

erfolgten Differenzierung in Kapazitätsklassen eine weitere Einteilung der Ställe und Anlagen innerhalb der Kapazitätsklassen nach der Mechanisierungsform und der technischen Gebäudeausrüstung vorzunehmen.

Zusammenfassung

Umfassende Aussagen über den Energieeinsatz in Tierproduktionsanlagen werden auf der Grundlage von Analysen der betrieblichen Energieabrechnung gewonnen. Die Auswahl der Betriebe erfolgt nach technisch-

technologischen Gesichtspunkten aus den Unterlagen der Bausubstanzanalyse. Die Ergebnisse erster Untersuchungen in Milchviehanlagen bestätigen für industriemäßig produzierende Anlagen die Richtwerte des Energieverbrauchs. Für herkömmliche Anlagen wird eine Verschiebung des bilanzierten Energieverbrauchs zu Lasten der Elektroenergie gegenüber festen Brennstoffen ausgewiesen, die in erster Linie durch Warmwasserbereitung mit Elektroenergie hervorgerufen wird.

Zur Konkretisierung der Richtwerte für die

Planung und Bilanzierung des Energieverbrauchs sind die Analysen auf die genannten Anlagen zu konzentrieren und Sortierungen entsprechend der Mechanisierung und der technischen Gebäudeausrüstung vorzunehmen.

Literatur

- [1] Richtwerte nach Angaben des Instituts für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck 1988.
- [2] Balzer, H.: Energiewirtschaftliche Prozeßanalyse in der Rinderproduktion. Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck 1984. A 5390

Methodik und rechentechnische Realisierung der optimalen Gestaltung von Melkstandanlagen in Fischgrätenform

Dipl.-Math. W. Mörtl/Dr. agr. Doris Kraut, KDT/Dr. agr. R. Bartmann, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

1. Einleitung

Seit etwa 40 Jahren werden mathematische Methoden auch zur Lösung ökonomischer Fragestellungen angewendet. Eine besondere Rolle spielen dabei die Optimierungsverfahren. Neben der Steuerung des Produktionsprozesses werden sie zunehmend für die technisch-technologische Gestaltung von Produktionsanlagen verwendet. Eine entscheidende Voraussetzung dafür ist aber, die bestehenden Zusammenhänge algorithmisch erfassen zu können. Für Melkstandanlagen in Fischgrätenform (FGM) konnte ein Algorithmus aufgestellt werden, der die interessierenden Kennziffern miteinander verknüpft (Tafel 1) [1].

2. Aufgabenstellung

Ausgehend von dem Ziel, eine neue Generation von FGM zu entwickeln, sollte eine Vielzahl von Modellvarianten aufgestellt und geprüft werden, ob diese bezüglich vorgegebener Kriterien optimal sind. Dabei wurde die Optimierung sowohl nach Einzelkriterien als auch nach einem Kriterienkomplex, d. h. die gleichzeitige Berücksichtigung mehrerer Einzelkriterien (Polyoptimierung), gefordert.

Als Einzelkriterien wurden vorgegeben:

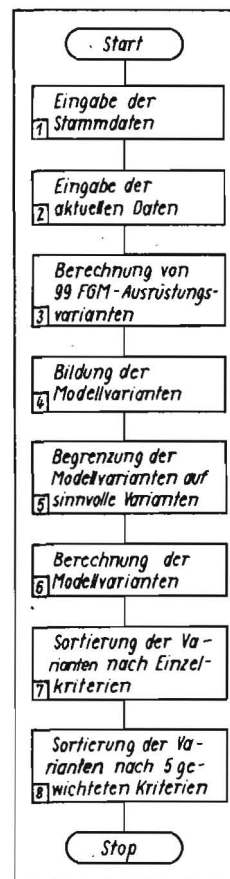
- spezifischer Aufwand an lebendiger Arbeit (Z15)
- spezifischer Investaufwand je Melkplatz (Z19f)

- spezifischer Investaufwand je Tierplatz (Z20)
- spezifischer Stahlaufwand je Melkplatz (Z22)
- spezifischer Stahlaufwand je Tierplatz (Z23)
- spezifischer Elektroenergieaufwand je Melkplatz und Stunde (Z27)
- spezifischer Elektroenergieaufwand je Tierplatz und Jahr (Z28)
- spezifische Verfahrensteilkosten je Tierplatz und Jahr (Z37).

