

Kimms, Alf

Working Paper — Digitized Version

Zum Problem der taktisch-operativen Entscheidung zwischen Eigen- oder Fremdfertigung

Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 374

Provided in Cooperation with:

Christian-Albrechts-University of Kiel, Institute of Business Administration

Suggested Citation: Kimms, Alf (1995) : Zum Problem der taktisch-operativen Entscheidung zwischen Eigen- oder Fremdfertigung, Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 374, Universität Kiel, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/155434>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Nr. 374

**Zum Problem der taktisch-operativen Entscheidung
zwischen Eigen- oder Fremdfertigung***

A. Kimms

Juni 1995

Dipl.-Inform. Alf Kimms, Lehrstuhl für Produktion und Logistik, Institut für Betriebswirtschaftslehre,
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, 24118 Kiel, Deutschland

* Diese Arbeit entstand im Rahmen des DFG-Forschungsprojekts Dr 170/4-1 „Mehrstufige Fertigung“.
Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Andreas Drexel für die gewohnt kritischen Anmerkungen.

1 Einleitung

Sowohl bei der auftragsorientierten (make-to-order) als auch bei der lagerorientierten (make-to-stock) Fertigung muß in aller Regel ein mehrstufiger Produktionsprozeß genereller Struktur durchlaufen werden, um aus zugelieferten Rohstoffen und Teilen weitergabefähige Endprodukte zu schaffen. Als Resultat einzelner Arbeitsgänge entstehen dabei Zwischenprodukte und Bauteile. Gibt es einen Anbieter, der die benötigten Bauteile ebenfalls bereitstellen könnte, so steht der Produzent vor der Entscheidung zwischen Eigen- oder Fremdfertigung.¹ Häufig wird dieses Problem auch als Entscheidung über die optimale Leistungstiefe, als Make-or-Buy Entscheidung oder als vertikale Integration bezeichnet.² Bei ansonsten gleichen Voraussetzungen (Qualität, bedarfsgerechte Bereitstellung etc.) ist als ökonomisch sinnvolles Kriterium die Differenz aus Fremdbezugskosten (Lieferantenpreis abzüglich Rabatt plus Nebenkosten der Beschaffung wie Fracht, Verpackung, Versicherung usw.) und den Herstellkosten zu wählen. Übersteigen die Herstellkosten die Kosten des Fremdbezugs, so ist eine Bestellung beim Lieferanten der Eigenerstellung vorzuziehen.

Im Rahmen einer taktisch-operativen Entscheidung zur schlanken Produktion (lean production) ist der diskutierte Kostenaspekt hinreichend, sofern im Produktionsbereich kein Engpaß besteht. Wir konzentrieren uns hierbei auf die Diskussion der Kosten und verweisen für weitergehende Untersuchungen auf die Literatur, in der die vielschichtige (insbesondere auch organisatorische) Problematik des Lean-Managements³ behandelt und Bedenken gegen rein kostenrechnerisch motivierte Problemlösungen⁴ diskutiert werden.

Werden zur Herstellung der einzelnen Zwischenprodukte knappe Produktionsfaktoren nachgefragt, kann trotz ungünstigem Fremdbezugs-Herstellkosten-Verhältnis ein Fremdbezug von Vorteil sein. Durch den Fremdbezug sinkt die Kapazitätsauslastung der eigenen Anlage und es können andere Erzeugnisse mit höherem Deckungsbeitrag produziert werden.⁵ Ein besonders

¹ Hölscher (1971), Kremeyer (1982), Kruschwitz (1971), Männel (1973/1981), Rasch (1968), o. V.: Management Enzyklopädie (1982)

² Hess et al. (1989), Männel (1981), Picot und Franck (1993)

³ Busmann (1994), Corsten und Will (1993), Eversheim (1995), Faix et al. (1994), Horvath (1992), Piechota (1994), Pfeiffer und Weiß (1992), Reichwald (1991), Rommel (1993), Weber (1994), Wildemann (1993)

⁴ Baur (1990), Blair (1972), Johnson und Kaplan (1987), Picot (1991), Ramser (1979)

⁵ Zäpfel (1982)

schwieriges Problem liegt dann vor, wenn mehr als ein knapper Faktor die Produktion restringiert und a priori nicht bekannt ist, welche Ressource diesen Engpaß darstellt.⁶ In diesem Fall ist erst nach Bildung eines Produktionsplans der Entlastungsbedarf zu lokalisieren. Umgekehrt kann gemäß den üblichen Annahmen aber erst dann ein Produktionsplan erstellt werden, wenn Klarheit darüber besteht, welche Produkte zu fertigen sind.⁷ Diese gegenseitigen Abhängigkeiten machen es zu einem inhärent simultan durchzuführenden Planungsproblem. Sukzessive Ansätze liefern per se suboptimale Lösungen. Aufgrund der beschriebenen Interdependenz zwischen der Entscheidung zwischen Eigen- oder Fremdfertigung und der Bildung eines Produktionsplans wird das vorliegende Problem unter Kostengesichtspunkten also nicht nur für den taktischen Bereich,⁸ sondern auch für den operativen Planungsbereich relevant. Dies wird durch eine Bemerkung von Picot und Franck ausdrücklich bestätigt, die nach einer umfassenden Aufarbeitung der Literatur zur empirischen Forschung auf diesem Gebiet feststellen:⁹ „Das scheinbar einfache Wahlproblem zwischen interner und externer Erstellung entpuppt sich als komplexe Optimierungsaufgabe innerhalb eines Kontinuums von Alternativen, das sich zwischen interner arbeitsvertraglicher Erstellung auf der einen und spontanem marktlichen Kaufvertrag auf der anderen Seite aufspannt.“

Nur wenige Autoren weisen auf die genannte Wechselwirkung mit der Bildung von Produktionsplänen hin¹⁰ und stellen fest, daß sich in der Literatur noch kein geschlossenes, formales Modell zur Präzisierung dieses Problems im Kontext einer mehrstufigen Fertigung geschweige denn ein Verfahrensvorschlag zur Lösung unter Beachtung der Wechselwirkungen findet. Diese Lücke gilt es nun zu schließen. Die folgenden Betrachtungen beziehen sich dabei auf den Fall der Serienproduktion. Produktionspläne werden hier mit Hilfe von Verfahren zur Losgrößen- und Ablaufplanung erstellt.¹¹

In diesem Beitrag soll aufgezeigt werden, daß im Falle knapper Ressourcen

⁶Domschke et al. (1993)

⁷Drexel et al. (1995), Tempelmeier (1995)

⁸Schneeweiß (1993)

⁹Picot und Franck (1993)

¹⁰Gillessen (1988), Hoitsch (1993), Lee und Zipkin (1989)

¹¹Günther und Tempelmeier (1995)

- a) ein Fremdbezug bestimmter Zwischenprodukte notwendig werden kann, um überhaupt einen realisierbaren (d.h. vor allem einen kapazitätstreuen) Produktionsplan zu finden, und daß
- b) bei Alternativen in der Auswahl fremdbezogener Komponenten ein Kriterium auf der Basis von Fremdbezugs- und Herstellkosten keine gesamtkostenminimale Lösung garantiert.

