

Auswahl der optimalen Variante für die Komplexbetreuung landtechnischer Arbeitsmittel am Beispiel der Zuckerrübenerntetechnik

Dipl.-Ing. Susanne Saß, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

Verwendete Formelzeichen

K_{Aus}	Mehrkosten durch Ausfall der Maschinen
K_c	Wegekosten für Fahrt auf den Schlag
K_k	konstante Kosten der Werkstattseinheit
K_{KB}	Kraftstoffkosten der Bereitschaftsmaschine
K_{KM}	konstante Kosten der Bereitschaftsmaschine
K_{LS}	Lohnkosten für Instandsetzungskräfte
K_w	Kosten für Warten auf Instandsetzung
L_0	mittlere Anzahl der Maschinen
R	relative Vergleichskosten
m	Maschinenanzahl je Komplex
n	Anzahl der Komplexe
s	Anzahl der Instandsetzungskräfte

1. Problemstellung

Die weitere Verbesserung der operativen Einsatzbetreuung im Komplex eingesetzter landtechnischer Arbeitsmittel ist eine Notwendigkeit, um die bessere Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln und der Industrie mit Rohstoffen realisieren zu können. Eine schnelle Schadensbeseitigung ermöglicht die Einhaltung agrotechnisch günstiger Termine und damit die Sicherung hoher Erträge. Dabei ist ein ökonomisch vertretbarer Aufwand bei der Komplexbetreuung einzuhalten. Die im folgenden vorgestellten Untersuchungsergebnisse zu dieser Problematik sind eine Weiterführung der in [1] vorgestellten Arbeit. Die Erläuterung des Auswahlalgorithmus erfolgt am Beispiel der Zuckerrübenerntetechnik.

2. Vorauswahl der Betreuungsvarianten

Die Berechnungen zur Ermittlung der optimalen Betreuungsvariante und der optimalen Anzahl an Instandsetzungskräften sind recht aufwendig. Um die Anzahl der zu berechnenden Varianten einzuschränken, empfiehlt sich eine Vorauswahl. Dazu dient der folgende Fragenkomplex:

— Welche Maschinentypen sollen betreut werden?

Tafel 1 gibt einen Überblick über den Zusammenhang zwischen dem Maschinenkomplex für eine Arbeitsart und der möglichen Betreuungsvariante. Dieser Tafel liegen die derzeit in der DDR überwiegend eingesetzten Maschinentypen zugrunde.

— Welche Wegstrecken sind zwischen den Komplexen untereinander und zur Werkstatt zurückzulegen?

Wenn die mittlere Transportzeit über 20 bis 25% der mittleren Instandsetzungszeit beträgt, ist Variante 3 nicht geeignet.

— Wieviele Maschinen befinden sich in einem Komplex?

Die Grenzen für die Komplexgröße und die Anzahl der Komplexe sind teilweise in Tafel 1 zusammengefaßt. Die Untersuchungen sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

— Welche Qualifikation und Erfahrungen haben die Mechanisatoren?

Wenn die Mechanisatoren nur Bedienungsberechtigungen für die Maschinen haben, ist Variante 4 nicht geeignet.

Durch das Beantworten dieses Fragenkomple-

xes kann eine Vorauswahl der für die Betreuung der betrachteten Maschinenkette nicht in Frage kommenden Variante getroffen und eine Reduzierung des erforderlichen Untersuchungsumfangs erreicht werden.

3. Erfassung der Parameter

Zur exakten Bestimmung der optimalen Betreuungsvariante ist eine hinreichend genaue Erfassung von Primärdaten notwendig. Dazu gehören u. a.:

- ausfallfreie Nutzungsdauer
- Instandsetzungszeit
- Wegezeiten.

Außer diesen zeitabhängigen Größen ist das Berücksichtigen weiterer Kostenparameter für die Berechnung unerlässlich. Das betrifft z. B.:

- Abschreibungs- und Kraftstoffkosten der Maschinen und Werkstattseinheit

— Lohnkosten der Mechanisatoren und Instandsetzungskräfte.