(Die Abkürzungen Z15 bis Z37 beziehen sich auf die Zeilen-Nr. in Tafel 1 und werden auch nachfolgend in diesem Sinn verwendet.) Für die Polyoptimierung sollten die Kri-

Bild 1. Schematische Darstellung des Ablaufs der Modellrechnungen

Arbeits-schritt-Nr.	Erläuterung	EDV-Programm
1	Eingabe der Stammdaten für 126 FGM-Baugruppen, die zu FGM-Ausrüstungsvarianten summierbar sind: – Industrieabgabepreis (IAP) in M – Stahlaufwand in kg – Elektroanschluß in kVA für jede Baugruppe	DAPF/AULI
2	Eingabe der aktuellen Daten der aufsummierbaren FGM-Baugruppen	DAPF/AULI
3	Berechnung der Summen für IAP, Stahlaufwand, Elektroanschluß für 99 FGM-Ausrüstungsvarianten; Ausgabe der Daten auf Datenträger (Lochstreifen) für weitere Berechnungen der Einsatzvarianten und Ausdrucken der Daten sowie der spezifischen Werte je Melkplatz	DAPF/AULI
4	Verknüpfung der 99 FGM-Varianten mit technologischen Bedingungen, wie AK-Besatz, Herdengröße, Durchsatz u. a., zu Einsatzvarianten (Modellvarianten) nach vorgegebenem Algorithmus (Tafel 2)	MELK
5	Begrenzung der Modellvarianten auf sinnvolle Varianten durch vorgegebene Kombinationen und Grenzwerte (Tafeln 3 bis 5)	MELK
6	Berechnung der Einsatzvarianten (Modellvarianten) für FGM 2 × 4 bis 2 × 12 mit eingehaltenen Grenzwerten	MELK
7	Sortierung (Rangfolgebildung) der berücksichtigten Einsatzvarianten nach den Einzelkriterien – minimaler spezifischer Aufwand an lebendiger Arbeit je Kuh und Jahr – minimaler spezifischer Investaufwand je Tierplatz bzw. je Melkplatz – minimaler spezifischer Stahlaufwand je Tierplatz bzw. je Melkplatz – minimaler Elektroenergieaufwand je Tierplatz und Jahr bzw. je Melkplatz und Stunde – minimale spezifische Verfahrensteilkosten je Tierplatz und Jahr und Ausdrucken der 61 Bestvarianten aller Varianten und 20 Bestvarianten für jede Melkstandgröße (2 × 4 bis 2 × 12) und jede Herdengröße (100 bis 800)	SOME
8	Rangfolgesortierung der berücksichtigten Einsatzvarianten nach einem Kriterienkomplex o. g. 5 Kriterien, die gewichtet wurden, und nach weiteren spezifischen Bewertungskriterien entsprechend der Gebrauchswert-Kosten-Analyse und Ausdrucken der 61 Bestvarianten aller Varianten und 20 Bestvarianten für jede Melkstandgröße und jede Herdengröße	SOM2



Tafel 1. Beispiel für die Variantenberechnung (mit D bezeichnete Kennziffern wurden ausgedruckt)

