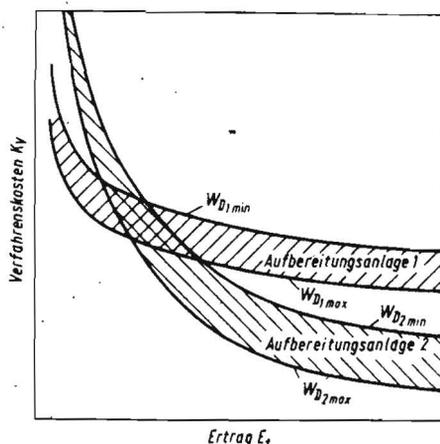
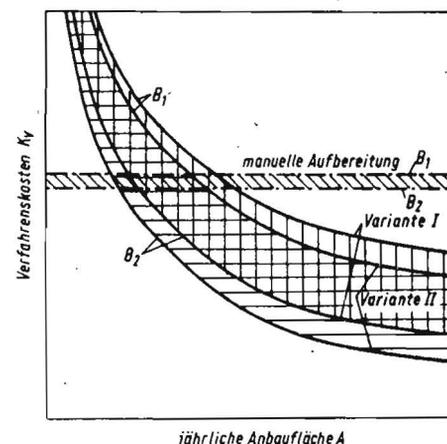


Bild 3. Verfahrenskosten beim Einsatz einer Aufbereitungsanlage und bei manueller Aufbereitung in Abhängigkeit von Anbaufläche und Pflanzenbestand B



(K_{V1}), M/St. Erntegut (K_{V2}) oder M/t (K_{V3}):

$$K_{V1} = \frac{K_v}{W_i}$$

$$K_{V2} = \frac{K_v}{W_D}$$

$$K_{V3} = \frac{K_v}{W_i E_i}$$

Nach dem Aufstellen des Grundmodells ist zu prüfen, welche Größen in das Modell aufzunehmen sind. Für einige Probleme wurden bereits Verfahrenskostenmodelle aufgestellt, wie z. B.:

- Verfahrenskosten gezogener Erntemaschinen in Abhängigkeit von der Leistung der Maschinen (Bild 1)
- Verfahrenskosten für Aufbereitungsanlagen in Abhängigkeit vom Durchsatz (Bild 2) und vom Pflanzenbestand (Bild 3)
- Verfahrenskosten für den Einsatz verschiedener Transport- und Annahmearien.

Verfahrenskostenmodelle für Gemüseernte- und -aufbereitungsmaschinen bestehen im allgemeinen aus folgenden Komponenten, wobei je nach Antriebsart der Anteil für Elektroenergie oder für Kraftstoff wegfallen kann.

$$K_v = \frac{P_A (1 + w) + A_U P_U}{t j} + L Z_A + E P_c + \frac{p_e b_e (F_A + F \rho) v_f}{3600 \eta}$$

- A_U Unterstellfläche in m^2
- spezifischer Kraftstoffverbrauch in kg/kWh
- E Elektroenergiekosten in M/kWh
- F Gewichtskraft in N
- F_A Arbeitswiderstand
- j Nutzungsdauer in a
- L Lohnkosten in M/AKh
- P_A Anschaffungspreis der Maschinen in M
- P_c notwendige elektrische Leistung in kW
- p_e Kraft- und Schmierstoffpreis in M/kg
- P_U Gebäudekosten in M/m^2

- t Einsatzzeit der Maschinen in h/a
- v_f Fahrgeschwindigkeit in km/h
- w Instandhaltungsfaktor
- Z_A Anzahl der Arbeitskräfte (AK)
- η_T Traktorwirkungsgrad
- ϱ Fahrwiderstandsbeiwert.

Aus diesen Beispielen ist zu erkennen, daß es eine Vielzahl von Möglichkeiten gibt, solche und ähnliche Modelle zur Anwendung zu bringen. Dadurch können Voraussagen über die Zweckmäßigkeit verschiedener Verfahren, Maschinen oder Maschinensysteme in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen getroffen werden. Diese sind bei der industriemäßigen Gemüseproduktion sehr vielfältig.

Literatur

- [1] Churchman, C. W., u.a.: Operations Research. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1968, S. 149—175.
- [2] Hausteil, H.-D.: Wirtschaftsprognose. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1969, S. 76—80. A 2483

Probleme der material- und energieökonomischen Konstruktion von Standausrüstungen

Prof. Dr. sc. techn. D. Rössel, KDT

1. Volkswirtschaftliche Zielstellung

Aus den veränderten Rohstoff-, Energie- und Fertigproduktpreisen haben sich neue Bedingungen für den Konstruktionsprozeß ergeben. Die Durchsetzung einer konsequenten Materialökonomie im Maschinenbau führt zu der Aufgabenstellung, ein gefordertes Niveau bestimmter Gebrauchswerteigenschaften von Maschinenbauerzeugnissen mit minimalem Aufwand an Material und Energie zu gewährleisten. Im Jahr 1976 betrug der Bedarf der Landtechnik 6% der Walzstahlproduktion der DDR.