Abschnitt 2 illustriert dazu die traditionelle Vorgehensweise anhand eines Beispiels. Als Konsequenz aus der in b) formulierten Beobachtung wird im dritten Abschnitt ein gemischt-ganzzahliges Modell präsentiert, das simultan einen Losgrößen- und Ablaufplan unter mehrfachen Kapazitätsrestriktionen sowie die für den Fremdbezug vorgesehenen Erzeugnisse bestimmt. In Abschnitt 4 wird die Vorteilhaftigkeit des simultanen Planungsansatzes am Beispiel aufgezeigt. Da die optimale Lösung eines solchen Modells für praxisrelevante Problemgrößen auch mit modernen Rechenanlagen nicht mehr zu ermitteln ist, schließen sich in Abschnitt 5 Hinweise auf die heuristische Lösung des betrachteten Problems an. Ein Ausblick auf zukünftig notwendige Forschungsarbeiten in Abschnitt 6 schließt die Betrachtungen ab.

2 Beispiel: Anwendung des traditionellen Kostenvergleichs

Treten Kapazitätsengpässe auf, so wird das Unternehmen zur Entlastung der Produktiveinheiten versuchen, benötigte Produkte fremd zu beziehen. Übersteigen die Fremdbezugskosten die Kosten der Eigenerstellung, so wird üblicherweise als Auswahlkriterium für Produkte, die nicht eigenerstellt werden sollen, die Höhe der Mehrkosten eines Fremdbezugs gewählt.¹² Dabei berechnen sich die relativen Mehrkosten pro Stück eines fremdbezogenen Bauteils j als Differenz der Fremdbezugsstückkosten (b_j) und der Grenzherstellkosten (g_j) im Verhältnis zur Produktionsfaktoranspruchnahme (p_j):

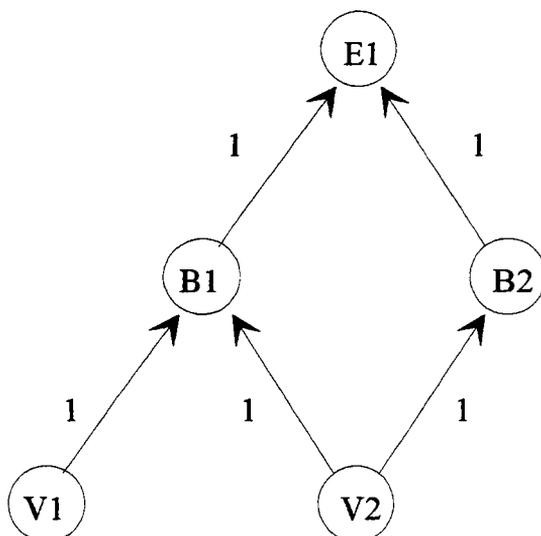
$$\text{rel Mehrkosten pro Stück} = \frac{b_j - g_j}{p_j}$$

Zur Illustration sei nun folgendes Beispiel betrachtet: Ein Produzent fertigt ein Erzeugnis in einem mehrstufigen Prozeß (vgl. Abbildung 1). Zur Herstellung des Endprodukts E1 benötigt er dazu jeweils ein Bauteil der Sorte B1 und ein Bauteil der Sorte B2. In jedes dieser Bauteile

¹² Andreas und Reichle (1989), Baur (1990), Hoitsch (1993), Männel (1983), Picot (1991), Picot et al. (1985)

geht jeweils ein Vorprodukt V2 ein. Zusätzlich ist zur Fertigung von B1 jeweils ein Vorprodukt V1 erforderlich.

Abbildung 1: Erzeugnisstruktur für das Endprodukt E1



Alle Produkte (E1, B1, B2, V1, V2) werden unter Inanspruchnahme eines knappen Produktionsfaktors hergestellt, wobei die Fertigung pro Stück jeweils eine Kapazitätseinheit dieser Resource verbraucht. Die Kapazitätsgrenze sei mit 25 Einheiten pro Periode fest vorgegeben. Nehmen wir weiterhin an, daß kurzfristig ein Auftrag über 25 Stück des Produkts E1 eingeht, der bis spätestens am Ende der vierten Planungsperiode auszuliefern ist, da ansonsten der Kunde den Auftrag zurückzieht. Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, kann dieser Auftrag aufgrund der Kapazitätsgrenzen nicht pünktlich erledigt werden, wenn eine vollständige Eigenerstellung angestrebt wird.

Tabelle 1: Ein unzulässiger Produktionsplan

	(vorgestern)	(gestern)	Periode 1 (heute)	Periode 2	Periode 3	Periode 4
E1						25
B1					25	
B2				25		
V1			25			
V2	25	25				

Der Produzent muß also einen Teil der Produkte fremd beziehen, um den Auftrag erfüllen zu können. Es sei angenommen, daß nur die Bauteile B1 oder B2 oder aber das komplette Endprodukt E1 von Zulieferern bezogen werden können. Die Vorprodukte V1 und V2 seien momentan nicht verfügbar. Die Stückkosten des Fremdbezugs sowie die Grenzhherstellkosten seien wie in Tabelle 2 gegeben.

Tabelle 2: Die entscheidungsrelevanten Daten

	b_j	g_j	rel. Mehrkosten pro Stück	Bedarfsmenge	Mehrkosten
$j = E1$	220	100	120	25	3000
$j = B1$	45	16	29	25	725
$j = B2$	53	26	27	25	675
$j = V1$	–	2	–	25	–
$j = V2$	–	10	–	50	–

Das Bauteil B2 verursacht die geringsten Mehrkosten und wird daher fremd bezogen. Tabelle 3 stellt einen zulässigen Produktionsplan dar, der den Auftrag termingerecht erfüllt.

Tabelle 3: Ein zulässiger Produktionsplan

	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4
E1				25
B1			25	
B2				
V1		25		
V2	25			

Soll der Produktionsplan realisiert werden, so muß die Produktiveinheit entsprechend gerüstet werden, bevor die Herstellung eines bestimmten Teiles beginnen kann. Dieser Rüstvorgang verursacht Rüstkosten. Außerdem fallen Lagerhaltungskosten pro Stück und pro Periode an, wenn Teile nicht in derselben Periode, in der sie hergestellt, verbraucht (eingebaut) werden. Tabelle 4 enthält die produktspezifischen Daten. Welche Kosten durch Rüsten und Lagern in der Summe verursacht werden, hängt vom realisierten Produktionsplan ab. Diese Kostenanteile können daher bestenfalls durch kalkulatorische Schätzwerte in den Grenzhherstellkosten be-

rücksichtigt werden. Fortan sei vereinfachend angenommen, daß die Herstellkosten um kalkulatorische Rüst- und Lagerhaltungskostenanteile bereinigt sind.

