

das gewählte Optimierungsmodell hinsichtlich der Untergliederung in Hauptzeitabschnitte, feste und variable Kosten u. a. in methodischer Hinsicht im wesentlichen dem von der SAG Mechanisierungsplanung erarbeiteten mathematisch-ökonomischen Ansatz entspricht. Dies spricht zweifelsohne für dessen Flexibilität und Vielseitigkeit. Zugleich machte aber der Diskussionsbeitrag deutlich, daß für die Zukunft eine noch schärfere inhaltliche Abgrenzung der einzelnen Mechanisierungsprojekte notwendig ist.

Dr. R. EHLICH, Direktor des Ingenieurbüros für landwirtschaftliche Transporte (Meißen), behandelte in seinem Beitrag die Probleme der Planung des Transportmittelbedarfs für zwischenbetriebliche Einrichtungen. Er teilte die im Kreis Köthen auf diesem Gebiet gesammelten Erfahrungen mit und ging auf die relative Vorzüglichkeit von Transportmitteln in Transportketten ein. Die gute ganzjährige Einsetzbarkeit der Landwirtschafts-LKW-Varianten wurde anhand von Aufrissen gezeigt.

Über Erfahrungen bei der Ausbildung von Pflanzenproduzenten und Landtechnikern auf dem Gebiet der Mechanisierungsplanung sprach Dr. WEBER vom Fachbereich Technologie der Universität Rostock. Er umriß die sich aus der 3. Hochschulreform ergebenden Anforderungen bei der Ausbildung von Diplom-Agraringenieuren und leitete daraus die Aufgaben des Lehrfaches „Technologie der Landwirtschaftlichen Produktion“ im Fach- und Spezialstudium ab. In diesem Zusammenhang konnte er u. a. berichten, daß in seinem Fachbereich die Erarbeitung eines betrieblichen Mechanisierungsprojektes zum festen Bestandteil des Lehrprogramms gehört.

Über Aufgaben und Gliederung des Ingenieurbüros für Mechanisierungsplanung im Bezirk Frankfurt (Oder) informierte die Leiterin des dortigen Projektierungsbereichs Nord, Frau BONEWITZ. Bislang wurden in diesem Bereich bereits vier größere Projekte verteidigt, ferner verschiedene Instandsetzungsprojekte und Kampagnenetzpläne. Frau BONEWITZ berichtete u. a. über die Aufgeschlossenheit der sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe und die gute Zusammenar-

beit mit dem VEB agrotech. Den Nutzen der geleisteten Arbeit veranschlagte sie auf etwa 5 Prozent des jährlichen Zugangs an neuer Technik.

Über die Beurteilung der Mechanisierungsprojekte seitens der landwirtschaftlichen Praxis sprachen zwei Praktiker aus dem Bezirk Schwerin. Dipl.-Landw. THAMM, Vorsitzender der LPG Regahn, betonte in einem kritischen Diskussionsbeitrag die hohe Verantwortung, die die Ingenieure für die Erarbeitung und Durchsetzung ihrer Projekte tragen. Er forderte u. a. eine Gültigkeit des Projektes für einen Zeitraum von mindestens vier bis fünf Jahren, eine flexiblere operative Planung, Garantien für die termingerechte Ausstattung mit der vom Mechanisierungsprojekt geplanten Technik sowie interpolierfähige Endtabellen. Große Bedeutung maß er ferner der Gewinnung zuverlässiger Primärdaten bei.

Sehr anerkennend über die vom Ingenieurbüro Schwerin geleistete Arbeit äußerte sich Koll. MIEHE, Leiter der 8300 ha umfassenden gemeinsamen Feldwirtschaft der in der KOG Bernitt auf freiwilliger Grundlage zusammenarbeitenden LPG. Er bezifferte die mit dem Mechanisierungsprojekt Bernitt verbundene Kosteneinsparung auf rd. 150 M/ha LN. Die besondere Bedeutung sieht er in der Beseitigung des teilweise noch vorhandenen Typenwirrwarrs und der Verminderung des Besatzes.

Das Schlußwort des Forums sprach Dr. KRUPP, wissenschaftlicher Direktor des WTZ für Landtechnik Schlieben, der die Ergebnisse der Konferenz abrechnete. Er würdigte nochmals die Arbeit der SAG Mechanisierungsplanung, das hohe wissenschaftliche Niveau der mitgeteilten Arbeitsergebnisse sowie den in recht erfrischender und zweckentsprechender Weise geführten Erfahrungsaustausch der Praktiker über die Mechanisierungsprojekte.

