

## Modelle für die Maschinenbedarfsplanung

Dipl.-Landw. W. WEBER\*

### 1. Ein System von Planungsmodellen

Nachdem seit 1967 erstmalig in der DDR die lineare Optimierung im größeren Rahmen zur Bedarfsplanung landtechnischer Arbeitsmittel herangezogen wurde — seit dieser Zeit sind mehr als 300 Mechanisierungsprojekte für die Praxis mit dieser Methode erarbeitet worden — konnten einerseits Brauchbarkeit und Flexibilität dieser Methode nachgewiesen und andererseits viele Erfahrungen zu ihrer weiteren Verbesserung gesammelt werden.

Es zeigte sich, daß mit der planmäßigen Entwicklung der kooperativen Zusammenarbeit der LPG und VEG sowie der Konstruktion und Bereitstellung völlig neuer Maschinen und Maschinensysteme für die Pflanzenproduktion auch neue Planungsinstrumente geschaffen werden müssen, die dem Stand der fortgeschrittenen Entwicklung entsprechende Aussagen liefern. Eine einfache Bedarfsplanung genügt auch nicht mehr im Hinblick auf die Perspektivplanung der LPG, Kreise und Bezirke. Es müssen Möglichkeiten zur Ermittlung spezieller Varianten in den Planungsmodellen vorhanden sein.

Die Mitarbeiter der Außenstelle Halle beim WTZ für Landtechnik Schlieben haben ein System von Planungsmodellen für EDVA erarbeitet, mit dessen Hilfe differenzierte Aufgaben der Bedarfs- und Einsatzplanung und der statistischen Bestandsanalyse landtechnischer Arbeitsmittel gelöst werden können. In diesem Beitrag sollen zwei Modelle für den Bereich der Maschinenbedarfsplanung vorgestellt werden.

### 2. Der ökonomisch-mathematische Ansatz

#### 2.1. Aufgabenstellung

Lineare Optimierungsmodelle zur Planung des Bedarfs landtechnischer Arbeitsmittel müssen vielerlei Ansprüche erfüllen:

Sie sollen

- mit ihren Ergebnissen sowohl gegenwärtigen als auch prognostischen Erwägungen und Entscheidungen als Grundlage dienen;
- möglichst für alle Leitungsebenen entsprechende Aussagen liefern;
- leicht zu variieren sein, um veränderten Ausgangssituationen weitestgehend gerecht werden zu können.

Eine große Bedeutung hat die Bestimmung der Neuzuführung und Aussonderung von Maschinen. Dieser Aufgabenkomplex wird in immer stärkerem Maße die Maschinenbedarfsplanung beeinflussen.

Prinzipiell ist es möglich, alle genannten Bedingungen in einem Optimierungsmodell mit hinreichender Genauigkeit zu formulieren. Das stößt allerdings auf ein z. Z. unüberwindbares Hindernis — die Kapazität der uns zur Verfügung stehenden elektronischen Datenverarbeitungsanlagen. Deshalb wurden von uns zwei Modelle gleichartiger Datenkonstellation — jedoch unterschiedlicher Aussagemöglichkeiten — erarbeitet, die parallel eingesetzt werden können. Das Modell I ist besonders für die Lösung von Problemen der Neuzuführung von Maschinen ausgelegt, während das Modell II für die Maschinenbedarfsplanung, weitestgehende Variierung der Ausgangssituation, größere Feinheit in der Mechanisierungsstruktur und den breiten Einsatz in den

Ingenieurbüros für Mechanisierungsprojektierung gedacht ist. Die folgende Beschreibung der Methode bezieht sich auf das Modell II (mit notwendigen Hinweisen auf Modell I an den entsprechenden Stellen).

Zunächst müssen jedoch einige von uns verwendete Begriffe erläutert werden.