Tabelle 4: Rüst- und Lagerhaltungskosten

	Rüstkosten	Lagerhaltungskosten
E1	100	15
B1	70	9
B2	40	3
V1	25	1
V2	20	1

Die Gesamtkosten, die durch die Durchführung des eingegangenen Auftrags anfallen, belaufen sich auf insgesamt

	215 GE	(Rüstkosten)
	+ 300 GE	(Lagerhaltungskosten)
	+ 1325 GE	(Fremdbezugskosten für B2)
	+ 2500 GE	(Herstellkosten für E1)
	+ 400 GE	(Herstellkosten für B1)
	+ 50 GE	(Herstellkosten für V1)
	+ 250 GE	(Herstellkosten für V2)
=	5040 GE	(Gesamtkosten)

Die gewählte Alternative ist kostengünstiger als der Fremdbezug des Endprodukts E1 mit 5500 GE. Würde zusätzlich zum Bauteil B2 auch das Bauteil B1 fremdbezogen, so fielen Gesamtkosten in Höhe von 5050 GE an.

3 Ein simultaner Planungsansatz

In diesem Abschnitt soll das Problem der simultanen Entscheidung zwischen Eigen- oder Fremdbezug sowie der Erstellung eines Losgrößen- und Ablaufplans modelliert werden. Die Basis dafür bildet ein Modell der mehrstufigen Losgrößen- und Ablaufplanung, wie es für den Fall einer einzigen knappen Ressource (Anlage) zuerst von Kimms unter den folgenden An-

nahmen formuliert wurde:¹³ Der endliche Planungshorizont ist unterteilt in diskrete Perioden. Die zur Verfügung stehende Kapazität ist endlich und periodenspezifisch. Die externe Nachfrage ist deterministisch bekannt, jedoch dynamisch über die Perioden hinweg schwankend. Eine externe Nachfrage kann für jedes Produkt, insbesondere auch für Zwischenprodukte (Ersatzteile) auftreten. Nachgefragte Produkte müssen in einem generellen mehrstufigen Produktionsprozeß auf der Anlage gefertigt werden. Dabei verbraucht jeder Arbeitsgang eine spezifische Menge der zur Verfügung stehenden Kapazität. Pro Periode ist maximal ein Rüstwechsel erlaubt. Die Anlage befindet sich stets in einem eindeutig definierten Rüstzustand. Jeder Rüstvorgang verursacht produktspezifische Rüstkosten. Werden einzelne Komponenten verfrüht hergestellt, so sind diese einzulagern und verursachen Lagerhaltungskosten.¹⁴ Verallgemeinernd soll hier die restriktive Annahme einer einzigen knappen Ressource fallengelassen werden. Es wird unterstellt, daß jeder Arbeitsgang genau eine bestimmte Ressource beansprucht, wobei mehrere Arbeitsgänge um das Ressourcenangebot konkurrieren.

Für das Problem der Entscheidung zwischen Eigen- oder Fremdbezug seien folgende Vereinbarungen getroffen: Betrachtungsgegenstand ist die sogenannte Rückwärtsintegration, d.h. die Übernahme von Leistungsstufen durch Lieferanten (– im Gegensatz dazu spricht man von Vorwärtsintegration, wenn die Übernahme von Leistungsstufen durch Vertriebspartner und/oder Kunden erfolgt). Zunächst sei vereinbart, daß, falls man sich für den Fremdbezug eines speziellen Bauteils entscheidet, alle benötigten Bauteile dieser Art fremdbezogen werden. Es findet also kein Aufsplitten der Bedarfe in fremd- und in eigengefertigte Mengenanteile statt. Der Fremdbezug eines Produkts verursacht produktspezifische Kosten, die zur Bestellmenge proportional sind. Mengenrabatte, Staffelpreise etc. werden nicht berücksichtigt. Es ist zugelassen, daß auch Endprodukte fremdbezogen werden können. In diesem Fall fungiert der Produzent lediglich als Zwischenhändler zwischen Zulieferer und Kunde. Außerdem wird unterstellt, daß fremdbezogene Teile bedarfssynchron (just-in-time) angeliefert werden, so daß keine zusätzlichen Lagerhaltungskosten anfallen.

Zur Formalisierung des Problems werden die folgenden Entscheidungsvariablen und Parameter definiert:

¹³ Kimms (1993)

¹⁴ Brink und Büchter (1990), Müller-Manzke (1992)

Entscheidungsvariable:

f_j Fremdbezugsvariable = $\begin{cases} 1 & \text{, falls das Produkt } j \text{ fremdbezogen wird} \\ 0 & \text{, sonst} \end{cases}$;

I_{jt} Lagerbestand des Produkts j am Ende der Periode t ;

I_{jt}^- Korrekturterm für die Lagerbilanzgleichung fremdbezogener Produkte;

q_{jt} Produktionsmenge von Produkt j in Periode t ;

q_{jt}^- Fremdbezogene Menge des Produkts j in der Periode t ;

x_{jt} Indikator für einen Rüstvorgang = $\begin{cases} 1 & \text{, falls in Periode } t \text{ für Produkt } j \text{ gerüstet wird} \\ 0 & \text{, sonst} \end{cases}$;

$y_{jm;t}$ Rüstzustand = $\begin{cases} 1 & \text{, falls Maschine } m_j \text{ am Ende von Periode } t \text{ für Produkt } j \text{ gerüstet ist} \\ 0 & \text{, sonst} \end{cases}$

Parameter:

a_{ji} Direktbedarfskoeffizienten, a_{ji} Einheiten von Produkt j gehen direkt in Produkt i ein;

B eine große Zahl, z.B. $\max\{\max\{a_{ij} \sum_{t=1}^T \frac{C_{m;t}}{p_j} \mid i,j=1..J\}, \max\{I_{j0} + \sum_{t=1}^T \frac{C_{m;t}}{p_j} \mid j=1..J\}\}$;

C_{mt} Kapazität der Anlage m in Periode t ;

d_{jt} externe Nachfrage nach Produkt j in Periode t ;

F Menge der potentiell fremd zu beziehenden Produkte;

b_j Fremdbezugskosten pro Einheit des Produkts j ;

g_j Grenzerstellkosten für Produkt j ohne kalkulatorischen Rüst- und Lagerhaltungskostenanteil;

h_j nicht-negative Lagerhaltungskosten pro Stück j pro Periode;

I_{j0} initialer Lagerbestand;

$I_{j0}^- = 0$;

$I(m)$ Menge der Produkte, die auf Anlage m gefertigt werden können;

J Anzahl der Produkte;

M Anzahl der Anlagen

m_j Anlage, auf der Produkt j gefertigt wird;

p_j Faktoreinsatz bei Herstellung einer Einheit von Produkt j ;

s_j nicht-negative Rüstkosten pro Rüstvorgang für Produkt j ;

$S(j)$ Menge der direkten Nachfolprodukte von Produkt j ;

T Anzahl der Perioden;

v_j positive Vorlaufzeit des Produkts j ;

$y_{jm;0}$ initialer Rüstzustand.