Abschließend unterstrich er die Forderung nach einer weiteren Mathematisierung des Produktionsprozesses und stellte der landtechnischen Analyse das wissenschaftliche Forschungsziel, Schwachstellen des Produktionsprozesses rechtzeitig aufzuzeigen. Besondere Bedeutung maß er in diesem Zusammenhang der Komplexoptimierung bei, und zwar sowohl für im praktischen Betrieb bereits laufende als auch für prognostische Verfahrenskomplexe.

Dr. E. FLEISCHER, Halle

A 7743

Dr. A. KASTEN\*

## Optimierte Komplexgrößen für den Maschineneinsatz bei kooperativer Pflanzenproduktion

Die Organisation der landwirtschaftlichen Produktion und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR nach sozialistischen Rationalitätsprinzipien führt zur Konzentration der Produktivkräfte und zur Spezialisierung der verschiedenen Produktionsbereiche. Durch Kooperation können Betriebe von unterschiedlicher Größe und Struktur an dieser Entwicklung teilnehmen und die Vorteile der arbeitsteiligen Produktion nutzen.

Für die einzelnen Bereiche der Pflanzenproduktion ergeben sich beachtliche ökonomische Vorteile aus dem kooperativen Einsatz von Menschen und Maschinen verschiedener Betriebe in sogenannten Komplexen auf großen Schlägen und in großen Produktionsanlagen. Ein wesentlicher Vorteil beim komplexen Einsatz von Menschen und Maschinen liegt in der effektiveren Ausnutzung der Arbeitszeit durch optimale

Zuordnung von unterschiedlichen an einem Verfahren mitwirkenden Produktivkräften.

Kriterien für ökonomisch optimale Kombinationen von Arbeitskräften und landtechnischen Produktionsmitteln sind gleichzeitig wesentliche Bestimmungsgründe für die Größe von Produktionseinheiten der Pflanzenproduktion. In Zukunft werden die beteiligten Betriebe für die Produktionseinheiten der Pflanzenproduktion vollständige Maschinensysteme anschaffen und den Umfang dieser aus Menschen, Maschinen, Produktions- und Verarbeitungsanlagen bestehenden Produktionssysteme ständig der sich wandelnden optimalen Größe anpassen [1].

### Systematisierung der transportverbundenen Arbeiten

Am meisten abstimmungsbedürftig sind Arbeitskräfte- und Maschinenkombinationen für transportverbundene Arbeitsverfahren. Mit wachsender Konzentration und zunehmender Arbeitsteilung der landwirtschaftlichen Produktion nimmt der

\* WTZ für Landtechnik Schlieben (Direktor: Dipl.-Ing. ALGENSTÄDT) Bereich Forschung, Sektor Ökonomie und Datenverarbeitung, Arbeitsgruppe Halle/S.

Umfang der transportverbundenen Arbeiten zu. Diese mit herkömmlichen Kalkulationsverfahren schwierig aufeinander abzustimmenden Kombinationen sind in der Praxis immer häufiger anzutreffen, gegenwärtig z. B. bei vielen Ernteverfahren. Das Problem, dem wir uns im folgenden zuwenden, besteht darin, die Anzahl der unteilbaren Produktivkräfte so zu bemessen, daß sie einem noch zu definierenden Optimalitätskriterium genügt.

Mit der Planung transportverbundener Arbeiten hat HUBNER [2] sich aus ökonomischer Sicht beschäftigt. FLEISCHER [3] greift die Frage der zyklischen verfahrensbedingten Verlustzeiten bei den oben beschriebenen Fließarbeiten auf und beschreibt Möglichkeiten, sie zu senken.

Die Grundlage mechanisierter transportverbundener Arbeitsverfahren bilden Arbeitskräfte- und Maschinenkombinationen beladender, fahrender und entladender Einheiten. Diese Verfahren schalten die Zwischenlagerung aus, sie werden gleichzeitig und streng arbeitsteilig vollzogen, woraus auf Grund der Unteilbarkeit der eingesetzten Einheiten eine Abstimmungsbedürftigkeit der einzelnen Teilarbeiten erforderlich wird.