Unter Arbeitsart verstehen wir entsprechend TGL 80-22 290 /1/ nur die begriffliche Bestimmung eines Vorgangs in der Pflanzenproduktion. Die Arbeitsart „Pflügen“ sagt also nur aus, daß gepflügt wird, unabhängig davon, mit welchem Traktor und mit welchem Pflug.

Zu einer Arbeitsart können mehrere Arbeitsgänge gehören (s. TGL 80-22 290), z. B. Pflügen mit 5-Mp-Traktor und B 501, Pflügen mit 2-Mp-Traktor und B 201 usw. Der Begriff „Arbeitsgang“ definiert also zur Pflanzenproduktion notwendige Vorgänge eindeutig.

Unter einem Hauptzeitabschnitt soll eine Etappe innerhalb eines Jahres verstanden werden, in der ganz bestimmte, charakteristische Arbeiten in der Pflanzenproduktion erledigt werden müssen.

Die Einteilung des Jahres in acht Hauptzeitabschnitte wurde aus dem Modell für den Zeitraum 1967 bis 1970 übernommen, da sich diese Gliederung sowohl aus arbeitswirtschaftlichen als auch rochentechnischen Gesichtspunkten bewährt hat. Dauer und zeitliche Folge der Hauptzeitabschnitte sind in der Broschüre „Mechanisierungsplanung“ /2/ beschrieben. Sie sollen hier nochmals kurz aufgeführt werden:

Hauptzeitabschnitt	Halbmonate	Arbeitskampagne
1	3/II, 4/I	Getreideaussaat
2	4/II, 5/I	Rüben- u. Kart.-Bestellung, Wi.-Zw.-Fr.-Erntebeginn
3	5/II, 6/I, 6/II	Hackfruchtpflege und Heuernte
4	7/I, 7/II	Frühgetreideernte
5	8/I, 8/II	Spätgetreideernte
6	9/I, 9/II	Mais- u. Kartoffelernte
7	10/I, 10/II, 11/I	Zuckerrüben- u. Herbstfurchen
8	11/II ... 3/I	Wintermonate

Um die universelle Verwendbarkeit der Planungsmodelle zu erleichtern, erschien es uns ratsam, ein einheitliches, EDV-gerechtes, alphanumerisches System der Arbeitsarten und Arbeitsgänge zu entwickeln. Dieses System soll zunächst erläutert werden.

#### 2.2. Nomenklatur der Arbeitsarten und Arbeitsgänge

Das für die lineare Optimierung verwendete Rechenprogramm gestattet zur Identifikation der Aktivitäten und Restriktionen des Modells je sechs alphanumerische Zeichen. Für jedes Element des Modells wird eine Lochkarte angefertigt, dessen Standort im Modell durch Spalten- und Zeilenamen angegeben wird. Mit diesen jeweils sechs Zeichen müssen also Arbeitsarten und Arbeitsgänge in allen Hauptzeitabschnitten eindeutig definiert sein. (Ähnlich verfahren SCHINKEL und EBERHARDT /3/ im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung technologischer Karten.)

\* Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, Außenstelle Halle

Die Ziffer des Hauptzeitabschnittes ist im zu beschreibenden Optimierungsmodell das erste Identifikationsmerkmal, das zweite ist die Ziffer der Arbeitsartengruppe:

- 1 Bodenbearbeitung und Aussaat
- 2 Düngung und Pflege
- 3 Halmfruchternte
- 4 Kartoffelernte
- 5 Rübenerte
- 6 Ernte der Futterpflanzen

Das dritte Identifikationsmerkmal ist die Nummer der Arbeitsart. Sie ist zweistellig, beginnt in jeder Arbeitsartengruppe mit 01 und kennzeichnet fortlaufend alle Arbeitsarten der jeweiligen Gruppe, erlaubt mithin die Identifikation von 99 Arbeitsarten.