Unter Verwendung der eingeführten Notation, läßt sich das Problem wie folgt formalisieren:

$$\min \sum_{t=1}^T \left(\sum_{j=1}^J (s_j x_{jt} + h_j I_{jt}) + \sum_{j \in F} b_j q_{jt}^- + \sum_{j=1}^J g_j q_{jt} \right) \quad (1)$$

Nebenbedingungen:

$$I_{jt} = I_{j(t-1)} + q_{jt} - d_{jt} - \sum_{i \in S(j)} (a_{ji} q_{it}) \quad (j \in \{1 \dots J\} \setminus F, t \in \{1 \dots T\}) \quad (2)$$

$$I_{jt} + I_{jt}^- = I_{j(t-1)} + I_{j(t-1)}^- + q_{jt} + q_{jt}^- - d_{jt} - \sum_{i \in S(j)} (a_{ji} q_{it}) \quad (j \in F, t \in \{1 \dots T\}) \quad (3)$$

$$I_{jt} \geq \sum_{\tau=t+1}^{\min\{t+v_j, T\}} \sum_{i \in S(j)} (a_{ji} q_{i\tau}) \quad (j \in \{1 \dots J\} \setminus F, t \in \{0 \dots T-1\}) \quad (4)$$

$$I_{jt} + B f_j \geq \sum_{\tau=t+1}^{\min\{t+v_j, T\}} \sum_{i \in S(j)} (a_{ji} q_{i\tau}) \quad (j \in F, t \in \{1 \dots T-1\}) \quad (5)$$

$$\sum_{j \in I(m)} (p_j q_{jt}) \leq C_m \quad (t \in \{1 \dots T\}, m \in \{1 \dots M\}) \quad (6)$$

$$I_{jt} \leq (1 - f_j) B \quad (j \in F, t \in \{1 \dots T\}) \quad (7)$$

$$I_{jt}^- \leq f_j B \quad (j \in F, t \in \{1 \dots T\}) \quad (8)$$

$$q_{jt} \leq (1 - f_j) B \quad (j \in F, t \in \{1 \dots T\}) \quad (9)$$

$$q_{jt}^- \leq f_j B \quad (j \in F, t \in \{1 \dots T\}) \quad (10)$$

$$\sum_{j \in I(m)}^J y_{jmt} \leq 1 \quad (t \in \{1 \dots T\}, m \in \{1 \dots M\}) \quad (11)$$

$$C_{mj} y_{jm,t} + C_{mj} y_{jm,(t-1)} - p_j q_{jt} \geq 0 \quad (j \in \{1 \dots J\}, t \in \{1 \dots T\}) \quad (12)$$

$$x_{jt} - y_{jm,t} + y_{jm,(t-1)} \geq 0 \quad (j \in \{1 \dots J\}, t \in \{1 \dots T\}) \quad (13)$$

$$y_{jm,t} \in \{0, 1\} \quad (j \in \{1 \dots J\}, t \in \{1 \dots T\}) \quad (14)$$

$$x_{jt} \in \{0, 1\} \quad (j \in \{1 \dots J\}, t \in \{1 \dots T\}) \quad (15)$$

$$f_j \in \{0, 1\} \quad (j \in F) \quad (16)$$

$$I_{jt} \geq 0 \quad (j \in \{1 \dots J\}, t \in \{1 \dots T\}) \quad (17)$$

$$I_{jt}^- \geq 0 \quad (j \in F, t \in \{1 \dots T\}) \quad (18)$$

$$q_{jt} \geq 0 \quad (j \in \{1 \dots J\}, t \in \{1 \dots T\}) \quad (19)$$

$$q_{jt}^- \geq 0 \quad (j \in F, t \in \{1 \dots T\}) \quad (20)$$

Die Zielsetzung (1) fordert die Minimierung der Summe der Kosten, die durch die Produktion (Summe der Rüst- und Lagerhaltungskosten), durch den Fremdbezug und durch die Eigenerstellung entstehen. Gleichung (2) stellt die Lagerbilanzgleichung derjenigen Produkte dar, die

nicht fremdbezogen werden können. Analog dazu formalisiert (3) die Lagerbilanzgleichung für die fremd beziehbaren Produkte. In Verbindung mit (7) bis (10) werden Lagerbestände und Produktionsmengen entweder mit I_{jt} und q_{jt} oder mit I_{jt}^- und q_{jt}^- bestimmt. Die Wahl des Wertes der Binärvariablen f_j legt damit fest, welcher Kostenanteil in der Zielfunktion bewertet wird. Beachtenswert ist die Tatsache, daß bei Fremdbezug eines Produkts i die Entscheidungsvariablen q_{it} gemäß (9) den Wert Null annehmen. Fremdbezogene Teile verursachen daher keine interne Nachfrage nach Vorprodukten. Ungleichung (4) stellt sicher, daß interne Bedarfe nach nicht fremd beziehbaren Produkten unter Berücksichtigung der produktspezifischen Vorlaufzeiten pünktlich befriedigt werden können. Dies wird in gleicher Weise mit (5) für die potentiell fremd beziehbaren Produkte gefordert. Man beachte, daß bei fremd bezogenen Produkten keine Vorlaufzeitrestriktion beachtet werden muß. Restriktion (6) formuliert die Einhaltung der Kapazitätsrestriktionen. Eine äquivalente Forderung für die Anzahl der fremdbezogenen Teile ist nicht notwendig. Es darf in jeder Periode eine unbeschränkte Anzahl von Produkten zugeliefert werden. (11) definiert einen eindeutigen Rüstzustand am Ende einer jeden Periode. Durch (12) wird gefordert, daß nur dann ein bestimmtes Produkt in einer Periode hergestellt werden kann, wenn die entsprechende Anlage in dieser Periode für das jeweilige Teil gerüstet ist. Mit Hilfe von (13) werden diejenigen Perioden lokalisiert, in denen Umrüstvorgänge stattfinden. Der Rüstzustand kann über mehrere Perioden hinweg aufrecht erhalten werden. (14) bis (20) sind die Binaritäts- bzw. Nichtnegativitätsbedingungen der Entscheidungsvariablen. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß für die Variablen x_{jt} nicht explizit eine Binärbedingung formuliert werden müßte. Im Zusammenspiel von (1) und (13) nehmen diese Variablen modellbedingt nur die Werte Null oder Eins an.