FLEISCHER [3] hat sich darum bemüht, die transportverbundenen Arbeitsverfahren zu typisieren. Das beigefügte Schema (Bild 1) haben wir gemeinsam mit FLEISCHER ausgearbeitet. In diesem Typenrahmen, der noch beliebig erweiterungsfähig ist, lassen sich alle erdenklichen Arbeitskräfte- und Maschinenkombinationen unterbringen.

### Optimalitätskriterium

HUBNER [2] geht bei seinen Überlegungen zur Komplexbildung von der vollständigen Ausnutzung der beladenen Einheit (z. B. Erntemaschine) aus und verlangt eine günstige Zuordnung von fahrenden und entladenden Einheiten. FLEISCHER sieht zusätzlich das Prinzip der Verlustzeitminimierung für die am Komplexeinsatz beteiligten Arbeitskräfte.

Bild 1. Modell-Typen zur Berechnung von optimalen Arbeitskräfte- und Maschinenkombinationen für transportverbundene Arbeiten in der Pflanzenproduktion

Wir gehen von einer Ganzheitsbetrachtung aus und zeigen einen für alle unterschiedlichen Arbeitskräfte- und Maschinenkombinationen möglichen Lösungsweg. Mit Hilfe einer exakten Optimierungsmethode und eines ökonomisch-mathematischen Modellsystems werden für die verschiedenen Komplextypen solche Produktivkraftkombinationen gesucht, deren monetär bewertete Verlustzeit unter konkreten Bedingungen minimal ist.

Bei transportverbundenen Fließarbeitsverfahren können durch unterschiedliches Leistungsvermögen der beteiligten Produktivkräfte zyklische verfahrensbedingte Verlustzeiten ( $T_{44}$ ) auftreten. Sie gehören zu den vom Arbeitenden unabhängigen Verlustzeiten. Die finanzielle Bewertung dieser Verlustzeit kann je am Komplexeinsatz mitwirkende Einheit unterschiedlich sein. So kostet z. B. die Stunde Verlustzeit des Mähdeschers einschließlich des Fahrers mehr als die Stunde  $T_{44}$  des LKW. Daß die Stunde Verlustzeit infolge Motorstillstandszeit anders bewertet werden muß als die Stunde produktive Fließarbeitszeit, sei nur am Rande erwähnt.

Als Optimalitätskriterium für die folgenden Untersuchungen wählen wir die „Verlustzeit-Kostenminimierung“. Wir minimieren also die Kosten, die bei dem „Aufeinander-Warten“ z. B. von Erntemaschinen und Transportmitteln entstehen.

Mit unserer Methode zu ermitteln sind die

- technologisch optimale Komplexgröße und die
- ökonomisch optimale Komplexgröße.

### Technologisch und ökonomisch optimale Komplexgröße

Die technologisch optimale Komplexgröße ist die Arbeitskräfte- und Maschinenkombination innerhalb eines abzusteckenden Rahmens, die geringstmögliche Verlustzeitkosten aufweist. Dagegen sollen bei der ökonomisch optimalen Komplexgröße die beteiligten Produktivkrafteinheiten so aufeinander abgestimmt werden, daß minimale Verfahrenskosten je Hektar bzw. je Erzeugniseinheit entstehen. Die Komplexe können, brauchen aber nicht beiden Optimalitätskriterien zu genügen.

Der abzusteckende Rahmen ergibt sich aus der organisatorisch minimalen bzw. der maximalen Komplexgröße. Die mini-

Komplex-Typ	Anzahl untersch. PKE	Merkmale der unterschiedlichen Produktivkraft-Einheiten								Beispiele
		selbst beladend, fahrend, selbst entladend	beladend, ohne Bunker	beladend, mit Bunker	fahrend, selbst entladend	fahrend	entladend	ausbringend	verarbeitend	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
I	1									Gütelänkwagen
II	2									Kran, Stallungstreuer
III	3									Erntemaschine ohne Bunker, Transportfahrzeug, Entladevorrichtung
IV	3									Erntemaschine mit Bunker, Transportfahrzeug, Entladevorrichtung
V	3									Häcksler, Transportfahrzeug, Annahmeverrichtung
VI	3									Förderband, Saatguttransportfahrzeug mit Entladevorrichtung, Drillmaschine
VII	4									Kran/Förderband, Transportfahrzeug, Förderband, Kartoffellegemaschine
VIII 1. Stufe mit/ohne Zeitvorsatz 2. Stufe	3									Verlader oder, Transportfahrzeug, Annahmeförderer
Typen- kombinationen	3									Sortieranlage, Förderband, Transportfahrzeug
V	3									Kopflader, Transportfahrzeug Fahrzeug im Silo
II	2									Rodelader Transportfahrzeug