Das vierte und fünfte Identifikationsmerkmal ist ausschließlich den Arbeitsgängen vorbehalten. In der vierten Stelle können verschiedene Kennbuchstaben mit folgender Bedeutung stehen:

- |              |   |
|--------------|---|
| A            | Arbeitsgänge für 5-Mp-Traktoren         |
| B            | Arbeitsgänge für 2-Mp-Traktoren         |
| C            | Arbeitsgänge für 1,4-Mp-Traktoren       |
| M            | Arbeitsgänge für Mähdrescher            |
| S            | Arbeitsgänge für Selbstfahrer allgemein |
| K            | Arbeitsgänge für Kran                   |
| L            | Arbeitsgänge für LKW                    |
| F            | Arbeitsgänge für Flugzeug               |
| kein Zeichen | Handarbeit                              |

Die fünfte Stelle kann eine Ziffer enthalten, die zur Unterscheidung mehrerer Arbeitsgänge innerhalb einer Gruppe landtechnischer Arbeitsmittel dient.

Zum Beispiel bedeutet 1109B1:

Arbeitsgang im Hauptzeitabschnitt 1, Gruppe 1 Bodenbearbeitung und Aussaat, Arbeitsart 09 (Drillen), Zugkraftklasse B (2,0 Mp), erster Arbeitsgang Drillen in dieser Mp-Klasse 1. Die Identifizierung der Arbeitsart lautet dagegen nur

1109,

da die verschiedenen Möglichkeiten der Erledigung durch unterschiedliche Arbeitsgänge (Norm, Mp-Klasse) berücksichtigt werden. Durch dieses Ordnungsprinzip erreichen wir, daß alle Arbeitsarten, auch evtl. neu hinzukommende, lückenlos erfaßt werden können und außerdem die Grundbezeichnung für Arbeitsarten und -gänge gleich ist (siehe Beispiel).

### 2.3. Der Aufbau des Optimierungsmodells zur Bedarfsermittlung von prognostischen und perspektivischen Mechanisierungsmitteln

Ein Optimierungsmodell für prognostische Untersuchungen muß aufgrund seiner Aufgabenstellung gestatten, durch Parameteränderungen eine Vielzahl von Informationen zu gewinnen. Außerdem soll die Gesamtaussage möglichst umfassend sein und Antworten auf zahlreiche ökonomische und technologische Fragen enthalten. Das Modell zur Optimierung des Bedarfs landtechnischer Arbeitsmittel hat einen Umfang von 743 Zeilen und 998 Spalten und schöpft damit das derzeit zur Verfügung stehende Rechenprogramm, das 1 000 Zeilen und 1 000 Spalten zuläßt, annähernd aus.

#### 2.3.1. Zielfunktionen

Im vorliegenden Optimierungsmodell haben wir 4 Zielfunktionen vorgesehen. In der Standardform wurde jedoch nur eine Zielfunktionszeile besetzt, und zwar die zur Minimierung der Kosten des Einsatzes landtechnischer Arbeitsmittel und der lebendigen Arbeit. Damit sollen die Nachnutzer des Modells leichter die Möglichkeit haben, für sie besonders interessante Optimierungskriterien in die unbesetzten Zeilen einzufügen.

Die Koeffizienten der Zielfunktionszeile „Kostenminimierung“ setzen sich aus mehreren Kostengruppen zusammen:

1. Variable Kosten je Stunde Traktoreinsatz bei hoher und niedriger technischer Auslastung.

2. Variable Kosten je Stunde für Selbstfahrer, Anhängemaschinen und -geräte, für die je eine spezielle Aktivität zur Verfügung gestellt wurde.
3. Variable und fixe Kosten je Stunde der übrigen Anhängegeräte.
4. Sonstige fixe Kosten außer Abschreibungen je Maschine und Jahr.
5. Die Abschreibungen je Maschine und Jahr. Sie werden in besonderen Zeilen für acht-, sechs- und vierjährige Abschreibungsdauer errechnet und durch drei eigene Aktivitäten in die Zielfunktion gebracht, um bei speziellen Untersuchungen die Abschreibungssätze besser variieren zu können (s. 3.4).
6. Fixe Kosten der lebendigen Arbeit je AK und Jahr für 2 AK-Qualifizierungsstufen.

