

Modellierung und Bewertung des Komplexeinsatzes von Teilmaschinensystemen

Dr. H.-D. Mieth/Dipl.-Landw. J. Schöllner/Dipl.-Ing. Hannelore Schönhoff
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

AKh	h	Arbeitskräftestunden
AP	%	Arbeitsproduktivität
B	kg/h	DK-Verbrauch
DI	—	erste Annahmestelle (in der Kette)
DKV	kg/ha	DK-Verbrauch des Teilverfahrens
DS	t/h	Durchsatz
E	t/ha	Ertrag
Eh	h	Einsatzzeit
Eha	h	jährliche Einsatzzeit
EM	—	erste Erntemaschine (in der Kette)
EZ	min/TE	Entladezeit
FA	%	Auslastung der Motornennleistung
FAK	—	Faktor der eingesetzten Arbeitskräfte
FR	—	Fruchtart-Index
FU	—	Leistungsfaktor für die Umrechnung einer Teilzeit in eine andere Teilzeit
K	St.	Komplexgröße
Lj	a	Nutzungsdauer
m	kg	Maschinenmasse
MD	—	Maschine direkt vorgelagerter Arbeitsart, z. B. Mähdröschler in bezug auf die Strohbergung
MK	M/h	Maschinenkosten
MKV	M/ha	Maschinenkosten des Teilverfahrens
MMA	kg/ha	Maschinenmasse bezogen auf den Anteil je Fruchtart
MMV	kg/ha	Maschinenmasse als Gesamtbetrag je Fruchtart
MN	—	Maschinennummer
N	ha/h	Komplexleistung
S	km	Transportentfernung
SD	km/TE	Straßenbelastung
St	—	Relativzahl der Anhänger zum Zugmittel
T	t	Nutzmasse
TE	—	Transporteinheit
UZ	min	Umlaufzeit
v _i	km/h	Transportgeschwindigkeit

1. Aufgabenstellung

Die Intensivierung der Pflanzenproduktion erfordert vor allem auch die rationellere Ausnutzung der vorhandenen Produktionsmittel. Hier liegen große innere Reserven der modernen Landtechnik [1].

Die Anforderungen an die Ausnutzung nehmen mit der wachsenden Leistungsfähigkeit der Technik weiter zu. Deshalb ist die angeführte Feststellung auch als Anforderung an die Technologie zu verstehen, Methoden zu schaffen, mit deren Hilfe diesbezügliche Reserven sichtbar gemacht bzw. abstimmungsbedingte Verlustzeiten in den Maschinenkomplexen minimal gehalten werden können. Sie müssen die Beurteilung der technologischen Paßfähigkeit und der ökonomischen Effektivität der Maschinen eines Komplexes ermöglichen.

2. Lösungsweg

Das erreichte Entwicklungsniveau der Technik und der Produktionsorganisation ist durch den Komplexeinsatz von Teilmaschinensystemen gekennzeichnet.

Die Lösung der Aufgabe erfordert daher eine komplexe Betrachtungsweise, die über die Untersuchung von Einzelmaschinen oder Maschinengruppen [2] hinausgeht. Vor- und auch nachgelagerte Bereiche müssen in hinreichen-

dem Maß berücksichtigt werden. Dem immer stärker werdenden Zwang, ökonomischen Kriterien bei der Verfahrensgestaltung Geltung zu verschaffen, muß entsprochen werden. In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch unternommen, eine Modellierung und Bewertung von Komplexen aus fließbarbeitsverbundenen Maschinen beliebiger Anzahl und den zugehörigen Transporteinheiten (TE) mit Hilfe der EDVA KRS 4200 durchzuführen. Die von solchen Komplexen ausgehenden Anforderungen an vor- und nachgelagerte Bereiche werden errechnet (z. B. notwendige Arbeitsmenge, die verfügbar sein muß; erforderliche Annahmekapazität an Einlagerungsstätten bzw. Auslagerungskapazität an Auslagerungsstätten; zu erwartende Belastung der Straße durch Transporte in km/TE. Kriterium dieser Komplexe sind minimale abstimmungsbedingte Verlustzeiten.