lfd. Nr. (Zeilen-Nr.)	Kennziffer	Mengen-einheit	Variante Basisva-riante FGM 2 x 12 mit Physioma-tik und NAR	vergleich-bare Ziel-variante FGM 2 x 12 mit APF-Verfahren, AMV und MAV	Algorithmus	lfd. Nr. (Zeilen-Nr.)	Kennziffer	Mengen-einheit	Variante Basisva-riante FGM 2 x 12 mit Physioma-tik und NAR	vergleich-bare Ziel-variante FGM 2 x 12 mit APF-Verfahren, AMV und MAV	Algorithmus
1 D	Melkplätze	St.	24	24		27 D	spezifischer Elektroenergieaufwand	kWh/MP · h	0,80	0,70	Z26:Z1:Z12
2	Melkzeuge	St.	24	24		28 D	spezifischer Elektroenergieaufwand	kWh/Tpl · a	117,4	90,5	Z26:Z3
3 D	Herdengröße	St.	600	800	Z3 x 0,8	29 D	Abschreibungs-satz vom In-vestaufwand	%	10	10	3)
4	laktierende Kühe	St.	480	640		30 D	Instandhaltungs-satz vom Indu-strieabgabepreis (IAP)	%	10	10	3)
5	Melker	AK/Schicht	2	1,5		31	Abschreibungs-kosten	M/a	30 936,6	35 750,0	Z18 x (Z29: 100)
6 D	Treiber	AK/Schicht	1	0,5		32	Instandhaltungs-kosten	M/a	22 916,0	27 500,0	Z16 x (Z30: 100)
7	Durchsatz	Kühe/h	96	108	Z2 x Z7A	33	Elektroenergie-kosten	M/a	14 086,0	14 477,6	Z26 x Z33A
7A D	Durchsatzfaktor	Kühe/MP · h	4,0	4,5	Z7:Z2	33A D	Elektroenergie-preis	M/kWh	0,20	0,20	4)
8 D	spezifischer Durchsatz/ Melker	Kühe/AKh	48	72	Z7:Z5	34	Kosten der ver-gegenständlich-ten Arbeit	M/a	67 938,6	77 727,6	Summe Z31 + Z32 + Z33
9	spezifischer Durchsatz (Z5 + Z6)	Kühe/AKh	32	54	Z7:(Z5 + Z6)	35	Kosten der leben-digen Arbeit	M/a	127 750,0	101 100,0	Z14 x 10
10	spezifischer Durchsatz	Kühe/MP · h	4,0	4,5	Z7:Z1	36	Verfahrensteil-kosten	M/a	195 688,6	178 827,6	Summe Z34 + Z35
11 D	Melkzeit (2 Melkzeiten täglich)	h/d	10	11,85	Z4 x 2:Z7	37 D	spezifische Ver-fahrensteilkosten	M/Tpl · a	326,2	223,5	Z36:Z3
12	Melkstunden/a	h/a	3 650	4 325	Z11 x 365	38 D	Kostenanteil der lebendigen Arbeit an Verfahr-enteilkosten	%	65,3	56,5	Z35 x 100: Z36
13 D	Vorbereitungs- und Abschluß-arbeiten	AKh/d	5,0	4,0		39 D	Kostenanteil der Elektroenergie-kosten an Verfahr-enteilkosten	%	7,2	8,1	Z33 x 100: Z36
14	Aufwand an le-bendiger Arbeit	AKh/a	12 775	10 110	Z12 x (Z5 + Z6) + Z13 x 365	40 D	Kostenanteil der Abschreibungs-kosten an Verfahr-enteilkosten	%	15,8	20,0	Z31 x 100: Z36
14A D	Schichtzeit für Melkarbeiten	h/Schicht	5,83	6,92	Z14:730 x (Z5 + Z6)						
15 D	spezifischer Aufwand an leben-diger Arbeit	AKh/Kuh · a	21,3	12,6	Z14:Z3						
16	Industrieab-gabepreis	M	229 160	275 000 ¹⁾							
17 D	Investfaktor	-	1,35	1,3 ¹⁾							
18	Investaufwand	M	309 366	357 500	Z16 x Z17						
19 D	spezifischer Investaufwand	M/MP	12 890	14 896	Z18:Z1						
20 D	spezifischer Investaufwand	M/Tpl	515,6	446,9	Z18:Z3						
21	Stahlaufwand	kg	8 324	6 000 ²⁾							
22 D	spezifischer Stahlaufwand	kg/MP	347	250 ²⁾	Z21:Z1						
23 D	spezifischer Stahlaufwand	kg/Tpl	13,9	7,5	Z21:Z3						
24	Elektroanschluß	kVA	20,1	17,9 ²⁾							
25 D	spezifischer Elektroanschluß	kVA/MP	0,84	0,75	Z24:Z1						
26	Elektroenergie-aufwand	kWh/a	70 430	72 388	(Z24 x 0,8) x (Z12 + 730)						

1) geschätzt, 2) ≤ Forderung, 3) in Abhängigkeit von der jährlichen Einsatzstundenzeit (Wertgröße der Zeile 12). 4) 0,20 M/kWh für große FGM (2 x 12 MP), 0,30 M/kWh für kleine FGM (2 x 5 MP)

Abkürzungen: MP Melkplatz, Tpl Tierplatz, AMV Ausmelkvorrichtung, APF alternierendes Pulsfrequenz-Stimulationsverfahren, MAV Melkzeugabnahmeverrichtung, NAR Nachmelk- und Melkzeugabnahmeroboter

terien Z15, Z19, Z22, Z27 und Z37 verwendet werden.