Diese Parameter sind i. allg. in den betrieblichen Unterlagen enthalten. Im Bedarfsfall können entsprechende Richtwerte aus [2] entnommen werden.

4. Auswahl der Betreuungsvariante

Nach der Vorauswahl der Varianten und der Ermittlung der notwendigen Primärdaten erfolgt die Berechnung der exakten Lösung mit Hilfe von mathematischen Modellen.

Nachfolgend wird die Bestimmung der optimalen Betreuungsvariante am Beispiel eines Zuckerrübenerntekomplexes erläutert. Zuerst erfolgt eine getrennte Betrachtung der Komplexe.

1. Schritt:

Aussonderung der ungeeigneten Varianten

Tafel 1. Vorauswahl der Betreuungsvarianten in Abhängigkeit vom Maschinenkomplex

Var.-Nr.	Charakteristik der Betreuungsvariante	Maschinenkomplex					
		Futterernte	Getreidernte	Kartoffelernte	Zuckerrüben-ernte	Bodenbearbeitung	Aus-saat
1	Feldbetreuung mit Werkstattwagen und Schlosser	$m \geq 3$ x	$m \geq 4$ x	$m \geq 4$ x	$m \leq 6$ x	o	o
2	Feldbetreuung mit Werkstattwagen und Bereitschaftsmaschine	o	o	$m \geq 5$ x	$m \geq 7$ x	-	-
3	Feldbetreuung für mehrere Komplexe	$m = 2$ $n \leq 3$ x	$m \leq 3$ $n \leq 3$ x	-	-	x $n \leq 4$	x $n \leq 4$
4	Feldbetreuung mit Werkstattwagen ohne Schlosser	o	-	-	-	x	x
5	Feldbetreuung mit Werkstattwagen und mitfahrendem Schlosser	o	o	-	-	x	x
6	Werkstattbetreuung	x	-	-	-	x	x

Erläuterung:

- x gut geeignet
- o bedingt geeignet
- nicht geeignet

Tafel 2. Primärdaten für das berechnete Beispiel

		Maschinentyp KS-6	6-OCS
mittlere Instandsetzungszeit	Bh	1,6	1,7
mittlere ausfallfreie Nutzungsdauer	Bh	12	10
mittlere Austauschzeit	Bh	0,5	0,5
mittlere Entfernung vom Ausfallstandort zum Werkstattwagen	km	0,5	0,5
Anzahl der Bereitschaftsmaschinen		1	1
Kostenparameter			
Abschreibung	M/h	40,50	18,10
Kraft- und Schmierstoff	M/h	9,60	3,00
sonst. Kosten	M/h	1,90	1,40
Kosten für Werkstattwagen			
Lohnkosten für Mechanisator	M/h	3,10	6,00
Lohnkosten für Komplexschlosser	M/h	5,00	

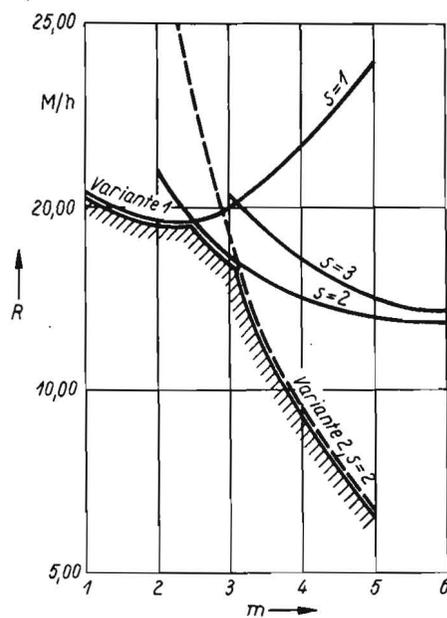


Bild 1. Vergleich der relativen Kosten je Maschine bei den Betreuungsvarianten 1 und 2 am Beispiel KS-6