Da gemäß Modellannahmen der Losgrößen- und Ablaufplanung pro Periode maximal zwei Produkte produziert werden können und die benötigte Periodenkapazität proportional zu den Produktionsmengen aufgeteilt werden muß, spricht man im Englischen auch vom „proportional lot sizing and scheduling problem“ (kurz: PLSP).¹⁵ Es gehört damit zu den sogenannten „small bucket“ Modellen, die dadurch ausgezeichnet sind, daß nur wenige (meist ein oder zwei) Produkte pro Periode gefertigt werden dürfen.

¹⁵ Drexel und Haase (1995), Haase (1994a)

Das vorgestellte Modell beschreibt das Problem für den operativen Bereich. In der taktischen Planung werden typischerweise keine Reihenfolgen festgelegt, so daß anstelle eines Losgrößen- und Ablaufplanungsschemas lediglich eine reine Losgrößenplanung zu betrachten ist. Aus der obigen Formulierung sind dazu die Restriktionen (11) bis (14) zu streichen und Vorlaufzeiten sind als nicht-negativ anzunehmen ($v_j \geq 0$). Abweichend von den obigen Annahmen, fallen in jeder Periode, in der ein Teil gefertigt wird, Rüstkosten für dieses Teil an. Folglich muß eine Ungleichung hinzugefügt werden, die die Binärvariable x_{jt} auf Eins setzt, wenn Produkt j in Periode t produziert wird:

$$B x_{jt} - q_{jt} \geq 0 \quad (j \in \{1 \dots J\}, t \in \{1 \dots T\}) \quad (21)$$

Das resultierende Modell ist dann eine Erweiterung des mehrstufigen, dynamischen, kapazitätsbeschränkten Losgrößenproblems, das im Englischen als „capacitated lot sizing problem“ (CLSP)¹⁶ bekannt ist. Man bezeichnet es auch als „large bucket“ Modell, da unter Beachtung der Kapazitätsbeschränkungen beliebig viele Produkte pro Periode gefertigt werden können.

4 Beispiel: Anwendung des simultanen Planungsansatzes

Wir greifen an dieser Stelle das Beispiel aus Abschnitt 2 erneut auf und lösen das instanziierte Modell aus Abschnitt 3 mit Standardsoftware optimal. Mit Hilfe von LINDO [Schrage 1991] ergibt sich nach 23 Sekunden Rechenzeit auf einem 486 PC mit 25 MHz die folgende Lösung: Lediglich das Bauteil B1 sollte fremd bezogen werden. Es ist dann der in Tabelle 5 dargestellte Produktionsplan realisierbar.

¹⁶Billington (1983), DeBodt et al. (1984), Helber (1994), Maes et al. (1991), Salomon (1991), Stadtler (1994), Tempelmeier und Helber (1994)

Tabelle 5: Ein weiterer zulässiger Produktionsplan

	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4
E1				25
B1				
B2			25	
V1				
V2		25		

Die bei einem Fremdbezug von Bauteil B1 verursachten Gesamtkosten belaufen sich auf nur

	160 GE	(Rüstkosten)
	+ 100 GE	(Lagerhaltungskosten)
	+ 1125 GE	(Fremdbezugskosten für B1)
	+ 2500 GE	(Herstellkosten für E1)
	+ 650 GE	(Herstellkosten für B2)
	+ 250 GE	(Herstellkosten für V2)
=	4785 GE	(Gesamtkosten)

Dies ist kostengünstiger als die in Abschnitt 2 ermittelte Lösung mit 5040 GE. Das Beispiel veranschaulicht, daß die klassische Vorgehensweise, Produkte für einen Fremdbezug auszuwählen unzureichend ist, da die Interdependenzen mit anderen kostenverursachenden Planungsproblemen unberücksichtigt bleiben. Ein simultaner Planungsansatz führt zu geringeren Gesamtkosten.

Wie oben bereits angemerkt wurde, sind Instanzen mit praxisrelevanter Problemgröße jedoch nicht mehr optimal lösbar. Heuristische Vorgehensweisen sind daher einzusetzen.

5 Hinweise auf heuristische Lösungsstrategien

Angesichts der Fortschritte, die in jüngster Zeit gemacht wurden, um mehrstufige, kapazitätsbeschränkte Produktionsplanungsprobleme der Serienfertigung zu lösen, ist das im dritten Abschnitt formalisierte Problem heuristisch lösbar. Im Bereich der kurzfristigen Planung (PLSP) sei hier auf die Arbeit von Kimms verwiesen,¹⁷ die sich im wesentlichen jedoch nur auf den Fall

¹⁷Kimms (1994a)

einer einzigen knappen Ressource beschränken. Lediglich der sehr spezielle Fall, bei dem keine Konkurrenz um knappe Ressourcen besteht, wurde bisher als Verallgemeinerung betrachtet.¹⁸ Für die mittelfristige Planung (CLSP) sind vor allem die Arbeiten von Derstroff, Helber und Tempelmeier¹⁹ sowie Kuik, Maes, McClain, Salomon und van Wassenhove²⁰ zu nennen, die bereits mehrere Kapazitätsrestriktionen berücksichtigen. In den genannten Arbeiten werden Verfahren vorgestellt, die kleine und mittelgroße Probleminstanzen innerhalb weniger Sekunden mit akzeptablen Rechenergebnissen auf einem PC lösen. Für die Details der experimentellen Designs sei auf die angegebenen Quellen verwiesen.

Eine naheliegende Vorgehensweise zur heuristischen Lösung des hier vorgestellten Problems ist die Nutzung eines der aus der Literatur bekannten Verfahren als Teilmodul. Hat man sich vorab für einen Fremdbezug bestimmter Bauteile entschieden, so können die bekannten Verfahren ohne wesentliche Änderung übernommen werden, um einen Produktionsplan für die resultierende schlanke Erzeugnisstruktur zu berechnen. Lediglich die Bewertung eines Produktionsplans ist gemäß der Zielfunktionsdefinition (1) im letzten Abschnitt zu modifizieren (nicht zulässige Pläne sind mit ∞ zu bewerten), um als Resultat die anfallenden Gesamtkosten als Summe der Fertigungskosten und der Fremdbezugskosten zu erhalten. Es liegt also nahe, folgende schrittweise Vorgehensweise zu wählen:

1. Fixiere den Binärvektor f , der für jedes fremd beziehbare Produkt definiert, ob es tatsächlich bestellt oder aber eigenerstellt wird.
2. Berechne für die resultierende Erzeugnisstruktur einen bestmöglichen Produktionsplan mit einem Verfahren aus der Literatur. Die Bewertung eines Produktionsplans muß dabei gemäß Zielfunktionsterm (1) erfolgen.