Diese Disaggregation der Verfahrenskosten ermöglicht auf einfache Art, Untersuchungen über Veränderungen in den einzelnen Kostengruppen durchführen zu können, weil nur eine minimale Anzahl von Lochkarten bei veränderten Eingangsgrößen ausgewechselt zu werden braucht.

#### 2.3.2. Nebenbedingungen

Unter den Nebenbedingungen des Modells unterscheiden wir mehrere Klassen zur:

1. Festlegung der Anbauflächen zur Einbeziehung der Produktionsverfahren in den Rechengang;
2. Bilanzierung der auszuführenden und der möglichen Arbeitsarten, unterteilt nach 8 Hauptzeitabschnitten;
3. Bilanzierung der Einsatzstunden landtechnischer Arbeitsmittel zur Berücksichtigung der variablen Kosten je Stunde;
4. Bilanzierung von Arbeitszeitbedarf und Kapazität für Arbeitskräfte und landtechnische Arbeitsmittel;
5. Bestimmung der Höhe der Abschreibungen in drei Abschreibungsgruppen;
6. Information über technische, technologische und ökonomische Ergebniswerte;
7. Berücksichtigung bestimmter technologischer Zuordnungsgrundsätze.

Die Klassen 1 und 2 sind vom Typ der verbindlichen Restriktionen, d. h. es handelt sich um Gleichungen. In den Klassen 3 bis 7 haben wir endogene Mindestbedingungen, d. h. der Basiswert soll  $\geq 0$  sein.

#### 2.3.3. Die Koeffizienten der Matrix

Die Berechnung des Maschinenbedarfs ist aufgebaut auf den einzelnen Leistungen in ha/h der entsprechenden Aggregate. Die einzelnen Werte stehen als positive Koeffizienten in den Zeilen der jeweiligen Arbeitsarten und den Spalten des dazugehörigen Arbeitsganges. Die Forderung, eine bestimmte Arbeitsart auszuführen, wird über die Spalten der Produktionsverfahren in das Modell gebracht. Die in diesen Variablen stehenden Verfahrensanteile der Arbeitsarten sind negative Koeffizienten, zu deren Ausbilanzierung die Koeffizienten der Leistung in Hektar je Stunde herangezogen werden müssen (Klasse 2 der Nebenbedingungen).

Die Inanspruchnahme von Arbeitsgangstunden führt zu einem Bedarf an Arbeitskräfte-, Traktoren- und Maschinenstunden, der ebenfalls ausgeglichen werden muß (Klassen 3 und 4 der Nebenbedingungen). Dieser Ausgleich erfolgt für die AKh mit dem Koeffizienten des „Arbeitszeitfonds“ je Hauptzeitabschnitt und AK in den Aktivitäten „Arbeitskräfte“, und zwar getrennt nach Arbeitskräften höherer oder niedrigerer Qualifikation.

Für die landtechnischen Arbeitsmittel wird der Ausgleich durch den Koeffizienten „Einsatzzeitfonds“ je Hauptzeitabschnitt und Maschine vorgenommen. Außerdem werden durch Ausbilanzierung der Arbeitsgangstunden in der Restriktionsklasse 3 die variablen Kosten je Einsatzstunde der landtechnischen Arbeitsmittel in die Zielfunktion transformiert.

Der Aufbau der Matrix wurde streng systematisch vorgenommen; sie läßt sich leicht in einzelne, logisch zusammen-

gehörige Blöcke untergliedern. Im Unterschied zum Modell für den Zeitabschnitt 1967 bis 1970, wo die Blöcke nur durch die Perioden (Hauptzeitabschnitte) gebildet wurden, haben wir im neuen Modell die landtechnischen Arbeitsmittel, geordnet nach Hauptzeitabschnitten, zu Blöcken zusammengefaßt.