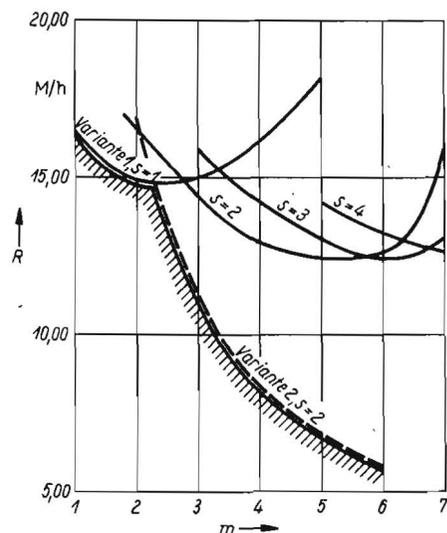


Bild 2. Vergleich der relativen Kosten je Maschine bei den Betreuungsvarianten 1 und 2 am Beispiel 6-OCS

durch das Beantworten des Fragenkomplexes
 Ergebnis: Die Varianten 3 bis 6 sind nicht geeignet (Tafel 1).

2. Schritt

Berechnung der relativen Kosten je Maschine R für die Varianten 1 und 2 mit Hilfe der Gln. (1) nach [3] und (2):

$$R_1 = \frac{1}{L_0} [K_K + K_W + K_{Aus} + K_{LS}] \quad (1)$$

$$R_2 = \frac{1}{L_0} [K_K + K_{KM} + K_{KB} + K_e + K_{LS} + K_W + K_{Aus}] \quad (2)$$

Für die in Tafel 2 zusammengefaßten Werte wurden für unterschiedliche Komplexgrößen

die relativen Vergleichskosten ermittelt. Die Ergebnisse sind im Bild 1 für den Zuckerrübenrodeler KS-6 und im Bild 2 für den Rübenköpflader 6-OCS dargestellt. Aus Bild 1 geht hervor, daß die Betreuung der KS-6 bis zu einer Komplexgröße $m \leq 3$ Maschinen von 1 bis 2 Instandsetzungskräften nach Variante 1 kostengünstiger als nach Variante 2 ist.

Da in Untersuchungen von [4] nachgewiesen wurde, daß aus Instandsetzungstechnologischen Gründen die Mehrzahl der an den Maschinen KS-6 und 6-OCS anfallenden Instandsetzungsmaßnahmen von mindestens 2 Arbeitskräften ausgeführt werden muß, kann bei Variante 2 die Berechnung der Kosten für eine Arbeitskraft sofort ausgeschlossen werden, denn der Mechaniker der Instandsetzenden Maschine entfällt für die Instandsetzung als Arbeitskraft, da er die Bedienung der Bereitschaftsmaschine übernimmt.

Bild 2 zeigt, daß bei der operativen Einsatzbetreuung des 6-OCS ähnliche Verhältnisse auftreten. Bis zu einer Komplexgröße von $m=2$ ist Variante 1 kostengünstiger als Variante 2. Bei Komplexgrößen von $m \geq 3$ ist die Bereitstellung einer Reservemaschine zu empfehlen.

Die Betreuung beider Maschinenkomplexe durch eine Werkstatteinheit ist im Bild 3 dargestellt. Die Bereitstellung einer Reservemaschine je Typ (Variante 2) ist ab einer Komplexgröße von $m = (3+1)$ KS-6 + $(6+1)$ 6-OCS kostengünstiger als Variante 1. Die Instandsetzungsorganisatorische Zusammenfassung beider Komplexe ist aus ökonomischer Sicht zu bevorzugen, denn die Reserven werden besser ausgenutzt. Es können beispielsweise bis zu 6 Maschinen von 2 Arbeitskräften operativ betreut werden, ohne daß Reservetechnik bereitgestellt werden muß. Die Instandsetzungskräfte sind effektiver eingesetzt, und die Verfügbarkeit verringert sich nur minimal.

5. Schlußfolgerungen

Aus Bild 1 kann weiter abgeleitet werden, daß die relativen Kosten je Maschine bei Variante 1 durch Vergrößerung der Anzahl der Arbeitskräfte von 2 auf 3 erst bei einer sehr großen Maschinenanzahl ($m > 7$) kleiner als bei $s=2$ werden. Das ist vor allem dann zu beachten, wenn der Einsatz von Reservemaschinen nicht möglich ist. Mit dem Einsatz einer größeren Anzahl von Instandsetzungskräften wachsen nur die Kosten, die Verfügbarkeit der Maschinen verbessert sich nicht wesentlich.