3. Algorithmus

Entsprechend der Zielstellung gliedert sich der Algorithmus, der in Anlehnung an [3] geschaffen wurde, in die Komplexgrößenermittlung und den Variantenvergleich, dem die Ermittlung der Maschinenkosten und bestimmter Aufwendungen zugrunde liegen.

3.1. Komplexgrößenermittlung

$$K_{EM} = \frac{DS_{DI}}{DS_{EM}} \quad (1)$$

$$N_{EM} = \frac{K_{EM} DS_{EM} FU_{EM}}{E} \quad (2)$$

$$K_{MD} = \frac{N_{EM} E}{DS_{MD} FU_{MD}} \quad (3)$$

$$UZ = \frac{120 S}{v_j} + E + \frac{60 T}{DS_{EM}} \quad (4)$$

$$K_{TE} = \frac{K_{EM} DS_{EM} UZ}{60 T} \quad (5)$$

$$SD = \frac{2 S}{K_{TE} - K_{EM}} \quad (6)$$

3.2. Variantenvergleich, Maschinenkosten

Der Variantenvergleich wird für Aufwendungen an lebendiger Arbeit, Maschinenmassen, DK-Verbrauch und Maschinenkosten durchgeführt.

Der Arbeitsaufwand je Erzeugniseinheit errechnet sich nach Gl. (7):

$$AKh = \frac{\sum_{i=MN} FAK_{EM_i} K_{EM} + \sum_{i=MN} FAK_{TE_i} K_{TE}}{E N_{EM}} + \frac{\sum_{i=MN} FAK_{DI_i} K_{DI}}{E N_{EM}} + \frac{FAK_{MD}}{DS_{MD} FU_{MD}} \quad (7)$$

Die eingesetzten Maschinenmassen und ihr Vergleich werden entsprechend den Gln. (8) und (9) ebenfalls auf die Erzeugniseinheit bezogen. Dabei wird die Maschinenmasse voll der jeweiligen Fruchtart zugerechnet [Gl. (9)], während sie zum anderen nur entsprechend dem jeweiligen Anteil des Stundenaufwands zum Gesamtaufwand der speziellen Fruchtart zugerechnet wird [Gl. (8)]:

$$MMA = \left[\sum_{i=MN} \frac{m_i Eh_{FR_i} K_{TE} St}{Eha_i^2 L_{j_i}} + \sum_{i=MN} \frac{m_i Eh_{FR_i} K_{EM}}{Eha_i^2 L_{j_i}} + \sum_{i=MN} \frac{m_i Eh_{FR_i} K_{DI}}{Eha_i^2 L_{j_i}} \right] \frac{1}{N_{EM} E} + \sum_{i=MN} \frac{m_i Eh_{FR_i}}{DSFU_{MD} Eha_i^2 L_{j_i}} \quad (8)$$

$$MMV = \left[\sum_{i=MN} \frac{m_i}{Eha_i L_{j_i} K_{TE} St} + \sum_{i=MN} \frac{m_i}{Eha_i L_{j_i} K_{EM}} + \sum_{i=MN} \frac{m_i}{Eha_i L_{j_i} K_{DI}} \right] \frac{1}{N_{EM} E} + \sum_{i=MN} \frac{m_i}{DSFU_{MD} Eha_i L_{j_i}} \quad (9)$$