Im einzelnen wurden die Aktivitäten folgendermaßen gruppiert:

- Arbeitsgänge (Möglichkeiten der Arbeitserledigung) in den Hauptzeitabschnitten;
- Einsatzstunden landtechnischer Arbeitsmittel;
- Arbeitskräfte unterschiedlicher Qualifikation;
- Landtechnische Arbeitsmittel;
- Variable zur Transformation der Abschreibungen;
- Transferaktivitäten für den Arbeitskräfteausgleich;
- Produktionsverfahren der Fruchtarten;
- Im Planungsmodell I wurden außerdem die landtechnischen Arbeitsmittel nach „Bestand“ und „Neuzuführungen“ unterschieden.

### 3 Die Eingabedaten des Optimierungsmodells (Inputs)

#### 3.1. Die Leistungsnormen

Zur Ermittlung des für die Erledigung der geforderten Arbeiten notwendigen Traktoren- und Maschinenbedarfs müssen die Leistungsnormen [ha/h in  $T_{06}$ ] bekannt sein. Diese Normen stehen in den Aktivitäten „Arbeitsgangstunden“ in den Zeilen der durchzuführenden Arbeitsarten als positive Koeffizienten. Für die Arbeitserledigung sind also je Arbeitsart entsprechend der Norm bestimmte Arbeitsgangstunden zu leisten. Diese zu leistenden Arbeitsgangstunden belasten durch negative Koeffizienten die

#### 3.2. Arbeitszeit- und Einsatzfonds

von Arbeitskräften und landtechnischen Arbeitsmitteln je Hauptzeitabschnitt. Die Arbeitszeitfonds stehen in den Aktivitäten „Arbeitskräfte hoher bzw. niedriger Qualifikation“ in den Zeilen und Blöcken für die jeweiligen Hauptzeitabschnitte.

Es handelt sich hier ausschließlich um produktive Stunden, die für die Teilzeit  $T_{06}$  zur Verfügung stehen. Grundlage für die Festlegung der Arbeitszeitfonds war die Annahme von 45 Arbeitsstunden je Woche unter Berücksichtigung von Ausfällen durch Krankheit und Urlaub.

Die Einsatzzeitfonds der landtechnischen Arbeitsmittel stehen in ihren jeweiligen Aktivitäten, und auch hier beziehen sie sich nur auf die möglichen produktiven Stunden für die Pflanzenproduktion, reduziert auf die Teilzeit  $T_{06}$ . Es sind Durchschnittswerte, die sich von Standort zu Standort ändern können. Bei Bedarfsermittlungen für Betriebe und KOG ist diesem Umstand Rechnung zu tragen.

Die transportverbundenen Arbeiten wurden auch im Modell als solche behandelt. Auf der Basis von Ergebnissen der Komplexoptimierung [4] und Erfahrungswerten haben wir für den Transport von Erntegut, Stalldung, Mineralfünger, Pflanzkartoffeln und Wasser den beladenen Maschinen oder den verarbeitenden Maschinen eine bestimmte Anzahl von Transportmitteln zugeordnet.

#### 3.3. Die Einsatzstunden der landtechnischen Arbeitsmittel

Mit der Heranziehung von Arbeitsgängen zur Erledigung der in den Produktionsverfahren geforderten Arbeitsarten werden außerdem die Aktivitäten der Einsatzstunden landtechnischer Arbeitsmittel belastet, die zum Ausgleich der Bilanz die Höhe der jährlichen Einsatzstunden der jeweiligen Maschinen in der Lösung erhalten müssen. In der Zielfunktionszeile dieser Aktivitäten stehen die variablen Kosten je Stunde der entsprechenden Maschine, die damit ihre Berücksichtigung bei der Ermittlung des Kostenminimums

finden. Für jedes landtechnische Arbeitsmittel gibt es also nur ein Element, eine Lochkarte für die variablen Kosten.