3. Methodische Vorgehensweise

Der in Tafel 1 angeführte Algorithmus enthält insgesamt 43 Kennziffern. Diese lassen sich in 3 Gruppen unterteilen:

- vorgebbare (variierbare) Größen (Z1, Z2, Z3, Z5, Z6, Z7A, Z13, Z16, Z17, Z21, Z24 und Z33A)

- zu berechnende Größen (Z4, Z7, ...)

- zu optimierende Größen (Z15, Z19, ...).

(Da die Kennziffern Z1 „Melkplätze“ und Z2 „Melkzeuge“ zahlenmäßig identisch sind, wird nachfolgend nur noch Z1 verwendet.)

3.1. Optimierungsmodell für Einzelkriterien

Eine Optimierungsaufgabe wird durch Angabe einer Zielfunktion und einer Menge von Nebenbedingungen charakterisiert [2].

3.1.1. Zielfunktion

Die Zielfunktion beschreibt die Abhängigkeit der zu optimierenden von den variierbaren Größen. Deshalb wird der in Tafel 1 angeführte Algorithmus so umgeformt, daß alle

zu berechnenden Kennziffern, die nicht zu den zu optimierenden gehören, eliminiert werden. Auf diese Art und Weise ergeben sich die gesuchten Zielfunktionen, und zwar für jede der 8 Einzelkriterien eine gesonderte:

$$Z15 = 365 \left[\frac{1,6 \cdot (Z5 + Z6)}{Z1 \cdot Z7A} + \frac{Z13}{Z3} \right] \rightarrow \text{Min!}$$

$$Z19 = \frac{Z16 \cdot Z17}{Z1} \rightarrow \text{Min!}$$

$$Z20 = \frac{Z16 \cdot Z17}{Z3} \rightarrow \text{Min!}$$

$$Z22 = \frac{Z21}{Z1} \rightarrow \text{Min!}$$

$$Z23 = \frac{Z21}{Z3} \rightarrow \text{Min!}$$

$$Z27 = Z24 \left(\frac{0,8}{Z1} + \frac{Z7A}{Z3} \right) \rightarrow \text{Min!}$$

$$Z28 = 584 \cdot Z24 \left(\frac{0,8}{Z1 \cdot Z7A} + \frac{1}{Z3} \right) \rightarrow \text{Min!}$$

$$Z37 = \frac{5,84}{Z1 \cdot Z7A} \left[\frac{584 \cdot Z3 \cdot Z16}{Z1 \cdot Z7A} (Z17 \cdot f1 + f2) \right]$$

$$+ 80 \cdot Z24 \cdot Z33A + 1000 \cdot (Z5 + Z6) \left. \right] + 365 \frac{1,6 \cdot Z24 \cdot Z33A + 10 \cdot Z13}{Z3} \rightarrow \text{Min!}$$

(f1 bzw. f2 sind dabei positive Faktoren, die die Abhängigkeit der Kennziffern Z29 bzw. Z30 von Z12 beinhalten.) Alle Zielfunktionen sind einzeln und unabhängig voneinander zum Minimum zu führen.

3.1.2. Nebenbedingungen

Die variierbaren Größen sind aus sachlogischen Gründen nur für diskrete Werte definiert. Gleichfalls aus sachlogischen Gründen ist es jedoch nicht sinnvoll, sämtliche möglichen Wertekombinationen zu betrachten. Einschränkungen sind erforderlich, die in Form von Nebenbedingungen in die Optimierungsaufgabe eingehen.