male Kombination hat bei unseren Betrachtungen rein theoretische Bedeutung, sie besteht mindestens aus einer der jeweils am Komplex beteiligten Einheiten. Die organisatorisch maximale Komplexgröße kann durch jede der beteiligten Produktivkraftkombinationen gegeben sein. Im allgemeinen werden es die sogenannten Schlüsselmaschinen des Komplexes sein, die beladenden Einheiten. Dabei wird meist unterstellt, daß diese Maschinen nur begrenzt verfügbar sind. In Zukunft wird die Größe des Kollektivs der Werk tätigen, das im Komplex arbeitet, zumindest ebenso stark wie die beteiligten landtechnischen Arbeitsmittel die organisatorisch maximale Komplexgröße bestimmen.

Die Möglichkeit, technologisch und ökonomisch optimale Arbeitskräfte- und Maschinenkombinationen exakt berechnen zu können, hat für die Bildung von Produktionseinheiten nach Rationalitätsprinzipien wesentliche Bedeutung.

Auf die optimale Komplexgröße einwirkende leistungsbestimmende Faktoren können in den Daten des Modellsystems berücksichtigt werden. Dazu gehören:

- Gesichtspunkte der operativen Leitung (Überschaubarkeit des Komplexes),
- Schlaggröße, bzw. Größe der einander zugeordneten Schläge eines Fruchtfolgefeldes oder einer Schlägeinheit,
- Schlaglänge,
- erforderliche Schlagkraft,
- Kapazität der zu einem oder zu mehreren Komplexen gehörigen Abnahme- oder Beladestellen,
- Verhältnis zwischen arbeitenden und in Reserve stehenden Maschinen,
- zweckmäßigste Größe des Feld-Reparatur-Stützpunktes,
- Durchlässigkeit der Transportwege und
- Form des Einsatzes, z. B. in Staffel auf einem Schlag oder einzeln auf benachbarten Beeten; spurgebundene Arbeiten (Drillen, Düngerstreuen) werden bevorzugt im Beeteinsatz erfolgen, nicht spurgebundene, wie Mähdrusch, im Staffeleinsatz.

#### Methode

Die Anzahl der Schlüsselmaschinen eines Komplexes wird im allgemeinen vor der Arbeitsaufgabe, dem Produktionsumfang und der verfügbaren Einsatzzeit bestimmt. Das Ziel der Verfahrensoptimierung besteht darin, den Komplexen soviel Transportmittel und Ent- oder Beladevorrichtungen zuzunordnen, wie es unter den konkreten Produktionsbedingungen optimal ist, also bei bestimmtem Hektarertrag, determinierter Ausbringungsmenge, Transportentfernung und anderen Parametern. Damit gehört die Verfahrensoptimierung zum Instrumentarium der Maschineneinsatzplanung.

Als Methode verwenden wir die gemischt-ganzzahlige lineare Optimierung. Da die Elemente aller Produktivkraftkombinationen (Menschen, Maschinen) unteilbar sind, lassen wir alle Aktivitäten des Modells, die sich auf die Produktivkräfte beziehen, ganzzahlig werden. Die Frage der Ganzzahligkeit spielt bei der Verfahrensoptimierung eine wesentliche Rolle. Gegenwärtig bereitet die Lösung von ganzzahligen Optimierungsproblemen noch einige programmtechnische Schwierigkeiten. Wir haben verschiedene Modellansätze geprüft und bestimmte Formen gefunden, die lösbar sind. Diese erprobten Ansätze sind Grundlage des Modellsystems, das für die verschiedenen Komplextypen von uns ausgearbeitet wurde. BERNHARDT, EBERHARDT, RUTH und ZIMMERMANN versuchen, ähnliche Probleme mit Hilfe von Simulationsmethoden zu lösen [4].