Diese beiden Schritte sind mehrfach zu iterieren, wobei in jeder Iteration ein anderer Binärvektor f gewählt werden sollte. Nach Erfüllung eines Abbruchkriteriums bestimmt das insgesamt beste Ergebnis, welche Produkte tatsächlich fremdbezogen werden. Als Abbruchkriterium könnte beispielsweise einer der folgenden üblichen Tests eingesetzt werden:

- a) Erreichen einer vorgegeben Anzahl N von Iterationen oder
- b) Keine Verbesserung innerhalb der letzten L Iterationen.

¹⁸ Kimms (1994b)

¹⁹ Helber (1994/1995), Tempelmeier und Derstroff (1993/1994), Tempelmeier und Helber (1994)

²⁰ Kuik und Salomon (1990), Kuik et al. (1993), Maes et al. (1991), Salomon (1991), Salomon et al. (1993)

Wesentlichen Einfluß auf die Lösungsgüte eines solchen Verfahrens hat dabei die Wahl des Binärvektors f im Schritt 1. Mit Blick auf praktische Fälle kann eventuell angenommen werden, daß die Mächtigkeit der Menge F der fremd zu beziehenden Produkte klein ist ($|F| \leq 5$). In einem solchen Fall bietet es sich an, alle möglichen Kombinationen (maximal $2^{|F|}$) zu enumerieren. Anderenfalls könnte ein Binärvektor f zufällig aus der Menge der möglichen Vektoren ausgewählt werden. Mit Hilfe von Prioritätsregeln (z.B. auf der Basis des reziproken Werts der Mehrkosten eines Fremdbezugs, wie er durch den jeweiligen Vektor bestimmt ist) kann dabei eine diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung zur Auswahl einzelner Vektoren definiert werden. Alternativ kann auch eine lokale Suche²¹ im Raum der möglichen Binärvektoren f durchgeführt werden, um eine möglichst kostengünstige Lösung zu erhalten.

Abschließend soll noch eine Konsistenzeigenschaft genannt werden, die die Menge F der maximal $2^{|F|}$ zu betrachtenden Binärvektoren f reduziert, ohne die optimale Lösung auszuschließen: Produkte, für die keine (externe oder interne) Nachfrage besteht, müssen auch nicht fremd bezogen werden, d.h. es können für solche Produkte j die Elemente $f_j = 0$ gesetzt werden. Man beachte dabei, daß die Tatsache, ob eine interne Nachfrage auftritt, insbesondere von Werten derjenigen Elemente f_i abhängt, bei denen i ein Produkt ist, in das j direkt oder indirekt eingeht. Nachfolgeprodukte i mit $f_i = 1$ verursachen keine interne Nachfrage, da sie fremdbezogen werden.

6 Ausblick

Zukünftige Forschungsarbeiten sollten sich zunächst mit der Evaluierung der vorgeschlagenen Lösungsstrategien beschäftigen. Der Vorteil dieser Ansätze ist, daß mit Fortgang der Entwicklung von Verfahren zur Produktionsplanung bei Serienfertigung quasi sofort ein entsprechendes Verfahren für die simultane Entscheidung zwischen Eigen- oder Fremdbezug abgeleitet werden kann. Einige Entwicklungstendenzen sind schon heute zu erkennen:

- a) Die Einbeziehung von Rüstzeiten.²²
- b) Die Zulassung von Terminüberschreitungen.²³
- c) Die Betrachtung sogenannter paralleler Anlagen.²⁴

²¹ Zanakis et al. (1989)

²² Cattrysse et al. (1993), Helber (1994), Tempelmeier und Helber (1994), Trigeiro et al. (1989)

²³ Choo und Chan (1990), Federgruen und Tzur (1993), Webster (1989)

d) Die Einbeziehung von Reihenfolgeabhängigkeiten in der Fertigung.²⁵

e) Die Abstimmung der Produktion mit Lieferterminen und -mengen.²⁶

f) Die Abstimmung der Produktion mit der Distribution.²⁷

Darüber hinaus gilt es, andere Verfahren zu entwickeln und mit dem vorgestellten Lösungsschema zu vergleichen.

Die Idee, bisher isoliert betrachtete Entscheidungsprobleme in eine Gesamtkosten-Betrachtung mit der Erstellung von Produktionsplänen einzubetten, sollte sich auch auf andere Probleme übertragen lassen. So liegt beispielsweise bei Substitutionalität von Produktionsfaktoren ein ganz ähnlich gelagertes Problem vor. Verschiedene Produktionsfaktoren verursachen unterschiedliche Kosten, erfordern verschiedene Vorlaufzeiten im Produktionsprozeß und beanspruchen die Produktiveinheiten unterschiedlich stark. So kann es zur Entlastung von Produktiveinheiten nötig sein, die eigentlich teureren Faktoren einzusetzen.

Zusammenfassung

Die Entscheidung zwischen Eigenerstellung oder Fremdbezug bestimmter Erzeugnisse wird in der Betriebswirtschaftslehre traditionell anhand kostenorientierter Kriterien gefällt, die die Mehrkosten des Fremdbezugs betrachten. In diesem Beitrag wurde gezeigt, daß dieses Entscheidungskriterium nicht hinreichend ist, um realisierbare Produktionspläne zu garantieren. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, daß eine ganzheitliche Betrachtung von Fremdbezugs- und Produktionskosten zu insgesamt kostengünstigeren Lösungen führt. Ein gemischt-ganzzahliges Modell präzisiert erstmals dieses Problem. Lösungsverfahren, die auf bekannten Methoden aus der Literatur basieren, liegen auf der Hand.