Der theoretisch vollständige Definitionsbereich wird durch eine erste Gruppe von Nebenbedingungen verkleinert. Diese zeigt an, in welcher Form einige Kennziffern von der Melkstandgröße Z1 abhängen. Für Z1 = 10 (FGM2 x 5) und Z1 = 24 (FGM2 x 12) sind die Angaben aus Tafel 2 zu entnehmen. So

Tafel 2. Beispiele für die Parameterabstufungen zur Variantenbildung

Zeilen-Nr.	Parameter		Stufen für	
			FGM 2 × 5	FGM 2 × 12
3	Herdengröße	St.	100; 200; 300; 400	400; 600; 800
5	Melker	AK/Schicht	1	1; 1,5; 2
6	Treiber	AK/Schicht	0; 0,5	0; 0,5
7A	Durchsatzfaktor	Kühe/MP × h	4; 5	4; 5
13	Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten	AKh/d	2; 3	3; 5
17	Investfaktor		1,25; 1,35	1,25; 1,35
33A	Elektroenergiepreis	M/kWh	0,30	0,20

ist zum Beispiel ersichtlich, wie die möglichen Herdengrößen Z3 (s. Abschn. 4.1.) durch Z1 eingeschränkt werden.

Eine zweite Gruppe von Nebenbedingungen ist aus Tafel 3 ersichtlich. Hier erfolgt eine weitere Reduzierung der theoretischen Möglichkeiten durch die Abhängigkeit der Kennziffern Z5, Z6 und Z7A vom Industrieabgabepreis (Z16). Hintergrund für diese beiden Gruppen ist die Annahme, daß technisch niveauvollere FGM teurer als einfache und erstere dafür im Normalfall leistungsfähiger (niedriger im AK-Bedarf zum Betreiben der Anlagen, höherer Durchsatz) sind.

Schließlich sind noch auszugsweise in Tafel 4 für einige Parameter untere bzw. obere Schranken vorgegeben, die aus bestätigten Zielparametern u. a. Vorgaben abgeleitet wurden.

Mit Angabe der Zielfunktion(en) und der Nebenbedingungen ist das Optimierungsmodell vollständig beschrieben. Dabei zeigt sich, daß der Fall der nichtlinearen, diskreten Optimierung vorliegt, wobei ein Teil der Nebenbedingungen in Form von Wertetabellen gegeben ist, die sich kaum in Gleichungen bzw. Ungleichungen umformen lassen.

3.2. Optimierungsmodell für Polyoptimierung

Sollen mehrere Zielfunktionen gleichzeitig optimiert werden, ergeben sich fast immer widersprüchliche Forderungen. Um diese zu

lösen, bieten sich mehrere Möglichkeiten an. Neben sehr interessierenden Zugängen über die Spieltheorie – für den Fall der linearen Optimierung s. [3] – wird häufig eine neue Zielfunktion gebildet, in die die einzelnen Zielfunktionen gewichtet eingehen. Im Beispiel wurde sich für den letzteren Weg entschieden.

Dazu wurde unter 20 Fachkollegen eine Expertenbefragung durchgeführt. Die von jedem einzelnen vergebenen Wichtungsfaktoren wurden dann gemittelt, wodurch sich folgende Bewertung ergab:

- Z15 spezifischer Aufwand an lebendiger Arbeit je Kuh und Jahr 0,31
- Z19 spezifischer Investaufwand je Melkplatz 0,19
- Z22 spezifischer Stahlaufwand je Melkplatz 0,11
- Z27 spezifischer Elektroenergieaufwand je Melkplatz und Stunde 0,13
- Z37 spezifische Verfahrensteilkosten je Tierplatz und Jahr 0,26.

Um die unterschiedlichen absoluten Größenverhältnisse der einzelnen Kennziffern auszugleichen, erfolgte eine Relativierung durch Vergabe von „stetigen Zensuren“, die beidseitig über das Grundintervall [1, 5] etwas hinausgehen können.

Die Gesamtzielfunktion ergab sich somit aus den relativierten Einzelergebnissen, die – nach Multiplikation mit dem jeweiligen Wichtungsfaktor – summiert wurden.

Das System der Nebenbedingungen war mit dem im Abschn. 3.1. genannten identisch.

4. Rechentchnische Realisierung

4.1. Datenbereitstellung

Für 8 der 11 variierbaren Größen wurde ein exakter (diskreter) Definitionsbereich vorgegeben:

- Z1 Melkplätze 8; 10; 12; 14; 16; 20; 24
- Z3 Herdengröße 100; 200; 300; 400; 500; 600; 800
- Z5 Melker 1,0; 1,5; 2,0
- Z6 Treiber 0; 0,5
- Z7A Durchsatzfaktor 4; 5
- Z13 Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten 2; 3; 4; 5
- Z17 Investfaktor 1,25; 1,35
- Z33A Elektroenergiepreis 0,20; 0,30.