#### Daten für die Modelle

Die Qualität der Optimierungsergebnisse wird wesentlich beeinflußt durch eine problemorientierte praxisnahe Modellkonstruktion und die verwendeten Ausgangsdaten. Die Daten

für verschiedene Modelltypen unseres in Bild 1 dargestellten Systems können nach dem folgenden Spiegel einheitlich erfaßt werden (soweit die Elemente in dem weiter unten beschriebenen Modell enthalten sind, haben wir ihren Standort durch den entsprechenden  $a_{ij}$ -Wert gekennzeichnet):

- Anzahl der Arbeitskräfte je Maschine [AK/St.]  
 $a_{174}; a_{175}; a_{176}$ ,
- Arbeitszeitbedarf je Maschineneinsatzstunde [AKh/Th]; [AKh/Mh]  
 $a_{181}; a_{182}; a_{183}; a_{189}; a_{1813}; a_{1814}; a_{1815}$ ,
- Zugkraftklasse der am Komplex beteiligten Traktoren und LKW,
- Arbeitszeitfondsvorgaben je Schicht oder Kampagne für Mensch und Maschine [h/Periode]  
 $a_{104}; a_{115}; a_{126}$ ,
- Kostenrichtwerte je Stunde für verschiedene Teilzeiten, z. B. wird die produktive Fließarbeitszeit höher bewertet als die verfahrensbedingte zyklische Verlustzeit oder Vorbereitungs- und Abschlußzeit. Die Zuordnung der verschiedenen Teilzeiten wird automatisch gesteuert [Mark/h]  
 $c_1; c_2; c_3$ ;  
 $a_{191}; a_{192}; a_{193}; a_{1913}; a_{1914}; a_{1915}$ ,
- Durchsatzleistungen der be- oder entladenden und ausbringenden Maschinen [ $t/hT_{05}$ ]  
 $a_{69}; a_{811}$ ,
- Fassungsvermögen von Bunkern [t/Bunker]  
 $a_{78}$ ,
- Entleerzeit von Bunkern [h/Bunker]  
 $a_{138}$ ,
- Nutzmasse der Transportmittel [t/St.]  
 $a_{47}; a_{57}; a_{67}; a_{77}; a_{87}$ ,
- Lastfahrt- und Leerfahrtgeschwindigkeiten der Transportmittel und Ausbringungsmaschinen [km/h]  
 $a_{910}$ ,
- Transportentfernungen [km/Runde]  
 $a_{97}$ ,
- Arbeitsgeschwindigkeiten von Ausbringungsmaschinen [km/h],
- Hektarerträge der Fruchtarten [t/ha]  
 $a_{416}$ ,
- Verhältnis zwischen produktiv eingesetzten Maschinen und Reservemaschinen [ $n : 1$ ],
- Anschaffungspreise der am Komplexeinsatz beteiligten Maschinen [M/St.]  
 $a_{204}; a_{205}; a_{206}$ .

#### Modellbeschreibung von Typ IV

Um eine Vorstellung von der Größenordnung und dem Aufbau der Modelle des Systems zu vermitteln, beschreiben wir im folgenden kurz ein Modell des Typs IV zur optimalen Gestaltung von Mähdrescherkomplexen. Zu bestimmen sind die Zahl der Mähdrescher (E 512) und der Transportmittel für eine konkrete Arbeitsaufgabe in einer determinierten Zeiteinheit. Die Verflechtung der technologischen, ökonomischen und modellierungstechnischen Koeffizienten der Matrix stellen wir in Tafel 1 dar. Die Zielfunktion wurde bereits eingehend begründet. Restriktionen und Aktivitäten des Modells sind in Klassen und Gruppen zusammengefaßt, ihr Inhalt durch Text verdeutlicht, so daß der Ansatz leicht lesbar ist und einen ausführlichen Kommentar erübrigt.

Aus rechentechnischen Gründen wurden die Transporteinheiten ( $TE_1$  und  $TE_2$ ) nach ihrer Funktion gesondert betrachtet. Durch das Füllen der Bunker an den Mähdreschern entsteht eine Pufferzeit, die zur Reduzierung des Transportmittelparks führt. Diesen technologischen Sachverhalt haben wir über modellierungstechnische Verflechtungen eingefangen. Trotz der Trennung von  $TE_1$  und  $TE_2$  bilden beide eine physische Einheit.