Literatur

Andreas, D., Reichle, W., (1989), *Selbst fertigen oder kaufen? – Strategische Überlegungen – Rechen- und Entscheidungsschemata*, Frankfurt am Main

²⁴ Popp (1993)

²⁵ Dilts und Ramsing (1989), Fleischmann (1994), Haase (1994b)

²⁶ Gallego und Joneja (1994), Hofmann (1994), Leachman et al. (1993)

²⁷ Chandra und Fisher (1994)

- Baur, C.*, (1990), *Make-or-Buy Entscheidungen in einem Unternehmen der Automobilindustrie: Empirische Analyse und Gestaltung der Fertigungstiefe aus transaktionskostentheoretischer Sicht*, München
- Billington, P. J.*, (1983), *Multi-Level Lot-Sizing with a Bottleneck Work Center*, Ph. D. dissertation, Cornell University of Ithaca
- Blair, J. M.*, (1972), *Economic Concentration – Structure, Behavior and Public Policy*, New York
- Brink, A., Büchter, D.*, (1990), *Zur Berücksichtigung von Kapitalbindungskosten in ausgewählten Entscheidungsmodellen*, *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Jg. 42, S. 216-241
- Bussmann, W. F.*, (1994), *Lean Selling*, Landsberg/Lech, *Moderne Industrie*
- Cattrysse, D., Salomon, M., Kuik, R., van Wassenhove, L. N.*, (1993), *A Dual Ascent and Column Generation Heuristic for the Discrete Lotsizing and Scheduling Problem with Setup Times*, *Management Science*, Vol. 39, S. 477-486
- Chandra, P. Fisher, M. L.*, (1994), *Coordination of Production and Distribution Planning*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 72, S. 503-517
- Choo, E. U., Chan, G. H.*, (1990), *Two Way Eyeballing Heuristics in Dynamic Lot Sizing with Backlogging*, *Computers & Operations Research*, Vol. 17, S. 359-363
- Corsten, H., Will, T.*, (Hrsg.), (1993), *Lean Production: Schlanke Produktionsstrukturen als Erfolgsfaktor*, Stuttgart, Kohlhammer
- DeBoth, M. A., Gelders, L., van Wassenhove, L. N.*, (1984), *Lot Sizing Under Dynamic Demand Conditions: A Review*, *Engineering Costs and Production Economics*, Vol. 8, S. 165-187
- Dilts, D. M., Ramsing, K. D.*, (1989), *Joint Lot Sizing and Scheduling of Multiple Items with Sequence Dependent Setup Costs*, *Decision Sciences*, Vol. 20, S. 120-133
- Domschke, W., Scholl, A., Voß, S.*, (1993), *Produktionsplanung – Ablauforganisatorische Aspekte*, Berlin, Springer
- Drexl, A., Haase, K.*, (1995), *Proportional Lot Sizing and Scheduling*, erscheint in: *International Journal of Production Economics*
- Drexl, A., Haase, K., Kimms, A.*, (1995), *Losgrößen- und Ablaufplanung in PPS-Systemen auf der Basis randomisierter Opportunitätskosten*, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Jg. 65, S. 267-285

- Eversheim, W.*, (1995), *Prozessorientierte Unternehmensorganisation: Konzepte und Methoden zur Gestaltung „schlanker“ Organisationen*, Berlin, Springer
- Faix, W. G., Buchwald, C., Wetzler, R.*, (1994), *Der Weg zum schlanken Unternehmen*, Landsberg/Lech, Moderne Industrie
- Federgruen, A., Tzur, M.*, (1993), *The Dynamic Lot-Sizing Model with Backlogging: A Simple $O(n \log n)$ Algorithm and Minimal Forecast Horizon Procedure*, *Naval Research Logistics*, Vol. 40, S. 459-478
- Fleischmann, B.*, (1994), *The Discrete Lot-Sizing and Scheduling Problem with Sequence-Dependent Setup Costs*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 75, S. 395-404
- Gallego, G., Joneja, D.*, (1994), *Economic Lot Scheduling Problem with Raw Material Considerations*, *Operations Research*, Vol. 42, S. 92-101
- Gillessen, E.*, (1988), *Integrierte Produktionsplanung: Lagerhaltung and Fremdbezug als Bestandteil eines ganzheitlichen Planungskonzeptes*, Berlin, Springer
- Günther, H. O., Tempelmeier, H.*, (1995), *Produktion und Logistik*, 2. Aufl., Berlin, Springer
- Haase, K.*, (1994a), *Lotsizing and Scheduling for Production Planning*, *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Vol. 408, Berlin, Springer
- Haase, K.*, (1994b), *Capacitated Lot-Sizing with Sequence Dependent Setup Costs*, *Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel*, Nr. 340, erscheint in: *OR Spektrum*
- Helber, S.*, (1994), *Kapazitätsorientierte Losgrößenplanung in PPS-Systemen*, Stuttgart, M&P
- Helber, S.*, (1995), *Lot Sizing in Capacitated Production Planning and Control Systems*, *OR Spektrum*, Vol. 17, S. 5-18
- Hess, W., Tschirky, H., Lang, P.*, (1989), *Make or Buy*, Zürich
- Hölscher, K.*, (1971), *Eigenfertigung oder Fremdbezug: Entscheidungsmodelle für den Wirtschaftlichkeitsvergleich*, Wiesbaden, Gabler
- Hofmann, C.*, (1994), *Abstimmung von Produktions- und Transportlosgrößen zwischen Zulieferer und Produzent – Eine Analyse auf der Grundlage stationärer Losgrößenmodelle*, *OR Spektrum*, Vol. 16, S. 9-20
- Hoitsch, H.J.*, (1993), *Produktionswirtschaft: Grundlagen einer industriellen Betriebswirtschaftslehre*, 2. Aufl., München, Vahlen
- Horvath, P.*, (Hrsg.), (1992), *Effektives und schlankes Controlling*, Stuttgart, Schäffer-Poeschel

- Johnson, H. T., Kaplan, R. S.*, (1987), *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*, Boston
- Kimms, A.*, (1993), *Multi-Level, Single-Machine Lot Sizing and Scheduling (with Initial Inventory)*, Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, Nr. 329, erscheint in: *European Journal of Operational Research*
- Kimms, A.*, (1994a), *Demand Shuffle – A Novel Method for Multi-Level Proportional Lot Sizing and Scheduling*, Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, Nr. 355
- Kimms, A.*, (1994b), *Optimal Multi-Level Lot Sizing and Scheduling with Dedicated Machines*, Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, Nr. 351
- Kremeyer, H.*, (1982), *Eigenfertigung und Fremdbezug unter finanzwirtschaftlichen Aspekten*, Wiesbaden, Gabler
- Kruschwitz, L.*, (1971), *Eigenerzeugung oder Beschaffung? / Eigenverwendung oder Absatz? – Zweckmäßige Optimierungsmethoden*, Berlin, Schmidt
- Kuik, R., Salomon, M.*, (1990), *Multi-Level Lot-Sizing Problem: Evaluation of a Simulated-Annealing Heuristic*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 45, S. 25-37
- Kuik, R., Salomon, M., van Wassenhove, L. N., Maes, J.*, (1993), *Linear Programming, Simulated Annealing and Tabu Search Heuristics for Lotsizing in Bottleneck Assembly Systems*, *IIE Transactions*, Vol. 25, No. 1, S. 62-72
- Leachman, R. C., Gascon, A., Xiong, Z. K.*, (1993), *Multi-Item Single-Machine Scheduling with Material Supply Constraints*, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 44, S. 1145-1154
- Lee, S. B., Zipkin, P. H.*, (1989), *A Dynamic Lot-Size Model with Make-or-Buy Decisions*, *Management Science*, Vol. 35, S. 447-458
- Maes, J., McClain, J. O., van Wassenhove, L. N.*, (1991), *Multilevel Capacitated Lotsizing Complexity and LP-Based Heuristics*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 53, S. 131-148
- Männel, W.*, (Hrsg.), (1973), *Entscheidungen zwischen Eigenfertigung und Fremdbezug in der Praxis*, Herne, Neue Wirtschafts-Briefe
- Männel, W.*, (1981), *Die Wahl zwischen Eigenfertigung und Fremdbezug: Theoretische Grundlagen, praktische Fälle*, 2. Aufl, Stuttgart, Poeschel
- Männel, W.*, (1983), *Wenn Sie zwischen Eigenfertigung und Fremdbezug entscheiden müssen...*, *Management Zeitschrift*, S. 301-307