Die Kennziffern „Industrieabgabepreis“ (Z16), „Stahlaufwand“ (Z21) und „Elektroanschluß“ (Z24) wurden durch ein gesondertes EDV-Programm ermittelt.

Das schon viele Jahre im Gebrauch befindliche Programm AULI, das Stammdaten von Mechanisierungsmitteln (verwaltet durch das Programm DAPF) mit aktuellen Daten bestimmter technologischer Varianten verknüpft und die finanziellen und materiellen Aufwendungen für Ausrüstungen berechnet, wurde für die vorgenannte Aufgabenstellung modifiziert. Anstelle der Stammdaten für Mechanisierungsmittel wurden Stammdaten von Melkstandbaugruppen aufgenommen. Durch Eingabe von Code-Nummern wurden aus dieser Datenbank Baugruppen ausgewählt und zu FGM-Ausrüstungsvarianten zusammengestellt. Für jede dieser FGM-Varianten wurden die Gesamtwerte für Z16, Z21 und Z24 sowie die jeweiligen spezifischen Werte dieser Parameter je Melkplatz errechnet.

Insgesamt wurden 99 FGM-Ausrüstungsvarianten abgestufter Größe von 2 × 4 bis 2 × 12 Melkplätzen und qualitativ unterschiedlichem technisch-technologischem Niveau auf diese Weise erzeugt.

Eine Einschränkung auf 99 Ausrüstungsvarianten wurde als ausreichend angesehen, um die Variantenanzahl nach der Verknüpfung mit den verschiedenen technologischen Bedingungen zu Modellvarianten in Grenzen zu halten. Die Zusammenstellung zu den

Tafel 3. Beispiele für die Variantenkombinationsbildung durch AK- und Durchsatzfaktorzuordnung in Abhängigkeit vom IAP zur Variateneinschränkung auf sinnvolle Variantenkombinationen

Melkstandgröße	Zeilen-Nr.			
	16	5	6	7A
	IAP	Melker	Treiber	Durchsatzfaktor
	1 000 M	AK/Schicht	AK/Schicht	Kühe/MP × h
2 × 5	100 ... 115	↑	0,5	4
	100 ... 115	1	0,5	5
	115,1 ... 130	1	0,5	4
	115,1 ... 130	1	0,5	5
	130,1 ... 150	1	0,5	5
	130,1 ... 150	1	0	4
2 × 12	240 ... 280	2	0,5	4
	240 ... 280	2	0,5	5
	280,1 ... 320	2	0,5	5
	280,1 ... 320	1,5	0,5	4
	280,1 ... 320	1,5	0,5	5
	320,1 ... 360	1,5	0,5	5
	320,1 ... 360	1	0,5	4
	> 360	1	0	5

Tafel 4. Beispiele festgelegter Grenzwerte für den Variantenausschluß

Zeilen-Nr.	Parameter	FGM-Größe		
		2 × 5	2 × 8	2 × 12
8	spezifischer Durchsatz je Melker	Kühe/AKh < 40	< 46	< 48
11	tägliche Melkzeit	h/d < 4 > 14	< 4 > 14	< 4 > 14
14A	Schichtzeit für Melkarbeiten	h/Schicht > 8	> 8	> 8
15	spezifischer Aufwand an lebendiger Arbeit	AKh/Kuh × a > 25	> 23	> 20
22	spezifischer Stahlaufwand	kg/MP > 320	> 300	> 275
27	spezifischer Elektroenergieaufwand	kWh/MP × h > 1,1	> 0,9	> 0,7
37	spezifische Verfahrensteilkosten	M/Tpl × a > 320	> 300	> 280

99 FGM-Ausrüstungsvarianten erfolgte nach sachlogischen Gesichtspunkten und in der Weise, daß in jeder FGM-Größe Varianten mit niedrigem, mittlerem und hohem technischen Niveau zustande kamen.