Tafel 1. Modell zur Berechnung optimaler Mähdrescher-Komplexe (Modelltyp IV)

Zeile	Klasse	Art	Inhalt	b	Verlustzeiten			Aktivitäten									
					h <sub>T44</sub>	h <sub>T44</sub>	h <sub>T44</sub>	Ganzzahlige Produktivkr.			produktive Fließarbeitszeiten				Vorber.- u. Abschl.-Zeit		
					MD	TE <sub>1</sub>	TE <sub>2</sub>	St.	St.	St.	Run-	Bun-	h <sub>T05</sub>	h <sub>T05</sub>	h <sub>T05</sub>	h <sub>T05</sub>	h <sub>T05</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
0	Zielfunktion	GB	Verlustzeitkosten	min.	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>										
1	Produktivkraft	EB	Mähdrescher	St. v	b <sub>1</sub>	≡		1									
2	Begrenzungen	EB	Transportmittel	St. m	1	≡		1									
3		EB	Transportmittel	St. m	1	≡											
4		GB	t-ha-Ausgleich	v	0	≡											a <sub>416</sub>
5	technologische	GB	t-t-Ausgleich	v	0	≡											
6	Restriktionen	GB	t-MD-Durchsatz-	v	0	≡											
			Ausgleich														
7		GB	t-MD-Bunker-	v	0	≡											
			Ausgleich														
8	(transport-	GB	t-Entladev.-Durch-	v	0	≡											
	mittelbedingte)		satz-Ausgleich														
9		GB	km-Geschwindigk.-	v	0	≡											
			Ausgleich														
10	Zeitausgleichs-	GB	MD-Zeitausgleich	v	0	≡	-1	a <sub>104</sub>									
11	Bedingungen	GB	Transportmittel-	v	0	≡			a <sub>115</sub>								
			Ausgleich														
12		GB	Transportmittel-	v	0	≡				a <sub>126</sub>							
			Ausgleich														
13		GB	Bunkerentleerzeit-	v	0	≡											
			Ausgleich														
14		GB	T <sub>61</sub> -Zeitausgl. MD	v	0	≡	-1										
15		GB	T <sub>05</sub> -Zeitausgl. TE	v	0	≡											
16		GB	T <sub>61</sub> -Zeitausgl. TE	v	0	≡											
17	Informations-	GB	AK-Ermittlung	m	0	≡											
18	Zeilen	GB	AKh-Ermittlung	m	0	≡											
19		GB	Kosten-Ermittlung	m	0	≡											
20		GB	Invest-Ermittlung	m	0	≡											

GB = Gruppenbedingung, EB = Einzelbedingung, v = verbindlich, m = mindestens, MD = Mähdrescher, TE = Transporteinheit

Tafel 2. Auswertungsliste für Komplex-Optimierung

Mähdreschereinsatz E 512 und LKW W 50 LAK (Basis: 1 Schicht = 10 h)										
Hektarertrag: 5 t/h Getreide					Mähdrescherdurchsatz: 5,7 t/h					
Kosten je Stunde Mähdrusch: 76,- M,					Nutzmasse je Bunker: 1,4 t, Bunkerentleerzeit: 4 min,					
je h Verlustzeit des E 512: 60,- M,					Nutzmasse je LKW-Zug: 9,8 t.					
je Stunde LKW-Einsatz: 18,90 M,										
1	Transportentfernung, km			5				15		30
2	Transportgeschwindigkeit, km/h			20				26		35
3	Anzahl der Mähdrescher je Komplex			3	5	7	3	5	7	3 5 7
4	Anzahl der LKW je Komplex			3	4	5	4	6	8	5 8 10
5	Anzahl der AK je Komplex <sup>1</sup>			6	9	12	7	11	15	8 13 17
6	geleistete Hektar je Schicht			34,2	57,0	78,4	34,2	57,0	78,4	34,2 57,0 78,4
7	transportiertes Getreide, t je Schicht			171	285	392	171	285	392	171 285 392
8	Anzahl der Runden der LKW je Schicht			17,45	29,08	40	17,45	29,08	40	17,45 29,08 40
9	Verlustzeit der MD, h je Schicht			0	0	0	0	0	0	0 0 0
10	übergabebedingte Verlustzeit der LKW, h je Schicht			7,86	0	2,16	6,45	1,53	6,00	6,67 4,46 3,59
11	transportkettenbedingte Verlustzeit der LKW, h je Schicht			1,28	5,46	0	1,28	5,75	0	1,28 5,26 0
12	Verlustzeitkosten je Schicht des Komplexes, Mark			172,58	103,18	114,51	145,95	99,41	187,20	150,12 183,71 141,51
13	Verlustzeitkosten je Runde der LKW, Mark			9,89	3,55	2,86	8,36	3,42	4,68	8,60 6,32 3,54
14	Verfahrenskosten je ha, Mark			83,24	80,00	79,72	88,77	86,56	86,89	94,30 93,19 91,71
15	AKh je ha			1,75	1,58	1,53	2,05	1,93	1,91	2,34 2,28 2,17

ohne Komplexleiter, Schichtfahrer und Mechaniker

Die Berechnung des Modells erfolgt in zwei Phasen. Zuerst wird die nichtganzzahlige optimale Lösung für das Problem gesucht und anschließend die ganzzahlige.