Zum Erhöhen der Effektivität der Milchproduktion sowie allgemein der Tierproduktion sind neben der Errichtung von neuen industriemäßig produzierenden Großanlagen vor allem komplexe Rationalisierungs- und Rekonstruktionsmaßnahmen in den vorhandenen Ställen notwendig, um deren Kapazität zu erweitern und gleichzeitig die Arbeits- und Lebensbedingungen für die dort tätigen Genossenschaftsbauern und Arbeiter zu verbessern [1]. Zum Errichten neuer Anlagen und besonders für die umfangreichen Rationalisierungs- und Rekonstruktionsvorhaben werden in großem Umfang Standausrüstungen benötigt, die einen wesentlichen Teil der Ausrüstungstechnik darstellen. Die Bedeutung der Materialökonomie auch für Rationalisierungs- und Rekonstruktionslösungen ist in den Bildern 1 und 2 ersichtlich.

2. Konstruktionsmerkmale

Wesentliche Möglichkeiten zur Materialeinsparung aus konstruktiver Sicht sind der Formleichtbau und die belastungsgerechte Konstruktion. Das Entwickeln von materialökonomischen Standausrüstungen erfordert nach Hansen [3] das Konzipieren sowie das Konstruieren mit den Schritten Entwerfen und Gestalten. Um die schöpferische Arbeit intensiver,

erfolgreicher und ökonomischer zu gestalten, ist das Verhältnis vom Aufwand für die Entwicklung und Herstellung zum Gesamtnutzen zu verbessern. Diese wirtschaftliche Betrachtungsweise wird jedoch primär getragen durch die übergeordnete Rolle der Funktion im Entwicklungs- und speziell im Konstruktionsprozeß. Die materialökonomische Gestaltung von Standausrüstungen hat einige Besonderheiten, da die Wirkpaarungen Tier—Standausrüstung speziellen Charakter tragen. Bild 3 zeigt ausgewählte Tierkenngrößen, die in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen. Zum funktionsgerechten Entwerfen sind bevorzugt die Tierkenngrößen Körperabmessungen, Verhaltensweisen, Charakteristika sowie die Ver- und Entsorgung zu beachten, während zur belastungsgerechten Gestaltung maßgeblich die Tierkräfte, Verhaltensweisen und Charakteristika Beachtung finden. Die auf diese Weise konstruktiv entworfenen und gestalteten Standausrüstungen können hinsichtlich ihrer ökonomischen Wertigkeit durch folgende Betrachtungsweisen einem Optimum genähert werden:

- funktionsgerechte Gestaltung
- instandhaltungsgerechte Gestaltung
- korrosionsschutzgerechte Gestaltung
- fertigungsgerechte Gestaltung
- montagegerechte Gestaltung
- energiesparende Gestaltung
- gesundheits-, arbeits- und brandschutzgerechte Gestaltung
- projektierungsgerechte Gestaltung.

Wie wichtig diese Faktoren hinsichtlich der Ökonomie sind, verdeutlichen Bild 2 und Tafel 1 sowie folgende Aussagen: Die Probleme der Fertigung und Montage werden dadurch charakterisiert, daß in der DDR gegenwärtig für den funktionsbedingten produktions-technischen Stallausbau durchschnittlich 21% der Investitionen und 26% des Ar-

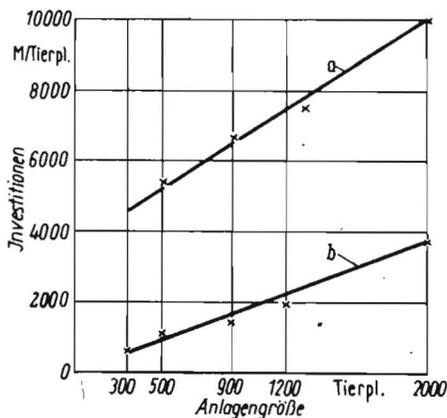


Bild 1. Investitionen für verschiedene Anlagengrößen; a Gesamtinvestitionen, b Ausrüstungsinvestitionen

Bild 2. Arbeitszeitaufwand für Instandhaltung in Milchviehanlagen [2]