#### 3.4. Die Abschreibungsbeträge landtechnischer Arbeitsmittel

Zur Errechnung der jährlichen Abschreibungen haben wir 3 Zeilen und 3 Aktivitäten für drei unterschiedliche Abschreibungsperioden vorgesehen. Durch Einsetzen des Maschinenpreises in die entsprechende Zeile wird der dazugehörige Abschreibungsbetrag errechnet und von der dazugehörigen Aktivität in die Zielfunktionszeile transformiert. Die Umformulierung auf leistungsabhängige Abschreibung ist prinzipiell möglich.

#### 3.5. Die Transferaktivitäten für Arbeitskräfte

Diese Aktivitätengruppe sorgt dafür, daß überschüssige Arbeitskräfte höherer Qualifikation zu Arbeiten der einfachen AK-Qualifizierungsstufe herangezogen werden können, aber nicht umgekehrt.

#### 3.6. Die Produktionsverfahren

Ein wesentlicher Datenkomplex behandelt die Produktionsverfahren der Fruchtarten. Hierfür stehen 15 Aktivitäten zur Verfügung, jede Fruchtart belegt eine Aktivität. In deren Zeilen werden die Anteile der geforderten Arbeitsarten in den Hauptzeitabschnitten, auf 1 bezogen, als negative Koeffizienten eingetragen. z. B. 100 Prozent der Fläche sei zu pflügen: — 1, 80 Prozent der Fläche sei zu pflügen: — 0,8.

Die Produktionsverfahren können für einen Betrieb, eine Kooperation oder ein größeres Territorium ausgearbeitet werden. Für LPG, VEG und KOG werden sie sich in der Regel wesentlich genauer aufstellen lassen, da die spezifischen Bedingungen leichter zu erfassen sind.

In den Produktionsverfahren lassen sich auch durch natürliche Standortverhältnisse bedingte Erschwernisse berücksichtigen. Man kann dies auf zweierlei Art erreichen:

- Erstens durch Änderung jeder einzelnen Leistungsnorm im Modell. Diese Möglichkeit ist jedoch sehr umständlich und zeitraubend, da alle in Frage kommenden, über die gesamte Matrix verteilten Leistungsnormen (je eine Lochkarte) ausgetauscht werden müßten.
- Zweitens durch entsprechende Veränderung des Bearbeitungsflächenanteils in den Produktionsverfahren. Diese Methode wurde bereits im Planungsmodell für den Zeitraum 1967 bis 1970 angewendet. Standortbedingte Veränderungen werden durch Bearbeitungsflächenkoeffizienten ausgedrückt, die den Grad der Veränderung der im Modell stehenden Norm angeben. Durch Division der Bearbeitungsflächenanteile in den Produktionsverfahren durch diesen Koeffizienten wird rechnerisch der gleiche Effekt erzielt, man hat jedoch dabei den Vorteil, daß bei der Aufstellung der Produktionsverfahren die für den jeweiligen Standort geltenden Erschwernisse berücksichtigt werden können, ohne im Gesamtmodell Veränderungen vornehmen zu müssen.

Dieses Verfahren läßt sich nicht anwenden, wenn zwischen den Arbeitsgängen einer Arbeitsart unterschiedliche Abweichungen hinsichtlich der Arbeiterschwernisse bestehen. Dann bleibt nur der Weg über die Veränderung einzelner Leistungsnormen übrig.

### 4. Mögliche Problemlösungen

Die Modelle gestatten die Berechnung mehrerer Lösungstypen, von denen hier nur die drei wichtigsten vorgestellt werden sollen.

1. Ermittlung des optimalen Bedarfs landtechnischer Arbeitsmittel (LA) nach ausschließlich ökonomischen Gesichtspunkten.
2. Ermittlung des Bedarfs LA unter Berücksichtigung vorhandener Mechanisierungsmittel (z. B. die unbedingte Nutzung einiger bereits vorhandener Selbstfahrer).

3. Ermittlung des Bedarfs LA unter der Bedingung eines maximalen Anteils bestimmter, jedoch mit funktionell gleichwertigen austauschbaren LA (z. B. E 280 gegen E 067).