Beispiel:

Für drei unterschiedlich große Mähdrescherkomplexe und drei verschiedene Transportentfernungen und -geschwindigkeiten haben wir die optimale Zuordnung von Transportmitteln berechnet. Die unterstellten Daten und die gewonnenen Ergebnisse sind in Tafel 2 aufgezeichnet.

LISTNER und STAUDTE berichten über Wartezeitanteile an der Einsatzzeit von 9 Prozent im Mittel bei 280 untersuchten Mähdreschern E 512 [5]. Sie führen einen erheblichen Teil dieser Verlustzeit auf fehlende Transportmittel für Körner zurück und unterstreichen damit die Dringlichkeit der von uns in Angriff genommenen Komplexoptimierung zum Zweck der Einsatzplanung.

Von den neun dargestellten Varianten ist zweimal, bei den kleineren Entfernungen, der 5er-Komplex, der technologisch optimale (Zeile 12), bei der weiteren Fahrtstrecke der 7er-

Komplex. Ökonomisch, von den Verfahrenskosten je Hektar gesehen, sind meist die größeren Komplexe überlegen (Zeile 14).

Wie wir aus anderen Versuchsrechnungen wissen, kann der Fall eintreten, wo es ökonomisch günstiger ist, eine kurze zyklische verfahrensbedingte Verlustzeit der Erntemaschine in Kauf zu nehmen und auf den Einsatz einer weiteren — dann gerade nur schlecht ausgenutzten — Transporteinheit zu verzichten. Durch die Ganzzahligkeitsbedingungen gibt es bei diesen Optimierungsproblemen sprunghafte Änderungen in der Struktur der Lösung.

Eines läßt sich aus unseren bisherigen Untersuchungen festhalten und verallgemeinern: Je größer die Transportentfernungen und je länger die Transportketten werden, desto kleiner wird der Einfluß einer wachsenden Komplexgröße auf die Verfahrenskosten je Hektar.

### Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Der Umfang transportverbundener, abstimmungsbedürftiger Fließerbeitsverfahren in der Pflanzenproduktion nimmt ständig zu. In der vorliegenden Studie werden diese Arbeiten technologisch typisiert. Für die verschiedenen Grundformen haben wir ein Modellsystem ausgearbeitet, mit dessen Hilfe ökonomisch und technologisch optimale Verfahrensvarianten berechnet werden können. Entsprechend der Unteilbarkeit der Produktivkräfte Mensch und Maschine wurde die gemischt-ganzzahlige lineare Optimierung verwendet und das Verfahren als System betrachtet.

Die ersten Variantenrechnungen zeigen bereits den großen Nutzen dieser sogenannten Komplexoptimierung für die Maschineneinsatzplanung. Unsere Modelle ermöglichen, alle die Komplexgröße beeinflussenden quantifizierbaren Fakto-

ren zu berücksichtigen und die für unterschiedliche Produktionsbedingungen zweckmäßige Zuordnung der Produktivkräfte unterschiedlicher Leistung zu bestimmen.

Wenn für den Rechenautomaten R 300 geeignete Programme vorliegen, können die Ingenieurbüros für Mechanisierungsplanung die Maschineneinsatzplanung für Kooperationsgemeinschaften mit Hilfe unserer Modelle vornehmen.

Sicherlich wird auch die Landmaschinenindustrie bei der Entwicklung neuer Maschinensysteme mit Vorteil auf Parameter zurückgreifen, die aus Verfahrensoptimierungsrechnungen hervorgegangen sind. Beim Verkauf von neuen Maschinen sollten optimierte Einsatzvorschläge mitgeliefert werden.

Die ökonomisch optimale Komplexgröße ist ein wichtiges Kriterium für den zweckmäßigsten Umfang von Produktionseinheiten in der Pflanzenproduktion.