4.2. Optimierungsberechnung

Da kein EDV-Programm für die nichtlineare, diskrete Optimierung zur Verfügung stand und außerdem die Definitionsbereiche der variierbaren Größen nicht allzu umfangreich waren, wurde die Optimierungsaufgabe auf eine vereinfachte Art und Weise gelöst. Unter Berücksichtigung aller im Abschn. 3.1. aufgeführten Nebenbedingungen wurden sämtliche möglichen Kombinationen gebildet sowie die zu berechnenden Größen entsprechend dem vorgegebenen Algorithmus ermittelt (Programm MELK).

Die so entstandenen rd. 1100 FGM-Modellvarianten wurden mit dem Programm SOME bezüglich der 8 Einzelkriterien der Größe

nach sortiert. Dabei erfolgte die Sortierung sowohl über alle Varianten als auch für jede Melkstand- bzw. Herdengröße (hier jedoch nur Sortierung nach 5 Kennziffern). In einem Ergänzungsprogramm SOM2 wurden die Gesamtziel-funktion für die Polyoptimierung sowie weitere Kennziffern errechnet und anschließend analog wie in SOME sortiert.

Der Ablauf der Modellrechnungen ist schematisch im Bild 1 dargestellt. Alle genannten EDV-Programme wurden in der Programmiersprache FORTRAN für das Kleinrechner-system KRS4200 geschrieben.

5. Zusammenfassung

Dargestellt wurde die methodische Vorgehensweise bei der Anwendung der mathematischen Optimierung zur technisch-technologischen Gestaltung von Melkstandanlagen in Fischgrätenform. Voraussetzung ist das Aufstellen eines Algorithmus, der den Zusammenhang zwischen den interessieren-

den Kennziffern herstellt. Dabei wurde sowohl der Fall einer Zielfunktion als auch die Möglichkeit mehrerer konkurrierender Zielfunktionen (Polyoptimierung) untersucht. Die Methode ist auf ähnliche Aufgaben technologischer Untersuchungen übertragbar.

Literatur

- [1] Bartmann, R.: Technisch-technologische Untersuchungen zur optimalen Gestaltung von Melkstandanlagen in Fischgrätenform (FGM). AdL der DDR Berlin, Dissertation A, 1987.
- [2] Bronstein, I. N.; Semendjajew, K. A.: Taschenbuch der Mathematik. Moskau: Verlag Nauka/Leipzig: BSB B.G. Teubner Verlagsgesellschaft 1981.
- [3] Jüttler, H.: Ein Modell zur Berücksichtigung mehrerer Zielfunktionen bei Aufgabenstellungen der mathematischen Optimierung. Schriftenreihe Datenverarbeitung: Mathematische Modelle und Verfahren der Operationsforschung für die Lösung ökonomischer Probleme. Institut für Datenverarbeitung Dresden 1968. A 5382

PRO 16 – Programmsystem zur rechnerunterstützten Technologenarbeit

Prof. Dr. sc. techn. H. Gäse, KDT/Dozent Dr. sc. techn. W. Erdmann, KDT
Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung

Nicht die Bereitstellung der Hardware, sondern ihre effektive Nutzung wird zunehmend zum Problem, da die Entwicklung der Anwendersoftware mit dem Tempo der Hardware-innovationszyklen der letzten Jahre kaum Schritt halten konnte. Dieser Tendenz kann vor allem dann entgegengewirkt werden, wenn die Entwicklungskapazitäten für Software auf abgestimmte Problembereiche profiliert und konzentriert eingesetzt werden. Das ist eine wesentliche Voraussetzung, um in kürzester Zeit Anwendersoftware zu entwickeln, die den Qualitätskriterien, wie Portabilität, Flexibilität und Integrität, entspricht.

Diese Gedanken berücksichtigend, entstand zwischen der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung, und der Technischen Universität Karl-Marx-Stadt, Sektion Fertigungsprozeß und Fertigungsmittel, eine das Entwicklungstempo fördernde wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit, die zu der Anwendersoftware PRO 16, einem Programmsystem zur rechnerunterstützten Ausarbeitung von Fertigungsprozessen, führte.