Beide Varianten sind in der Praxis gut anwendbar. Der kostengünstige Bereich wird durch die Anzahl der zu betreuenden Maschinen begrenzt.

Weiterhin konnte festgestellt werden, daß die Verfügbarkeit der eingesetzten Maschinen bei Variante 2 gegenüber Variante 1 höher ist.

In Auswertung der vorgestellten Ergebnisse wird deutlich, daß die Qualität der Maschine, d. h. ihre Zuverlässigkeit, unbedingt verbessert werden muß, damit sich die mittlere Zeit zwischen zwei Ausfällen vergrößert und die mittlere Instandsetzungszeit reduziert wird. Sie sind die eigentliche Ursache dafür, daß die Mehrkosten durch Ausfall der Maschinen (K_{Aus}) so schnell die Kosten für die Bereit-

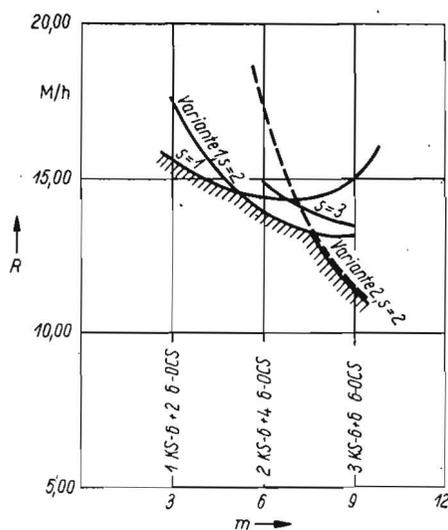


Bild 3. Vergleich der relativen Kosten je Maschine bei den Betreuungsvarianten 1 und 2 und inhomogener Maschinenkette am Beispiel KS-6 und 6-OCS

schaftsmaschinen ($K_{KM} + K_{KB}$) übersteigen und damit Variante 2 bereits bei relativ niedriger Maschinenanzahl kostengünstiger als Variante 1 wird.

6. Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird eine Methode zum Ermitteln der optimalen Betreuungsvariante vorgestellt. Diese Methode ist allgemein anwendbar.

Es wird gezeigt, daß es möglich ist, die Betreuungsvarianten für die operative Instandsetzung im Komplex eingesetzter landtechnischer Arbeitsmittel auf der Grundlage des Schädigungsverhaltens der Maschinen sowie organisatorischer und ökonomischer Kenngrößen zu berechnen und in Auswertung der Ergebnisse die für den speziellen Fall optimale Variante auszuwählen. Die sorgfältige Ermittlung der o. g. Primärdaten ist dafür die Basis. Anhand eines Praxisbeispiels wird die Anwendung der Methode demonstriert.

Die aus den Bildern gewonnenen Aussagen gelten jedoch nur für das vorgestellte Zahlenbeispiel und können für andere Maschinentypen sowie anderes Schädigungsverhalten bzw. andere Kosten nicht ohne weitere Berechnungen übernommen werden.

Literatur

- [1] Saß, S.: Vergleich verschiedener Varianten der operativen Einsatzbetreuung landtechnischer Arbeitsmittel. *agrartechnik* 31 (1981) H. 1, S. 14—17.
- [2] Richtwerte für die Planung in der Pflanzenproduktion. Markkleeberg: agrabuch 1978.
- [3] Niemann, E.: Untersuchungen von Kostenbestandteilen und deren Verhalten bei unterschiedlichen Bedingungen für zwei Varianten der operativen Einsatzbetreuung. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Großer Beleg 1981 (unveröffentlicht).
- [4] Stegemann, G.: Untersuchungen zur Technologie der operativen Instandsetzung von kampagneweise eingesetzten Maschinen der Pflanzenproduktion. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Zwischenbericht 1979 (unveröffentlicht).