### Literatur

- [1] KASTEN, A.: Ein Beitrag zur Bestimmung von optimalen Kombinationen zwischen Arbeitskräften und Maschinen bei kooperativer Pflanzenproduktion. Fo.-Bericht, Lehrstuhl für Ok. soz. landw. Betriebe, Sektion Pflanzenproduktion, Halle 1969
- [2] HUBNER, B.: Vorschlag einer Planmethode für transportverbundene Arbeiten. Deutsche Agrartechnik (1967) H. 8, S. 378 bis 382
- [3] FLEISCHER, E.: Zyklische verfahrensbedingte Verlustzeiten transportverbundener Fließerbeitsverfahren und Möglichkeiten ihrer Senkung. Deutsche Agrartechnik (1969) H. 1, S. 36 bis 39
- [4] EBERHARDT, F. / M. EBERHARDT / H. RUTH / E. ZIMMERMANN: Überprüfung von Optimierungs- und Simulationsmethoden für die Modellierung technologischer Prozesse und für die Bestimmung der optimalen Größe technologischer Einheiten in der Pflanzenproduktion — dargestellt am Beispiel der Getreideproduktion. Arbeiten aus dem DAL-Institut für landw. Betriebs- und Arbeitsökonomik Gundorf, 1969
- [5] LISTNER, G. / W. STAUDTE: Ergebnisse des Komplexeinsatzes 1968 mit 280 Mähdeschern E 512 in der DDR. Deutsche Agrartechnik (1969) H. 6, S. 257 bis 261 A 7717

Dipl.-Ing.-Ök. d. I. 1.  
W. ALBRECHT\*

## Erfahrungen über die Einbeziehung der Betriebe der Nahrungsgüterwirtschaft in das System der landtechnischen Instandhaltung

Der VII. Parteitag der SED hat den Bürgern der Deutschen Demokratischen Republik die historische Aufgabe gestellt, das entwickelte gesellschaftliche System des Sozialismus zu gestalten und sein Kernstück, das ökonomische System, zur vollen Wirkung zu bringen. Für die sozialistische Landwirtschaft haben sich daraus ebenfalls neue und größere Aufgaben abgeleitet, die mit den herkömmlichen Methoden nicht mehr zu bewältigen waren. Mit Hilfe der kooperativen Beziehungen, die sich seit dem IX. Deutschen Bauernkongreß in vielfältiger Weise entwickelt haben, konnten bedeutende Erfolge in der Produktion und damit auch der gesellschaftlichen Entwicklung erzielt werden.

Konkret geht es in Auswertung der Beschlüsse des VII. Parteitages der SED und des X. Deutschen Bauernkongresses — ausgehend von der Prognose der Entwicklung der sozialistischen Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft in der Deutschen Demokratischen Republik — um die Sicherung einer bedarfsgerechten Produktion und Verarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse sowie einer modernen und stabilen Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigen Nahrungsgütern.

Die Verflechtung der landwirtschaftlichen Produktion mit der Nahrungsgüterindustrie setzte auch für die Kreisbetriebe für Landtechnik (KfL) neue Maßstäbe.

Um die Versorgung der Bevölkerung entsprechend den ständig wachsenden Bedürfnissen mit hochwertigen Nahrungsgütern sichern zu können, ist es auf Grund des differenzierten Entwicklungsstandes der Betriebe der Nahrungsgüterwirtschaft erforderlich, einen Teil dieser Betriebe zu rekonstruieren, damit ein höheres Niveau der Produktion und Verarbeitung erreicht wird. Neben der Rekonstruktion von Betrieben oder Produktionsabschnitten ist es aber für einen kontinuierlichen Ablauf der Produktion — und damit der Versorgung der Bevölkerung — unbedingt notwendig, den störungsfreien Betriebsablauf durch eine vorbeugende Instandhaltung der Anlagen zu gewährleisten.

Wie hat sich die Unterstützung der Betriebe der Nahrungsgüterwirtschaft im Bezirk Leipzig durch die KfL entwickelt? Im Bereich des Bezirkskomitees für Landtechnik Leipzig wurde ein gesonderter Sektor innerhalb der Abteilung „Produktion“ gebildet, der die spezifischen Probleme der Betriebe der Nahrungsgüterwirtschaft bearbeitet. Außerdem wurde ein Betriebsteil des KfL Leipzig-Land so umprofiliert, daß die Fertigung einfacher Rationalisierungsmittel aufgenommen werden konnte.

Zunächst begannen wir im Jahre 1968, mit etwa 25 Produktionsarbeitern einfache Rationalisierungsmittel — vorwiegend für das Fleischkombinat — zu fertigen und zu montieren. Diese Arbeiten wurden mehr oder weniger auf Zuruf ausgeführt.

\* Bezirkskomitee für Landtechnik Leipzig