- Müller-Manzke, U.*, (1992), Die Bedeutung der relevanten Kapital-Bindung in PPS-Systemen, Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Jg. 44, S. 902-913
- o.V.*, (1982), Management-Enzyklopädie: Das Managementwissen unserer Zeit, Bd. 3, Eigenfertigung und Fremdbezug – Fusionen, 2. Aufl., München, Moderne Industrie
- Pfeiffer, W., Weiß, E.*, (1992), Lean Management: Grundlagen der Führung und Organisation industrieller Unternehmen, Berlin, Schmidt
- Picot, A.*, (1991), Ein neuer Ansatz zur Gestaltung der Leistungstiefe, Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, S. 336-357
- Picot, A., Franck, E.*, (1993), Vertikale Integration, in: Hauschildt, J., Grün, O., (Hrsg.), Ergebnisse empirischer betriebswirtschaftlicher Forschung – Zu einer Realtheorie der Unternehmung, Stuttgart, Schäffer-Poeschel, S. 179-219
- Picot, A., Reichwald, R., Schönecker, H. G.*, (1985), Eigenerstellung oder Fremdbezug von Organisationsleistungen – ein Problem der Unternehmensführung, Office Management, S. 818-821, 1029-1034
- Piechota, S.*, (1994), Lean Controlling: Management-Information-System für höhere Effektivität und Effizienz, Wiesbaden, Gabler
- Popp, T.*, (1993), Kapazitätsorientierte dynamische Losgrößen- und Ablaufplanung bei Sortenproduktion, Hamburg, Kovac
- Ramser, H. J.*, (1979), Eigenerstellung oder Fremdbezug von Leistungen, in: Kern, W., (Hrsg.), Handwörterbuch der Produktion, Stuttgart, Sp. 435-450
- Rasch, H.*, (1968), Die Wahl zwischen Selbsterstellung und Fremdbezug als Einkaufs- und Investierungsproblem in der industriellen Unternehmung, Berlin, Duncker & Humblot
- Reichwald, R.*, (Hrsg.), (1991), Marktnahe Produktion: Lean Production – Leistungstiefe – Time-to-market Vernetzung – Qualifikation, Wiesbaden, Gabler
- Rommel, G.*, (1993), Einfach überlegen: Das Unternehmenskonzept, das die Schlanken schlanker und die Schnellen schneller macht, McKinsey & Company Inc., Stuttgart, Schäffer-Poeschel
- Salomon, M.*, (1991), Deterministic Lotsizing Models for Production Planning, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 355, Berlin, Springer
- Salomon, M., Kuik, R., van Wassenhove, L.N.*, (1993), Statistical Search Methods for Lotsizing Problems, Annals of Operations Research, Vol. 41, S. 453-468
- Schneeweiß, C.*, (1993), Einführung in die Produktionswirtschaft, 5. Aufl., Berlin, Springer

- Schrage, L.*, (1991), LINDO User's Manual for Linear, Integer and Quadratic Programming Release 5.0, Scientific Press
- Stadtler, H.*, (1994), Mixed Integer Programming Model Formulations for Dynamic Multi-Item Multi-Level Capacitated Lotsizing, Arbeitspapier, Technische Universität Darmstadt
- Tempelmeier, H.*, (1995), Material-Logistik – Grundlagen der Bedarfs- und Losgrößenplanung in PPS-Systemen, 3. Aufl., Berlin, Springer
- Tempelmeier, H., Derstroff, M.*, (1993), Mehrstufige Mehrprodukt-Losgrößenplanung bei beschränkten Ressourcen und genereller Erzeugnisstruktur, OR Spektrum, Vol. 15, S. 63-73
- Tempelmeier, H., Derstroff, M.*, (1994), A Lagrangean-Based Heuristic for Dynamic Multi-Level Multi-Item Constrained Lotsizing with Setup Times, Arbeitspapier, Universität Köln
- Tempelmeier, H., Helber, S.*, (1994), A Heuristic for Dynamic Multi-Item Multi-Level Capacitated Lotsizing for General Product Structures, European Journal of Operational Research, Vol. 75, S. 296-311
- Trigeiro, W. W., Thomas, L. J., McClain, J. O.*, (1989), Capacitated Lot Sizing with Setup Times, Management Science, Vol. 35, S. 353-366
- Weber, H.*, (Hrsg.), (1994), Lean-Management: Wege aus der Krise – Organisatorische und gesellschaftliche Strategien, Wiesbaden, Gabler
- Webster, F. M.*, (1989), A Back-Order Version of the Wagner-Whitin Discrete Demand EOQ Algorithm by Dynamic Programming, Production and Inventory Management Journal, Vol. 30, S. 1-5
- Wildemann, H.*, (Hrsg.), (1993), Lean Management: Strategien zur Erreichung wettbewerbsfähiger Unternehmen, Frankfurt am Main, Frankfurter Allgemeine Zeitung
- Zäpfel, G.*, (1982), Produktionswirtschaft: Operatives Produktionsmanagement, Berlin, de Gruyter
- Zanakis, S. H., Evans, J. R., Vazacopoulos, A. A.*, (1989), Heuristic Methods and Applications: A Categorized Survey, European Journal of Operational Research, Vol. 43, S. 88-110

Summary

Make-or-buy decisions are traditionally made on the basis of cost-oriented criteria which measure the additional expenses when items are bought instead of being self-produced. This contribution turned out, that this is not sufficient to guarantee feasible production plans. Furthermore, it has been shown that an overall point of view that simultaneously concerns about prices and production costs does indeed decrease total costs. For the first time in literature, a mixed-integer model is given to provide a precise definition of the problem. Moreover, hints are given to construct solution approaches which are based on already available methods.