1. Problemstellung

Gegenwärtig vollziehen sich grundlegende Veränderungen in den verschiedenen Bereichen von Information und Kommunikation, von denen entscheidende Wirkungen auf den gesamten Reproduktionsprozeß ausgehen. Hauptverantwortlich dafür ist die intensive und stürmische Entwicklung der Rechentechnik. Um den wachsenden volkswirtschaftlichen Anforderungen besser entsprechen zu können, wird die rechnergestützte Arbeitsweise in allen Bereichen des betrieblichen Reproduktionsprozesses zunehmend zu einer nicht mehr wegzudenkenden Hauptrichtung. Ohne Nutzung der Rechentechnik sind die Kennzahlen für Produktivität,

Qualität und Effektivität bei einer hohen Flexibilität der Produktion nicht mehr erfüllbar. An die Schöpferkraft der Werk-tätigen werden deshalb höchste Anforderungen gestellt.

Sie sind eine gezielte Herausforderung an Wissenschaft und Produktion, um die Rechentechnik in allen Bereichen nutzen zu können und damit den Widerspruch zwischen den wachsenden Anforderungen an die Werk-tätigen und ihrem Leistungsvermögen zu reduzieren. Das gilt vor allem für die Bereiche Produktionsvorbereitung und Produktionsdurchführung.

Mit dem Übergang zur allseitig intensiv erweiterten Reproduktion, mit der fortschreitenden Automatisierung der Produktion, z. B. durch den Einsatz von Industrierobotern, automatisierten Werkzeugmaschinen, rechnergesteuerten Maschinensystemen, wird die Produktionsvorbereitung zunehmend komplexer, da die Verflechtung der Phasen des betrieblichen Reproduktionsprozesses, besonders mit der Produktionsdurchführung, steigt. Daraus resultiert die Aufgabe, bereits im Bereich der Produktionsvorbereitung alle informationellen Verflechtungen gründlich zu erfassen und algorithmisch aufzubereiten. Je gründlicher das getan wird, desto effektiver gestaltet sich die rechnerintegrierte Lösung der Produktionsvorbereitung und -durchführung. Die objektiv wachsende Komplexität der Produktionsvorbereitung bedingt ein derart komplexes Herangehen an die Entscheidungsfindung im Reproduktionsprozeß, daß alle Teillösungen („Insellösungen“) so konzipiert werden, daß sie einerseits autonom und andererseits als integrierbare Module in einem durchgängig automatisierten Informationssystem zu nutzen sind [1].

Mit dem Entwicklungskonzept PRO 16 wurde begonnen, diese Strategie umzusetzen.

2. Charakteristik des Programmsystems PRO 16

Das Programmsystem AUTOTECH PRO 16 besteht aus folgenden Komponenten:

- PRO 16/APSK
- PRO 16/STL
- PRO 16/BELE
- PRO 16/MAWI.

Bisher wurden die Komponenten PRO 16/APSK und PRO 16/BELE realisiert.

Das Programmsystem PRO 16 dient der Erarbeitung, Verwaltung und Auswertung von Arbeitsplanstammkarten- und Stücklistendateien auf Bürocomputern 5120/30, Personalcomputern 1715 und Arbeitsplatzcomputern 7100 unter dem Betriebssystem SCP und anderer CP/M-compatibler Betriebssysteme. An einer Implementierung unter MS-DOS wird gearbeitet. Gemeinsame Datenbasis aller Programmkomponenten sind REDBAS-Dateien. Schnittstellen zur Kopplung mit anderen Programmsystemen sind in PRO 16 enthalten. Alle Programmkomponenten sind generierbar, d. h. an die betrieblichen Belange in bezug auf Dateistruktur und Nutzerschnittstelle anpaßbar. Im Bild 1 ist die Architektur des Softwarerahmens dargestellt.

2.1. PRO 16/APSK

Das Programm PRO 16/APSK ermöglicht nachgenannte rechnerunterstützte Arbeitsweisen im Dialog am Arbeitsplatz des Technologen:

- Erarbeiten von Arbeitsplanstammkarten (APSK) und Stücklisten (STL)
- Verwalten, d. h. Ändern, Löschen, Einfügen von APSK und STL bzw. von Informationen in APSK und STL
- Auswerten von APSK/STL.

In Abhängigkeit vom betrieblichen Belegsatz können die belegorientierten Bildschirmmasken, Verzeichnisse und Druckprogramme