#### 4.1. Charakteristika der Lösungstypen 1 bis 3

Der Kartensatz des Modells in der hier vorliegenden Standardform zu einer Lösung nach Typ 1. Erst wenn sich zeigt, daß die errechnete, ökonomisch optimale Variante aus bestimmten gewichtigen Gründen nicht realisierbar ist, sollten eine oder mehrere Varianten mit entsprechenden Vorgaben berechnet werden.

Die Ergebnisse der Lösungstypen 2 und 3 müssen hinsichtlich des Kostenminimums immer ungünstiger ausfallen als das Standardergebnis. Ist das nicht der Fall, so liegt ein Fehler in der Datenkonstellation vor.

Die Notwendigkeit, ein Ergebnis des Lösungstyps 2 zu ermitteln, ist dann gegeben, wenn die Profilierung des Maschinenparks nach dem errechneten Lösungstyp 1 vom Auftraggeber unzumutbare Umstellungen erfordert. Das kann dann der Fall sein, wenn Maschinen, die erst vor kurzer Zeit angeschafft wurden, aufgrund des Optimierungsergebnisses ausgesondert werden sollten. Es wird sich dann meist um sehr teure landtechnische Arbeitsmittel handeln (z. B. K-700).

Unter diesen Umständen muß ein Suboptimum ermittelt werden, das das Vorhandensein bestimmter Maschinen berücksichtigt. Ein Ergebnis nach dem Typ 3 wird dann herangezogen werden müssen, wenn die aus dem Standardergebnis ableitbaren Zuführungen landtechnischer Arbeitsmittel die Bereitstellungsmöglichkeiten der Versorgungseinrichtungen überschreiten.

Abweichend vom Lösungstyp 2 ist aber zu berücksichtigen, daß es sich hier um Maximalbedingungen handelt, die in manchen Fällen nicht beliebig niedrig angenommen werden dürfen. Wenn solche Bedingungen eingeführt werden, muß man vorher feststellen, ob für die betreffenden landtechnischen Arbeitsmittel entsprechende Äquivalente im Modell vorhanden sind. Nur dann ist es sinnvoll, den Lösungstyp 3 anzustreben.

#### 4.2. Die Ausnutzung der Zielfunktionszeilen zur Ermittlung spezieller Optima

Die oben beschriebenen Lösungstypen werden immer unter dem Kriterium nur einer Zielfunktion ermittelt.

Da mit Hilfe von Zielfunktionskoeffizienten eine nahezu unbeschränkte Anzahl von Minima und Maxima berechnet werden können, lassen sich diese auch nicht im einzelnen typisieren. Es soll hier nur auf einige Möglichkeiten zur Besetzung der Zielfunktionen hingewiesen werden.

In dem von uns 1967 den Ingenieurbüros für Mechanisierungsprojektierung übergebenen Modell gab es außer dem Kostenminimum noch die beiden Zielfunktionen „AK-Minimum“ und „Traktorenminimum“. Sie sind auch im vorliegenden Modell möglich, es muß von Fall zu Fall entschieden werden, wie weit ihre Berechnung zur Entscheidungsfindung beitragen kann.

Eine Zielfunktionszeile kann zur Ermittlung des minimalen Grundmittelbesatzes herangezogen werden. Dazu werden in den Aktivitäten der landtechnischen Arbeitsmittel in eine der freien Zielfunktionszeilen der Zeitwert des jeweiligen Mechanisierungsmittels in Mark, besser in Tausend Mark, eingesetzt.

Diese Auswahl wird genügen, um die Vielfalt der Zielfunktionskriterien zu erkennen. Die zweckdienlichsten Aussagen wird man immer von den Zielfunktionen erhalten, die dem komplexen Charakter der Mechanisierungsplanung am besten gerecht werden.