Tafel 1. Eingabewerte

Parameter	Maßeinheit
Maschinentyp, Maschinennummer	—
Maschinenmasse	kg
eingesetzte Arbeitskräfte	Anzahl
verfügbare Einsatzstunden für die jeweilige Fruchtart	h/a
verfügbare Einsatzstunden je Einsatzjahr	h/a
normative Nutzungsdauer	a
Ladevolumen	m ³
Nutzmasse	t
Durchsatz in T ₀₂ und/oder T ₀₄ bzw. T ₀₅	t/h
Unterstellfläche der Maschine	m ²
Bruttowert der Maschine	M
Auslastung der Motornennleistung	%
Motornennleistung	kW (PS)
Instandhaltungsfaktor	—
Ertrag	t/ha
Ladedichte	kg/m ³
Transportentfernung	km
Umrechnungsfaktoren von T ₀₂ bzw. T ₀₄ /T ₀₅ auf T ₀₈	—
Transportgeschwindigkeit	km/h
Entladezeit je TE	min

Der DK-Verbrauch [Gl.(10)] und die Maschinenkosten [Gl.(11)] werden wie alle Vergleichswerte je Erzeugniseinheit ermittelt:

$$DKV = \left[\sum_{i=MN} B_i K_{EM} + \sum_{i=MN} B_i K_{DI} + \sum_{i=MN} B_i K_{TE} \right] \frac{1}{N_{EM}} + \sum_{i=MN} \frac{B_i E}{DS_i F U_{MD}} \quad (10)$$

$$MKV = \left[\sum_{i=MN} MK_i K_{EM} + \sum_{i=MN} MK_i K_{TE} + \sum_{i=MN} MK_i K_{DI} \right] \frac{1}{N_{EM}} + \sum_{i=MN} \frac{MK_i E}{DS_i F U_{MD}} ; \quad (11)$$

MN Indexmenge der Maschinennummern des Komplexes, $i \in MN$.

Die Maschinenkosten werden nach [4] ermittelt.

4. Eingabewerte

Dem Programm [5] entsprechend sind Eingabewerte nach Tafel 1 erforderlich, die für jede im Komplex eingesetzte Maschine gegeben sein müssen. Es ist vorgeschlagen, die Komplexgröße auf der Basis der Zeit T_{02} der Einzelmaschinen zu errechnen. Die Entlade- bzw. Annahmeeinrichtung geht in diese Rechnung mit der Leistung in der Zeit T_{04} bzw. T_{05} ein. Dadurch soll erreicht werden, daß der aufwendige und organisatorisch schwerer zu beherrschende fließarbeitsverbundene Feldarbeitskomplex nur minimalen Störungen, die von der Annahmeeinrichtung ausgehen, ausgesetzt wird.

Die Ermittlung des Maschinenbedarfs, als Voraussetzung für die Ermittlung von Maschinenkosten und Maschinenaufwand, erfolgt hingegen auf der Basis der Zeit T_{08} .

Im Programm wird diese Teilzeit über Umrechnungsfaktoren errechnet, die vorgegeben werden müssen und die auf entsprechenden Messungen beruhen können.

Hinsichtlich der Komplexzusammensetzung wird über die Zeit T_{08} kein Einfluß ausübt.

5. Ergebnisse

Das Druckbild der Komplexgrößenermittlung ist in Tafel 2 dargestellt. Neben der Maschinenanzahl, der Straßenbelastung (km/TE) und der Komplexleistung werden zur Kennzeichnung des Ausnutzungsgrades der Maschi-

Tafel 2. Ergebnisliste der Komplexgrößenermittlung

Varianten Nr.	Maschinen Nr.	Durchsatz am Lager	Auslastung des Durchsatzes am Lager	Komplexgröße Maschine direkt vorgelagerter Arbeitsart	Feldarbeitsmaschine	Leistungsreserve Transporteinheit	Straßenbelastung
—	—	t/h	%	St. %	St. %	St. %	km/TE