## Zusammenfassung

Die ständige Weiterentwicklung der kooperativen Zusammenarbeit in der Pflanzenproduktion erfordert verbesserte Instrumente für die Planung des Bedarfs und des Einsatzes landtechnischer Arbeitsmittel. Als Teile eines Systems für die Bedarfs- und Einsatzplanung werden zwei Optimierungsmodelle vorgestellt, die den Anforderungen moderner Planungsmethodik auf dem Gebiet der Mechanisierungsplanung weitgehend entsprechen.

Nach der Darstellung der EDV-gerechten Systematisierung der Arbeiten in der Pflanzenproduktion, dem Aufbau und der Wirkungsweise der Modelle wird auf die wichtigsten Variationsmöglichkeiten in bezug auf die erzielbaren Ergebnisse hingewiesen.

Exakte und vollständige Unterlagen befinden sich bei allen Ingenieurbüros für Mechanisierungsprojektierung.

## Literatur

- /1/ Fachbereichsstandard Landwirtschaft, Technologie Landwirtschaft, TGL 80-22290, Gruppe 110, Juni 1969
- /2/ Autorenkollektiv: Mechanisierungsplanung. Broschüre der SAG „Mechanisierungsplanung“ beim Staatlichen Komitee für Landtechnik und materiell-technische Versorgung der Landwirtschaft. Berlin 1967
- /3/ SCHINKEL, W. / M. EBERHARDT: Zur Weiterentwicklung technologischer Karten für die Pflanzenproduktion. In: Beiträge über technologische Arbeitsmittel zur Einführung industriemäßiger Verfahren in die Pflanzenproduktion. VEB Ingenieurbüro für Betriebswirtschaft der VVB Saat- und Pflanzgut Quedlinburg, Januar 1970
- /4/ KASTEN, A. / E. FLEISCHER / H.-J. BRÜCKNER: Teilabschlußbericht zum Thema: Bestimmung von optimalen Kombinationen von Arbeitskräften und Mechanisierungsmitteln für transportverbundene Arbeiten beim kooperativen Maschineneinsatz in der Pflanzenproduktion. WTZ für Landtechnik, Schlieben. Außenstelle Halle, 1970 A 8155



JUNKER, G u. a.: Schraubenverbindungen — Berechnung und Gestaltung. 2. Aufl., 16,7 × 24,0 cm, 452 Seiten, 366 Abb., 233 Tafeln, Kunstleder, 26,— M

KRAFT, K: Urformen. 1. Aufl., 16,7 × 24,0 cm 126 Seiten, zahlr. Abb. u. Tafeln, Kunstleder, 12,— M — Sonderpreis für die DDR 8,— M

KUO, B: Automatische Steuerungs- und Regelungstechnik — Theoretische Grundlagen für automatische Steuerungsanlagen. Übersetzung aus dem Amerikanischen 1. Aufl., 14,7 × 21,5 cm, 540 Seiten, zahlr. Abb., Ganzleinen, 68,— M

WUNSCH, G.: Kleine Bibliothek für Funktechniker: Elemente der Netzwerksynthese. 2., unveränderte Aufl., 14,7 × 21,5 cm, 104 Seiten, 71 Abb., kartoniert, 6,— M

LEUPOLD, W. / J. LÖTZSCH: Automatisierungstechnik Band 116: Programmierung des daro Cellatron (C8205) — Maschinencode. 1. Aufl., 14,7 × 21,5 cm, 104 Seiten, 24 Abb., kartoniert, 6,40 M — Sonderpreis für die DDR 4,80 M

PAULIN, G.: Automatisierungstechnik Band 122: Fortran-Training — Aufgaben mit Lösungen. 1. Aufl., 14,7 × 21,5 cm, 84 Seiten, zahlr. Abb., kartoniert, 6,40 M — Sonderpreis für die DDR 4,80 M

## Berufsschulliteratur

KULKE, W. u. a.: Spanende Werkzeuge. 1. Aufl., 14,7 × 21,5 cm, 116 Seiten, zahlr. Abb. u. Tafeln, kartoniert, 4,— M

A 8513