Tafel 3. Ergebnisliste des Variantenvergleichs nach Kosten und Aufwand

Varianten Nr.	Anzahl Masch.	Ertrag	Arbeitsaufwand	Arbeitsproduktivität	Maschinenmasse Anteil.	DK-Verbrauch	Maschinenkosten
—	St.	t/ha	h/t	%	kg/t %	kg/ha kg/t %	M/ha M/t %

nen Faktoren errechnet und ausgedrückt. Der Faktor A_{DI} stellt die Auslastung der Maschinenkapazität der Annahme dar. Durch eine rechnerinterne Abfrage wird gewährleistet, daß die Annahmekapazität in keinem Fall überfordert wird. Bei unzureichender Ausnutzung der Annahmekapazität ($A_{DI} < 1,00$) vergrößert der Rechner die Feldarbeitskomplexe um eine Erntemaschine und berechnet den Einfluß des größeren Komplexes auf die sich ergebenden Anforderungen hinsichtlich des Leistungspotentials der Annahmeeinrichtung.

Die Faktoren F_{MD} und F_{TE} können $\geq 1,00$ sein und weisen bei allen Faktoren $> 1,00$ auf die zur Verfügung stehende Reserveleistung der Einzelmaschinen des Komplexes hin, d. h. auf den Leistungsanteil der Einzelmaschinen, der im Komplex nicht genutzt wird. Dadurch ist es möglich, die Paßfähigkeit von Einzelmaschinen in einem Komplex einzuschätzen.

Entsprechend dem erreichten Stand und der weiter anwachsenden Verkehrsdichte auf den öffentlichen Straßen ist es wichtig, einen Eindruck davon zu vermitteln, wie groß die von den Maschinenkomplexen ausgehende Belastung der Straßen ist. Die entsprechende Maßzahl ist die ausgedruckte Straßenbelastung (km/TE).

Im Variantenvergleich (Tafel 3) kann mit einer ausgewählten Basisvariante verglichen werden. Ermittelt und verglichen werden der Aufwand an Arbeitskräftestunden, Maschinenmassen, Dieselmotorkraftstoff und an Maschinenkosten. Damit ist es möglich, eine Vielzahl von Varianten hinsichtlich ihrer ökonomisch wichtigen Parameter zu vergleichen, wodurch dem Erfordernis einer gründlichen Entscheidungsvorbereitung entsprochen wird.

6. Zusammenfassung

Mit Hilfe eines Programms für den Rechner KRS 4200 wird der vorgestellte Algorithmus abgearbeitet. Es werden Komplexgrößen, deren Kriterium minimale abstimmungsbedingte Verlustzeiten sind, errechnet. Weiter erfolgt die Errechnung der Arbeitsproduktivität, des DK-Verbrauchs, der Maschinenkosten und der Maschinenmassen je Hektar und bezogen auf die Erntemaschine. Die Anwendung der EDVA zur Lösung des Problems gestattet die Betrachtung einer Vielzahl von Varianten. Damit ist eine Grundlage für die Bildung zweckmäßiger Komplexe und ihre eingehende technologisch-ökonomische Beurteilung gegeben. Hervorzuheben ist die Beurteilungsmöglichkeit von Einzelmaschinen hinsichtlich ihrer Paßfähigkeit im Komplex.

Literatur

- [1] Honecker, E.: Die Aufgaben der Partei bei der weiteren Verwirklichung der Beschlüsse des IX. Parteitag der SED. Neues Deutschland v. 18./19. Febr. 1978, S. 6.
- [2] TGL 22290 Technologische Begriffe der Landwirtschaft. Aug. 11.76.
- [3] Mieth, H.-D.; Schöllner, J.; Gensecke, P.; Schönhoff, H.: Verfahrensmodellierung und -bewertung am Beispiel eines ideellen Modells der Strohernte. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, 1977 (unveröffentlicht).
- [4] Eberhardt, M.; Müller, M.: Methodische Hinweise und Richtwerte für die Kalkulation von Verfahrenskosten der Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1973.
- [5] Schönhoff, H.; Schöllner, J.: Programmdokumentation KOGO. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, 1978 (unveröffentlicht). A 2121

Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

agrartechnik; Die Eisenbahntechnik; die Technik; Feingerätetechnik; Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik; Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmierungstechnik; Schweißtechnik; Seewirtschaft